

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ Міністерства освіти і науки,  
молоді та спорту України  
29 березня 2012 року № 384

Форма № Н-9.02

**Державний вищий навчальний заклад**

**«Сумський державний університет»**

*Технічних систем та енергоефективних технологій*

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

*Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів*

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## **Пояснювальна записка**

до кваліфікаційної (роботи)

*перший (бакалаврський)*

(освітній рівень)

на тему: *Проектування технологічного процесу*

*виготовлення корпусу 503А-8603510-03*

Виконав: студент *IV* курсу, групи *ТМ-61К*

напряму підготовки (спеціальності)

*131 – Прикладна механіка*

*(Технології машинобудування)*

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

*Сахнюк М.М*

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Динник О.Д.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ В.О.Іванов

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ  
ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ 503А-8603510-03**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Сахнюк М. М.

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

**Форма № Н-9.01**

**Державний вищий навчальний заклад  
«Сумський державний університет»**

|                     |  |
|---------------------|--|
| Інститут, факультет | <u>Технічних систем та енергоефективних технологій</u>       |
| Кафедра             | <u>Технології машинобудування, верстатів та інструментів</u> |
| Освітній рівень     | <u>перший (бакалаврський)</u>                                |
| Напрямок підготовки | <u>131 – Прикладна механіка (Технології машинобудування)</u> |
| Спеціальність       | (шифр і назва)   |
|                     | (шифр і назва)   |

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри технології  
машинобудування, верстатів та  
інструментів

\_\_\_\_\_ В.О.Іванов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

***Сахнюк Микола Миколайович***

|  |  |
|--|--|
|  | (прізвище, ім'я, по батькові)  |
| 1. Тема проекту (роботи)   | <u>Проектування технологічного процесу виготовлення корпусу 503А-8603510-03</u>                                |
| керівник проекту   | <u>Ст.викладач каф. ТіУ к.т.н Динник О.Д.</u><br>(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання) |
| затвержені наказом вищого навчального закладу від «12» лютого 2021 року №07-III      |  |
| 2. Строк подання студентом проекту (роботи)  | <u>«___» _____ 20__ року</u>   |
| 3. Вихідні дані до проекту(роботи)   | <u>Креслення деталі «корпус 503А-8603510-03»</u><br><u>Річний обсяг випуску деталей – 4500 шт.</u>             |
| 4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) |  |
| 4.1  | <u>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</u>   |
| 4.2  | <u>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</u>   |
| 4.3  | <u>Визначення типу виробництва та форми його організації</u>   |
| 4.4  | <u>Аналіз технологічності конструкції деталі</u>   |
| 4.5  | <u>Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку</u>                                |
| 4.6  | <u>Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі</u>   |
| 4.7  | <u>Проектування верстатного пристрою</u>   |
| 4.8  | <u>Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях</u>   |

5. Консультанти розділів проекту (роботи)

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

6. Дата видачі завдання « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

| № з/п | Назва етапів дипломного проекту (роботи)                                       | Строк виконання етапів проекту (роботи) | Примітка |
|-------|--|---|----------|
| 1     | <i>Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі</i>                     | 23 квітня 2021                          |          |
| 2     | <i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i>                           | 03 травня 2021                          |          |
| 3     | <i>Визначення типу та форми організації виробництва</i>                        | 07 травня 2021                          |          |
| 4     | <i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i>                               | 14 травня 2021                          |          |
| 5     | <i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i>    | 21 травня 2021                          |          |
| 6     | <i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i> | 28 травня 2021                          |          |
| 7     | <i>Проектування верстатного пристрою для установки і закріплення заготовки</i> | 04 червня 2021                          |          |
| 8     | <i>Оформлення графічної частини роботи</i>                                     | 10 червня 2021                          |          |
|       |  |   |          |
|       |  |   |          |

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Сахнюк М.М

(прізвище та ініціали)

Динник О.Д.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Записка: 55 с., 14 табл., 9 рис., 61 формула, 13 літературних джерел

Об'єкт розробки: деталь корпусу 503А-8603510-03

Мета роботи: Проектування технологічного процесу виготовлення деталі корпусу 503А-8603510-03.

В кваліфікаційній роботі було виконано аналіз службового призначення виробу – гідроциліндр, деталі – корпус 503А-8603510-03. Було визначено та охарактеризовано тип виробництва – середньосерійний, за допомогою коефіцієнта закріплення операцій, а також визначена величина партії деталей та охарактеризовано основні умови організації праці. Проаналізовано технічні вимоги при виготовленні деталі. Вибрано спосіб отримання заготовки – трубний прокат.

Проаналізовано технологічні операції: 015 Токарна з ЧПК та 040 Свердлильна з ЧПК, обґрунтовано схеми базування, вибрано металорізальне обладнання та технологічну оснастку на даній операції. А також було розраховано режими різання та нормування на операціях.

Для графічної частини роботи було виконано креслення: заготовки, маршрутного технологічного процесу валу вторинного, пристосування для операції 040 Свердлильної з ЧПК та налагодження на цю операцію.

ГІДРОЦИЛІНДР, КОРПУС, РІЗЬБА, РІЗЕЦЬ, СВЕРДЛО, НОРМИ ЧАСУ,  
РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ПРИСТОСУВАННЯ, ШКІДЛИВІ РЕЧОВИНИ

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| Вступ .....   | 6  |
| 1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі.<br>Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації ..... | 7  |
| 2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....   | 11 |
| 3 Визначення типу виробництва та організаційних умов роботи .....   | 12 |
| 4 Аналіз технологічності конструкції деталі .....   | 17 |
| 5 Вибір способу виготовлення заготовки та розробка технічних вимог до неї .....   | 19 |
| 6 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу .....  | 21 |
| 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....   | 23 |
| 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки .....  | 26 |
| 6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата .....  | 31 |
| 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів .....                            | 34 |
| 6.5 Розрахунки режимів різання .....  | 35 |
| 6.6 Технічне нормування операцій .....  | 41 |
| 7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки .....  | 46 |
| Висновок  |    |
| Список використаної літератури  |    |
| Додатки   |    |

|           |  |             |        |                 |   |  |      |      |         |
|-----------|--|-------------|--------|-----------------|---|--|------|------|---------|
|           |  |             |        |                 | <b>ТМ 19090041-00 ПЗ</b>  |  |      |      |         |
|           |  | № докум.    | Підпис |                 |   |  |      |      |         |
| Розробив  |  | Сахнюк М.М  |        |                 | Проектування<br>технологічного процесу<br>виготовлення деталі корпус<br>503А-8603510-03 |  | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевірив |  | Динник О.Д. |        | 5               |   |  | 75   |      |         |
| Реценз.   |  |             |        | КІСумДУ, ТМ-71к |   |  |      |      |         |
| Н. Контр. |  | Динник О.Д. |        |                 |   |  |      |      |         |
| Затв.     |  | Іванов В.О  |        |                 |   |  |      |      |         |

## ВСТУП

Машинобудування — найважливіша комплексна галузь обробної промисловості, включає в себе верстатобудування, приладобудування, енергетичне, металургійне, хімічне і сільськогосподарське машинобудування.

Основними елементами розвитку сучасного машинобудування є вдосконалювання засобів виробництва, методів організації виробництва (наприклад використання технологій серійного й масового виготовлення), перехід до стандартизації, автоматизації й інформаційного забезпечення процесів.

Об'єктом машинобудівного виробництва є виріб, яким називають продукт кінцевої стадії виробництва.

Стандарти передбачають такі види виробів: заготовки, деталі, складальні одиниці, комплекси та комплекти.

Належність виробництва до того чи іншого типу визначається ступенем спеціалізації робочих місць, номенклатурою об'єктів виробництва, формою руху цих об'єктів по робочим місцям.

Традиційне машинобудування поділяють на такі групи галузей: важке машинобудування; загальне машинобудування; середнє машинобудування; точне машинобудування; виробництво металевих виробів і заготовок; ремонт машин і устаткування.

Загальне машинобудування представлено такими галузями, як транспортне машинобудування (залізничне, суднобудування, авіаційне, ракетно-космічна промисловість, але без автомобілебудування), сільськогосподарське, виробництво технологічного встаткування для різних галузей промисловості (крім легкої й харчової).

Задану деталь для проектування технологічного процесу слід розглядати як деталь-представник середньої складності з середньою трудомісткістю з групи деталей, що подібні за конструктивно-технологічними ознакам до класу «втулок».

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 6    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

# 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Гідроциліндр 503 А-8603510 є однією з найвідповідальніших частин механізму підйому кузова автомобілів МАЗ -5516.

Самоскиди МАЗ-5516 призначені для перевезення різноманітних нерудних сипучих будівельних матеріалів: щебеню і гравію, піску та каменю, гарячого асфальту і асфальтової крихти, гравійно-піщаної суміші тощо, по дорогах як загального, так і не загального користування. У сільському господарстві самоскид підходить для транспортування врожаю, ґрунту, компосту, різноманітних добрив.

Абсолютна більшість самоскидів МАЗ-5516 випущені з восьмициліндровими турбінними дизельними двигунами ЯМЗ-6582 і ЯМЗ-6581. Ці двигуни мають потужність 330 кінських сил при 2100 оборотах на хвилину та - 400 кінських сил при 1900 оборотах на хвилину відповідно.

Службове призначення гідроциліндра 503А-8603510.

Гідроциліндр 503А-8603510 - це телескопічний плунжерний циліндр одnobічної дії, що складається з трьох гільз, штока, кришки з пробкою і ущільнень. В конструкції використаний принцип телескопа, коли гільза стає штоком для іншої гільзи. До зовнішньої поверхні великої гільзи приварений штуцер, а в двох менших просвердлені отвори для проходження мастила. Управляє роботою гідророзподільник.

При подачі мастила в робочі порожнини зростає тиск рідини, і по черзі рухаються штоки. Зусилля і швидкість руху штока змінюються в залежності від положення кожного штока. При скиданні тиску мастила гільзи збираються під вагою причепа.

Гідроциліндр кріпиться на кузові і рамі автомобіля шарнірно - для цього на штоку закріплена сфера  $D = 55$  мм, а на корпусі розташовуються на відстані

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |                   | 7    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |                   |      |



450 мм від центру сфери дві цапфи  $D = 50$  мм. Використовується в тих конструкціях, де мало місця для установки гідроциліндра, але потрібно мати великий хід штока.

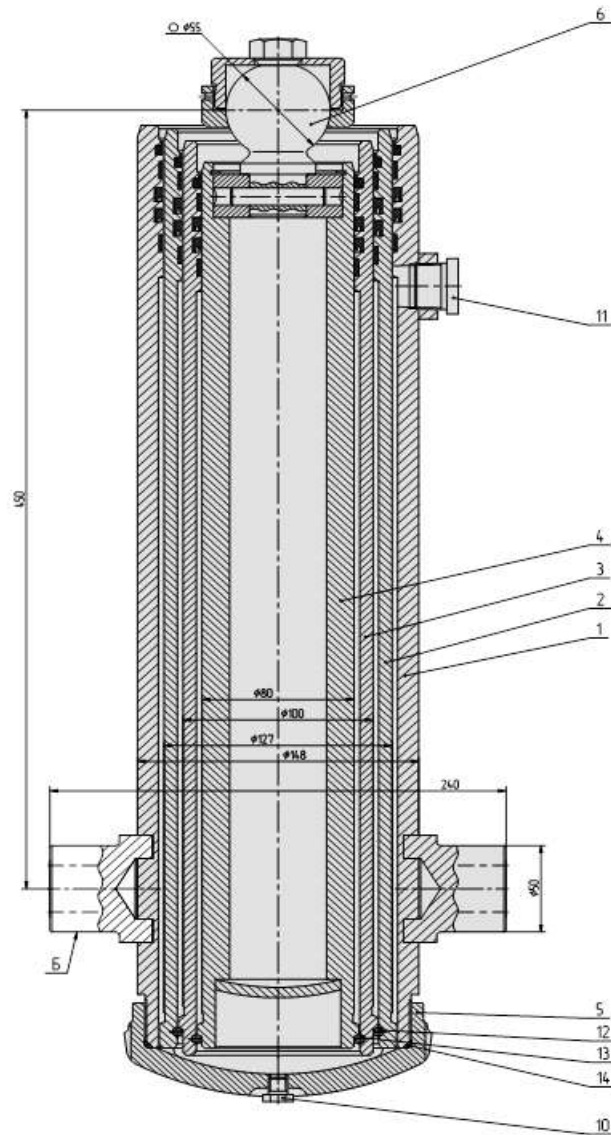


Рисунок 1.1 – Ескіз гідроциліндра 503А-8603510

Кріпиться гідроциліндр на автомобілі за допомогою цапф Б. Замість транспортної пробки 11 загвинчується штуцер гідросистеми, через який подається масло в гідроциліндр. Відбувається висування ступенів І-ІІІ - кузов піднімається. Опускання кузова і, відповідно, складання гідроциліндра відбувається під дією власної ваги кузова автомобіля.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 8    |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

ТМ 19090041-00 ПЗ

Основні технічні характеристики гідроциліндра 503А-8603510 наведені в таблиці 1.1.

Таблиця-1.1 – Технічні характеристики гідроциліндра 503А-8603510

| Ланка         | Діаметр, мм | Хід, мм |
|---------------|-------------|---------|
| I             | 127         | 431     |
| II            | 100         | 425     |
| III           | 80          | 424     |
| Загальний хід |             | 1280    |

Корпус 503А-8603510-03 призначений для спрямування руху і обмеження крайніх положень другого ступеня гідроциліндра. Схема базування деталі при роботі у вузлі наведена на рисунку 1.2. У конструкції корпусу присутні приварені цапфи, за допомогою яких корпус кріпиться до кузова, і бонка, до якої приєднується штуцер гідросистеми. Класифікація поверхонь корпусу наведена на рисунку 1.2

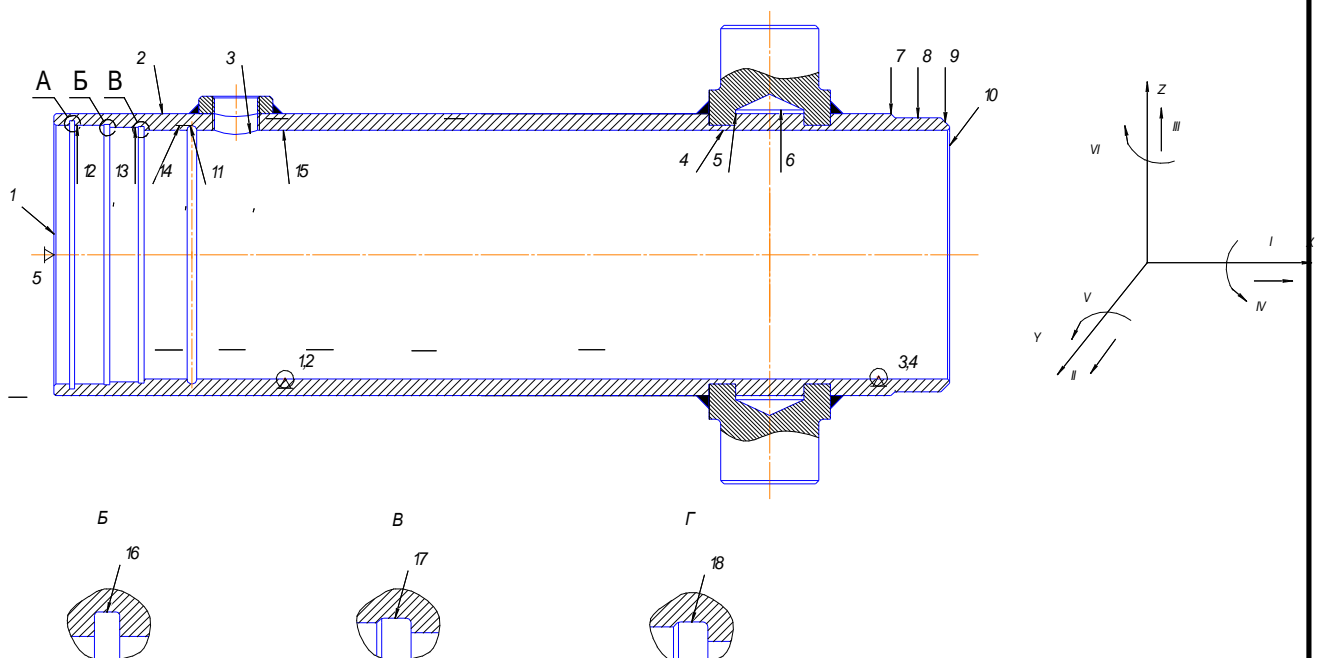


Рисунок 1.2 – Основні поверхні корпусу 503А-8603510-03

Виконавчими поверхнями (поверхні, за допомогою яких деталь виконує свою функцію у гідроциліндрі) є внутрішні циліндричні поверхні 12, 13, 14, 15, вони служать напрямними для руху 2 ступені циліндра.

Основними конструкторськими базами (поверхні, що визначають положення корпусу у гідроциліндрі) є різьбова і торцева поверхні 8 і 10

Допоміжними конструкторськими базами (поверхні, лінії або точки, що визначають положення сполучених деталей щодо корпусу) є:

- отвір в стінці корпусу 3 - визначає положення бонки під штуцер гідросистеми;
  - внутрішні циліндричні поверхні 4, 6 визначають положення цапфи;
  - внутрішні циліндричні поверхні 12, 13, 14, 15 - визначають положення другої ступені циліндра;
  - поверхні канавок 11, 16, 17, 18 - визначають положення ущільнювачів.
- Решта поверхні є вільними.

Класифікація поверхонь деталі наведена в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Класифікація поверхонь корпусу 503А-8603510-03

| Вид поверхні                         | Номери поверхонь       |
|--------------------------------------|------------------------|
| Основні конструкторські бази (ОКБ)   | 4, 6                   |
| Допоміжні конструкторські бази (ДКБ) | 3,8,10, 11, 16, 17, 18 |
| Виконавчі                            | 12, 13, 14, 15         |
| Вільні                               | 1, 2, 7, 9             |

Матеріал деталі - конструкційна сталь 35 ГОСТ 10588 (середньовуглецева поліпшувана сталь). Цей матеріал застосовується для виготовлення найрізноманітніших деталей у всіх галузях машинобудування. Замінники - сталі 30, 40, 35Г.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 10   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ТМ 19090041-00 ПЗ

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

В ході цього аналізу необхідно встановити, якою мірою склад і чисельні показники технічних умов, зазначених на кресленні деталі, відповідають її призначенню та умовам роботи.

Виходячи з умов роботи корпусу, найбільш важливими і відповідальними поверхнями є центральний отвір, призначений для ходіння півкілець і для установки напрямних і ущільнень.

Отвір для переміщення півкілець  $\varnothing 127$  виконується по якості точності IT10 з параметром шорсткості Ra1,25мкм, отвори для установки напрямних і ущільнень  $\varnothing 130$  і  $\varnothing 132$  мають точність IT10 з параметром шорсткості Ra12,5мкм і допуском радіального биття, величиною 0,08 мм і 0,06мм відповідно.

Крім того, деталь "Корпус" складається з конструктивних елементів:

- зовнішні циліндричні поверхні  $\varnothing 144_{-0,16}$  з параметром шорсткості Ra12,5мкм,  $\varnothing 131_{\pm 0,5}$  з параметром шорсткості Ra6,3мкм
- внутрішні поверхні  $\varnothing 127H8$  з параметром шорсткості Ra1,25мкм
- різбовий отвір M22, параметр шорсткості Ra6,3мкм
- канавки  $\varnothing 132H11$  з параметром шорсткості Ra6,3мкм,  $\varnothing 130H11$  з параметром шорсткості Ra6,3мкм.

Матеріалом деталі є сталь 35 – конструкційна вуглецева, застосовується при виробництві деталей невисокої міцності, які витримують невеликі навантаження. Хімічний склад наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 35 ГОСТ 1050-88

| C, %       | Si, %       | Mn, %     | S           | P     | Cr   | Ni   | Cu   |
|------------|-------------|-----------|-------------|-------|------|------|------|
|            |             |           | не більш, % |       |      |      |      |
| 0,32...0,4 | 0,17...0,37 | 0,5...0,8 | 0,04        | 0,035 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |

|     |      |          |        |      |                   |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|--|--|------|
|     |      |          |        |      |                   |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |                   |  |  | 11   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ТМ 19090041-00 ПЗ |  |  |      |

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва – класифікаційна характеристика виробництва, що виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності, стабільності й обсягу випуску виробів. Розраховуємо тип виробництва на основі таких даних:

- річний обсяг виготовлення  $N = 4500$  штук;
- дійсний річний фонд роботи устаткування  $F_d = 4029$  год [2, табл. 2.1, с. 22].

Тип виробництва визначаємо за допомогою коефіцієнту закріплення операцій  $K_{з.о}$  на основі штучного часу операцій технологічного процесу виготовлення деталі.

Таблиця 3.1 – Розрахунок типу виробництва

| № операції | Найменування операції | $T_{ш-к}$ , хв | $m_p$ | P | $\eta_{з.ф}$ | O   |
|------------|-----------------------|----------------|-------|---|--------------|-----|
| 015        | Токарна з ЧПК         | 1,19           | 0,04  | 1 | 0,04         | 20  |
| 020        | Токарна з ЧПК         | 4,29           | 0,09  | 1 | 0,09         | 9   |
| 025        | Свердлильна з ЧПК     | 1,43           | 0,06  | 1 | 0,06         | 14  |
| 030        | Токарна з ЧПК         | 6,61           | 1,12  | 1 | 1,12         | 1   |
| 035        | Токарна з ЧПК         | 3,43           | 0,08  | 1 | 0,08         | 10  |
| 040        | Свердлильна з ЧПК     | 1,84           | 0,03  | 1 | 0,03         | 22  |
| 045        | Токарна з ЧПК         | 2,45           | 0,05  | 1 | 0,05         | 16  |
| 050        | Токарна з ЧПК         | 3,11           | 0,08  | 1 | 0,08         | 10  |
|            | Разом                 | 24,37          | -     | 8 | -            | 102 |

Визначаємо розрахункову кількість верстатів за формулою [2, с.20]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{ш-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \text{ шт} \quad (3.1)$$

|     |      |          |        |      |                   |            |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------------|
|     |      |          |        |      | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк.<br>12 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |            |

де  $T_{шт}$  – норма штучно-калькуляційного часу, хв;

$\eta_{з.н}$  – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta_{з.н} = 0,8 \div 0,9$  [2, с. 20]. Приймаємо  $\eta_{з.н} = 0,8$ .

Розрахункова кількість верстатів для операції 005:

$$m_p = \frac{4500 \cdot 1,19}{60 \cdot 4029 \cdot 0,8} = 0,04$$

Дійсний коефіцієнт завантаження робочого місця [2, с. 20] визначаємо за формулою:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.2)$$

де  $P$  – прийнята кількість обладнання, (приймаємо округлене значення верстатів).

$$\eta_{з.ф} = \frac{0,04}{1} = 0,04$$

Кількість операцій, що виконуються на одному робочому місці [2, с. 21] визначаємо за формулою:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}, \quad (3.3)$$

$$O = \frac{0,8}{0,04} = 20$$

Для решти операцій розрахунки виконуємо аналогічно, результати заносимо до таблиці 3.1.

Коефіцієнт закріплення операцій [2, с. 19] визначаємо за формулою:

$$K_{з.о} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P} \quad (3.4)$$

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 13   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

Для розрахованих даних коефіцієнт закріплення операцій дорівнює:

$$K_{з.о.} = \frac{102}{8} = 12,75$$

що відповідає середньосерійному типу виробництва, оскільки  $10 < K_{з.о.} < 20$

Визначаємо форму організації виробництва:

Визначаємо добовий випуск деталей [2, с. 22] за формулою:

$$N_{доб} = \frac{N}{254}, шт \quad (3.5)$$

$$N_{доб} = \frac{4500}{254} = 18 шт$$

Де 254 дні – кількість робочих днів у році [2, с. 22].

Добову продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60% [2, с. 22] визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{F_{доб}}{T_{ср}} \cdot 0,6, шт \quad (3.6)$$

де  $F_{доб}$  – добовий фонд часу роботи устаткування, хв;

$T_{ср}$  – середня трудомісткість механічних операцій, хв.

Розраховуємо добовий фонд часу роботи устаткування [2, с. 22] за формулою:

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot F_d}{254}, хв \quad (3.7)$$

$$F_{доб} = \frac{60 \cdot 4029}{254} = 952 хв$$

Тоді середня трудомісткість механічних операцій дорівнює [2, с. 22]:

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 14   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{um}}{m}, хв \quad (3.8)$$

де  $m$  – кількість механічних операцій.

$$T_{cp} = \frac{12,55}{8} = 1,57 хв$$

Отже, добова продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%:

$$Q = \frac{952}{1,57} \cdot 0,6 = 363 \text{ шт}$$

При порівнянні  $N_{доб} = 16 \text{ шт.} < Q = 363 \text{ шт.}$  бачимо, що добовий випуск деталей більший за добову продуктивність потокової лінії при завантаженні її на 60%, тобто застосування однономенклатурної потокової лінії недоцільно, тому застосовуємо групову форму організації виробництва.

Серійне виробництво характеризується тим, що виготовляється обмежений асортимент продукції. Предмети праці до робочого місця надходять періодично повторюваними партіями.

Середньосерійне виробництво має такі ознаки:

- за кожним робочим місцем закріплюється до 20 періодично повторюваних операцій. Номенклатура продукції досить стійка. Одна й та сама продукція виготовляється з певною повторюваністю;
- широке використання верстатів з ЧПК, спеціалізованих верстатів, які розміщуються на предметно замкнутих дільницях;
- застосовується паралельно-послідовний вид пересування предметів праці;
- значне застосування механізації праці при незначному використанні ручної праці; кваліфікація персоналу – середня;
- оснащення – уніфіковане; різальний інструмент спеціалізований, уніфікований.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 15   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |



Визначаємо кількість деталей у партії для одночасного запуску за формулою:

$$n = \frac{N_{\text{річ}} \cdot a}{254}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де  $a = 24$  дні – періодичність запуску деталей у виготовлення.

$$n = \frac{4500 \cdot 24}{254} = 465 \text{ шт}$$

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   | 16   |

#### 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Аналіз технологічності деталі за якісними показниками проводимо з метою виявлення елементів конструкції, які можуть викликати утруднення при виготовленні виробу (необхідність застосування складної заготовки, дорогих методів обробки і устаткування, складного і дорогого оснащення, великих витрат часу і так далі).

Деталь корпус належить до типу тонкостінних втулок.

Виходячи з креслення деталі, відношення  $\frac{L}{D} = \frac{533}{140} = 3,80 < 5$ , отже, деталь

корпус достатньо жорстка, що є технологічним з точки зору механічної обробки та встановлення її на верстаті.

Матеріал деталі – вуглецева якісна поліпшувана сталь 35 ГОСТ 1050-88, яка легко піддається обробці лезвійними інструментами. Сталь не містить дорогих легуючих елементів, проте має достатні механічні властивості, які дозволяють корпусу виконувати своє функціональне призначення.

На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри для її виготовлення, проставлені необхідні параметри шорсткості.

Креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, та не піддається дії агресивних середовищ.

Деталь має просту геометричну форму без перепадів діаметрів, найбільш відповідальною є внутрішня поверхня  $\varnothing 132^{+0,16}$ . Корпус не має важкодоступних місць для обробки, але не технологічними є три канавки, тому що потребують застосування фасонного інструменту.

Деталь має розвинені базові поверхні (зовнішні та внутрішні циліндричні поверхні), які можуть бути використані як чорнові та чистові технологічні бази.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 17   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ТМ 19090041-00 ПЗ

Проаналізувавши проставлення розмірів на кресленні, бачимо, що під час обробки можливо застосувати принцип єдності баз (сполучити вимірювальну і технологічну бази)

В цілому, з огляду на проведений аналіз, і враховуючи конструктивні особливості деталі, її конфігурацію, матеріал, вимоги щодо точності та якості оброблюваних поверхонь, деталь є технологічною, тому що допускає застосування високопродуктивних методів багатоінструментальної обробки на верстатах з ЧПК.

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   | 18   |

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Метод отримання заготовки, її якість і точність визначає об'єм механічної обробки, який у свою чергу встановлює кількість робочих ходів(операцій) технологічного процесу. У базовому варіанті як заготовка використовується гарячекатаний трубний прокат підвищеної точності. Як альтернативний метод, можна запропонувати відцентрове лиття. Враховуючи матеріал заготовки (сталь 35 ГОСТ 1050-88) та тип виробництва (середньосерійний), можна дійти висновку, що найбільш оптимальним в заданих умовах є гарячекатаний трубний прокат за ГОСТ 8732-78.

Виконуємо ескіз заготовки, отриманої методом трубного прокату (рис.4.1).

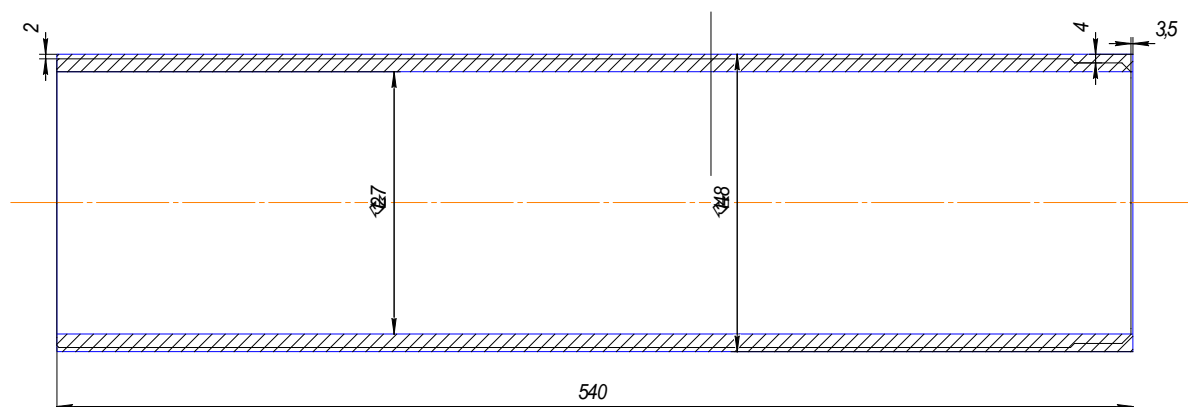


Рисунок 4.1 – Ескіз заготовки корпусу

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\text{КВМ} = \frac{m_{\text{дет}}}{m_{\text{заг}}}, \quad (4.1)$$

де  $m_{\text{дет}}$  - маса готової деталі, кг;

$m_{\text{заг}}$  - маса заготовки, кг. (Масу заготовки визначаємо за допомогою формули (4.2))

$$m_{\text{заг}} = \frac{(D^2 - d^2)}{4} \cdot L \cdot \rho = \frac{(148^2 - 127^2)}{4} \cdot 533 \cdot (7,85 \cdot 10^{-6}) = 20,6 \text{ кг} \quad (4.2)$$

|     |      |          |        |      |                   |            |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------------|
|     |      |          |        |      | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк.<br>19 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |            |



## 6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Критичний аналіз базового техпроцесу виготовлення заданої деталі проводиться з метою виявлення його можливих недоліків, що дозволить спроектувати ефективніший техпроцес. Проаналізуємо базовий технологічний процес виготовлення корпусу 503А-8603510-03.

У базовому техпроцесі кожен метод обробки різанням відповідає необхідній формі, якості, точності і положенню отримуваної поверхні. Продуктивність методів обробки в цілому відповідає умовам середньосерійного виробництва. Прийняті у техпроцесі методи обробки досить продуктивні, вибір устаткування і режимів різання раціональні.

На усіх операціях при обробці діаметральних розмірів дотримується принцип єдності баз. В якості чорнових технологічних баз на перших операціях використовується торець труби і зовнішня циліндрична поверхня. Такий комплект технологічних баз дозволяє підготувати чистові бази для подальшої механічної обробки. Маршрут базового техпроцесу в цілому відповідає принципу поступового формування точності окремих поверхонь і їх взаємного розташування, а також відповідає порядку підготовки технологічних баз і принципу першочергового виконання переходів, на яких знімаються найбільші припуски і напуск.

Можливі шляхи вдосконалення базового техпроцеса:

- замінити токарну операцію 010 на центрувально-підрізну операцію, яка дозволяє скоротити кількість установів;
- об'єднати токарні операції 030, 035 і 045 в одну токарну з ЧПК;
- об'єднати токарні операції 030 і 055 в одну токарну з ЧПК;
- замінити універсальні застарілі верстати на більш сучасні і продуктивні верстати з ЧПК.

Детальний аналіз технологічного процесу з послідовністю операцій і обладнання представлений у таблиці 6.1.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 21   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ТМ 19090041-00 ПЗ

Таблиця 6.1 – Технологічний процес виготовлення корпусу

| № операції | Назва операції        | Короткий зміст операції  | Обладнання                         |
|------------|-----------------------|--|------------------------------------|
| 005        | Заготівельна          | Розрізати трубу на штучні заготовки  | Верстат для розрізання BS 712 N    |
| 010        | Центрувально-підрізна | Підрізати торець в розмір 533мм з двох сторін. точити фаски 2×30°  | 2A911-1                            |
| 015        | Токарна з ЧПК         | Обточити $\varnothing 144$ на довжину 533мм  | UNITECH UT 560×1000                |
| 020        | Свердлильна з ЧПК     | Цекувати отвори $\varnothing 62$ з двох сторін   | Knuth Mark Super SV                |
| 025        | Технічний контроль    | Контролювати розміри згідно креслення  | Стіл ВТК                           |
| 030        | Зварювальна           | Приварити цапфу і бобишку  | Зварювальний напівавтомат MIG-500F |
| 035        | Токарна з ЧПК         | Зенкерувати отвір $\varnothing 127$ наскрізь, розкатати отвір $\varnothing 127$ начисто, Точити поверхню $\varnothing 139,85_{-0,12}$ , витримати розмір $28^{+2}$<br>Нарізати різьбу M140x1,5-6g  | UNITECH UT 560×1000                |
| 040        | Токарна з ЧПК         | Зенкерувати ступінчастий отвір, витримати розміри $\varnothing 130^{+0,16}$ , $\varnothing 132^{+0,16}$ , $41,5^{+2,0}$<br>3. Розточити 4 канавки, витримати розміри $2,6^{+0,25}$ , $\varnothing 137^{+0,53}$ , $8\pm 0,2$ , $3^{+0,25}$ , $\varnothing 131^{+1,0}$ , $18^{+0,14}$ , $3^{+0,25}$ , $\varnothing 133^{+1,0}$ , $17,5\pm 0,2$ | UNITECH UT 560×1000                |
| 045        | Свердлильна з ЧПК     | Свердлити отвір $\varnothing 22,75$ , розгорнути конічний отвір під різьбу, зенкувати фаску $2\times 45^{\circ}$ , нарізати різьбу КГ3/4”.   | Knuth Mark Super SV                |
| 045        | Маркувальна           | Маркувати позначення деталі  |                                    |
| 050        | Технічний контроль    | Контролювати розміри згідно креслення  | Стіл ВТК                           |

|     |      |          |        |      |                   |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |                   |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |                   |  |  |  |  | 22   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ТМ 19090041-00 ПЗ |  |  |  |  |      |

## 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розрахуємо та операційні загальні припуски та міжопераційні розміри на обробку центрального отвору корпусу  $\varnothing 127H10^{(+0.16)}$  мм.

Розрахунки проводимо за допомогою програми PRIP, результати наведені в додатку Б.

Вихідні дані: заготовка – трубний прокат  $\varnothing 148 \times 12$  із сталі 35, маса заготовки  $m_3=20,6$  кг.

Деталь базується в пристосуванні по торцю і зовнішній поверхні. Користуючись робочим кресленням деталі, виберемо технологічний маршрут обробки отвору  $\varnothing 127H10$  і визначимо елементи Rz і T по технологічних переходах [6 табл.4.3,4.5, с.63-64]

Розрахункова формула для визначення мінімального припуску має вигляд:

$$2z_{min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6.1)$$

де:  $R_{z-1}$  – висота мікронерівностей поверхні, отриманої на попередньому переході, мкм

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередньому переході; мкм

$\rho_{i-1}$  - величина просторових відхилень обробленої поверхні, отриманих на попередній операції, мкм

$\varepsilon_i$  - похибка базування на розглянутому переході, мкм

Перераховані показники є величинами табличними окрім  $\rho_{i-1}$ , яка розраховується як

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{зс}^2 + \rho_{кор}^2}, \quad (6.2)$$

де:  $\rho_{см}$  - просторове відхилення зміщення заготовки;

де  $\rho_{зс}^2$  - коефіцієнт зсуву = 0,6мм = 600мкм

$\rho_{кор}^2$  - коефіцієнт викривлення = 0,38мм = 380мкм

$\rho_{центр}^2$  - коефіцієнт центрування.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 23   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

















### 6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні високопродуктивні верстати.

Проаналізуємо обладнання, що застосовується на розглянутих операціях у базовому технологічному процесі виготовлення корпусу. Застосоване у базовому техпроцесі обладнання відповідає за характеристиками вимогам середньосерійного типу виробництва [10, 11], але є морально застарілим. Тому вважаємо за доцільне підібрати верстати, подібні за точністю та ступенем автоматизації, проте більш прогресивні, сучасні та високопродуктивні.

Таблиця 6.7 – Аналіз технологічного обладнання

| Найменування операції | Технологічне обладнання, що використовується в заводському технологічному | Проектне технологічне обладнання                      |
|-----------------------|---|---|
| 015 Токарна з ЧПК     | Токарний верстат з ЧПК 1M63HФ101  | Токарний верстат з ЧПК моделі UNITECH UT 560×1000     |
| 035 Свердлильна з ЧПК | Свердлильний верстат з ЧПК моделі 2P135Ф2                                 | Свердлильний верстат з ЧПК моделі Knuth Mark Super SV |

На операції 035 пропонується застосувати свердлильно-фрезерний верстат з ЧПК моделі Knuth Mark Super SV (301490), який має наступні особливості:

- потужність і безступінчасте регулювання швидкості розширюють діапазон застосування
- 2 ступені коробки швидкостей і стабільна система регулювання частоти гарантують досягнення високого крутного моменту для інтенсивної обробки
- вибрана частота обертання шпинделя виводиться на панелі управління
- точно оброблена станина верстата з сірого чавуну з регульованими по усіх осях що направляють типу "ластівчин хвіст"
- 3-ступінчаста автоматична подача пінолі

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 31   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ТМ 19090041-00 ПЗ



– безшумний хід і довгий термін служби завдяки тому, що передатний механізм приводу виготовлений із загартованої сталі

– безступінчасте регулювання приводу подачі по вісі X

Свердлильно-фрезерний верстат з ЧПК моделі Knuth Mark Super SV (301490) має такі основні технічні характеристики:

– Найбільший діаметр свердління в сталі 200, мм

– Відстань від вісі вертикального шпинделя до напрямних стійки 500, мм

– Найбільший діаметр фрези 120 мм

– Поздовжнє переміщення столу по напрямних санчат (Ось X), мм 280

– Поперечне переміщення санчат по напрямних станини за програмою (Ось Y), мм 400

– Найбільше переміщення шпиндельної бабки за програмою (вісь Z), мм 620

– Частота обертів шпинделя знаходиться в межах від 35 до 3000 за хвилину

– Кількість інструментів, які можна установити на верстаті 18

– Потужність електродвигуна головного приводу – 5,3 кВт

– Розміри верстата: довжина, ширина, висота, мм 1700x1900x2000 мм

Зважаючи на характеристики, вважаємо, що свердлильно-фрезерний верстат з ЧПУ моделі Knuth Mark Super, тому що він більш сучасний, має оптимальну потужність, ширші технологічні можливості та більш досконалу систему ЧПК, ніж верстат 2P135Ф2.

На токарній операції 015 пропонуємо застосувати токарний верстат з ЧПК UNITECH UT 560×1000, який має такі особливості:

– напівавтоматичне переміщення при виконанні індивідуальних циклів: обробка конусної поверхні, нарізування різьби

– SINUMERIK 808D: початковий рівень для стандартних верстатів з ЧПУ

– переміщення по осі X і Z за допомогою електронних регуляторів

– адаптований для користувача інтерфейс циклів для легкого програмування

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 32   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ТМ 19090041-00 ПЗ



#### 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Зробимо вибір технологічного оснащення, ріжучого і вимірювального інструмента, МОР для проєктованих операцій (токарної з ЧПК 015 та свердлильної з ЧПК 035).

Таблиця 6.5 – Перелік технологічного оснащення для проєктованих операцій технологічного процесу виготовлення корпусу

| № оп. | Найменування операції | Пристосування   | Різальний інструмент   | Вимірювальний інструмент                     |
|-------|-----------------------|---|--|--|
| 1     | 2                     | 4   | 5  | 6  |
| 015   | Токарна з ЧПК         | Патрон 7102-0072 ГОСТ 24351-80, центр 7032-0035 Морзе 5 ГОСТ 13214-79 | Різець 2101-0601 Т5К10 ГОСТ 20872-80   | Штангенциркуль ШЦ-II-320-0,1 ГОСТ 166-89     |
| 035   | Свердлильна з ЧПК     | Пристосування пневматичне спеціальне                                  | Свердло Ø 22,75 Р6М5 2301-0077 ГОСТ 10903-77<br>Розвертка конічна Р6М5 2373-0036 ГОСТ 6226-71<br>Зенківка Р6М5 2354-0136 ГОСТ 14953-80<br>Мітчик КГ3/4” 2680-4055 ГОСТ 6227-80 | Калібр пробка КГ3/4” 8258-4006 ГОСТ 24475-80 |

В якості мастильної охолоджувальної рідини застосовується Емульсіон ЕМ-1, яка в основному застосовується при лезовій обробці сталей.

|     |      |          |        |      |                   |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |                   |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |                   |  |  |  | 34   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ТМ 19090041-00 ПЗ |  |  |  |      |

## 6.5 Розрахунки режимів різання

На операцію 035 розрахунково-аналітичним методом розраховуємо режими різання для першого технологічного переходу (свердління отвору  $\varnothing 22,75^{(+0.2)}_{(-0.1)}$  мм). На решту поверхонь режими різання визначаємо табличним методом, результати розрахунків заносимо до таблиці 6.6.

Визначимо режими різання під час свердління отворів  $\varnothing 22,75^{(+0.2)}_{(-0.1)}$  мм

Різальним інструментом є спіральне свердло  $D = 22,75$  мм ГОСТ 10903-77 з матеріалом різальної частини Р6М5 (швидкорізальна сталь)

Глибина різання під час свердління дорівнює половині діаметра:

$$T = 0,5 \cdot D, \text{ мм} \quad (6.4)$$

$$T = 0,5 \cdot 22,75 = 11,4 \text{ мм.}$$

Подачу вибираємо максимально допустиму  $S = 0,43$  мм / об. Оскільки верстат Knuth Mark Super SV має безступінчасте регулювання, коректування подачі за паспортними даними не проводимо.

Швидкість різання під час свердління визначаємо за формулою:

$$v = \frac{C_v \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_v \text{ м/хв} \quad (6.5)$$

де  $C_v$  – поправочний коефіцієнт;

$T$  - період стійкості інструменту, хв;

$S$  - подача, мм / об;

$q, m, y$  - показники ступеня з таблиць [2];

$K_v$  - коефіцієнт оброблюваності

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}, \quad (6.6)$$

де  $K_{uv} = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує інструментальний матеріал;

$K_{lv} = 1,0$  – коефіцієнт, що враховує глибину різання;

$K_{mv}$  – коефіцієнт, що характеризує опрацьований матеріал;

$$K_{mv} = K_r \cdot \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.7)$$

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк. |
|     |      |          |        |      |                   | 35   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   |      |





Таблиця 6.6 – Розрахунок режимів різання на операцію 035

| № оп. | Найменування операції або переходу | t, мм | lр.х., мм | T, хв | S, мм/об | n1, хв | v, м/хв | S, мм/хв | Nр, кВт | To, хв |
|-------|------------------------------------|-------|-----------|-------|----------|--------|---------|----------|---------|--------|
| 1     | 2                                  | 3     | 4         | 5     | 6        | 7      | 8       | 9        | 10      | 11     |
| 035   | Свердлити отвір Ø22,75             | 11,4  | 26        | 50    | 0,43     | 430    | 30,7    | 184,9    | 3,07    | 0,14   |
|       | Розгорнути отвір під різьбу        | 0,69  | 20        | 50    | 1,12     | 90     | 6,7     | 18       | -       | 0,2    |
|       | Зенкувати фаску 2×45°              | 2     | 3         | 50    | 0,3      | 180    | 13,4    | 54       | -       | 0,06   |
|       | Нарізати різьбу КГ3/4"             | 0,52  | 14        | 50    | 1,814    | 180    | 13,4    | 326,5    | -       | 0,1    |

Операція 015 – Токарна з ЧПК.

На операції відбувається чорнове повздожнє точіння напрохід зовнішньої циліндричної поверхні Ø144h12

В якості різального інструмента приймаємо токарний прохідний різець з непереточуваною багатогранною пластиною 2101-0601 ГОСТ 20872-80 з матеріалом пластини Т5К10 (твердий сплав).

– Глибину різання t при чорновому точінні приймаємо рівною припуску на обробку.

$$t = 2,0 \text{ мм.}$$

– Подача для чорнового точіння:

$$S_{\text{табл}} = 0,5 \div 0,6 \text{ мм/об (табл.11, стр266) [2];}$$

Приймаємо  $S_{\text{прин}} = 0,6 \text{ мм/об.}$

– Швидкість різання, допустиму різальними властивостями інструменту, визначаємо за формулою:

$$V_{\text{расч}} = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times S^y} \times K_v, \text{ м/хв} \quad (6.14)$$

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 38   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

де  $C_v = 350$ ;  $x = 0,15$ ;  $y = 0,35$ ;  $m = 0,2$  (табл. 17, стр. 269) [2];

$T$  – період стійкості інструменту,  $T = 30$ хв;

$$K_v = K_{mv} \times K_{nv} \times K_{iv}, \quad (6.15)$$

де  $K_{mv}$  – коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу заготовки (табл. 1-4, стр. 261) [2]:

$$K_{mv} = K_r \times \left( \frac{750}{\sigma_b} \right)^n, \quad (6.16)$$

де  $K_r$  – коефіцієнт інструментального матеріалу. Для твердого сплаву  $K_r = 1,0$ ;

$n$  – показник ступеня при обробці твердосплавними різцями = 1,0

$$K_{mv} = 1,0 \times \left( \frac{750}{760} \right)^{1,0} = 0,98$$

$K_{nv}$  – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки,

$K_{nv} = 0,8$  (табл. 5, стр. 263) [2];

$K_{iv}$  - коефіцієнт який враховує вплив інструментального матеріалу,

$K_{iv} = 1,0$  (табл. 6, стр. 263) [2].

$$K_v = 0,98 \times 0,8 \times 1,0 = 0,96$$

$$V_{\text{расч}} = \frac{350}{30^{0,2} \times 2^{0,15} \times 0,6^{0,35}} \times 0,96 = 285 \text{ м/хв}$$

– Частоту обертання шпинделя, об/хв, визначаємо за формулою:

$$n_{\text{расч}} = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 112,4}{3,14 \times 18} = 1988,67 \text{ об/хв}. \quad (6.17)$$

Оскільки верстат UNITECH UT 560×1000 має безступінчасте регулювання частоти обертання шпинделя, коректування за паспортними даними не проводимо.

– Силу різання визначаємо за формулою:

$$P_z = 10 \times C_p \times t^x \times S^y \times V^n \times K_p, \text{ Н} \quad (6.18)$$

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 39   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |



де  $C_p = 300$ ;  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = -0,15$ ; (табл. 22, стр. 273) [2];

Поправочний коефіцієнт  $K_p$ , визначається за формулою:

$$K_p = K_{mp} \times K_{фр} \times K_{γр} \times K_{λр} \times K_{гр} , \quad (6.19)$$

де  $K_{mp}$  – коефіцієнт, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на силу різання (табл. 9, стр. 264) [2]:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n , \quad (6.20)$$

де  $n$  – показник ступеня для твердого сплаву,  $= 0,75$

$$K_{mp} = \left( \frac{760}{750} \right)^{0,75} = 1$$

$K_{фр} = 1,0$  (табл. 23, стр. 275) [2];

$K_{γр} = 1,0$  (табл. 23, стр. 275) [2];

$K_{λр} = 1,0$  (табл. 23, стр. 275) [2];

$K_{гр} = 0,93$  (табл. 23, стр. 275) [2];

$$K_p(P_z) = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,93 = 0,93$$

$$P_z = 10 \times 300 \times 2^{1,0} \times 0,6^{0,75} \times 285^{-0,15} \times 0,93 = 1701,44 \text{ Н}$$

– Потужність різання, розраховуємо за формулою:

$$N_{рез} = \frac{P_z V}{1020 \times 60} , \quad \text{кВт} \quad (6.21)$$

$$N_{рез} = \frac{1701,44 \times 101,79}{1020 \times 60} = 3,17 \text{ кВт}$$

– Перевірка необхідної потужності електродвигуна:

$$N_{эд} = \frac{N_{рез} \times K_1}{K_2 \times \eta} , \quad (6.22)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт використання верстатів по потужності,  $K_1 \approx 0,8$ ;

$K_2$  – коефіцієнт перевантаження,  $K_2 \approx 1,25$ ;

$\eta$  - КПД приводу верстата,  $\eta \approx 0,7 \div 0,75$ .

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 40   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |





$$T_{n-3} = 14 + 2 + 2 + 7 = 25 \text{ хв}$$

Тоді штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 0,94 + \frac{25}{465} = 0,99 \text{ хв}$$

Таблиця 5.3 - Нормування операції 035

| Перехід                          | T <sub>о</sub> , хв | T <sub>д</sub> , хв | T <sub>оп</sub> , хв | T <sub>техн.обсл</sub> , хв     | T <sub>орг.обсл</sub> , хв     | T <sub>відп</sub> , хв         | T <sub>шт</sub> , хв | T <sub>п.з</sub> , хв | T <sub>шт-к</sub> , хв |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 Свердлити отвір<br>∅22,75      | 0,12                |                     |                      |                                 |                                |                                |                      |                       |                        |
| 2 Розгорнути отвір<br>під різьбу | 0,13                |                     |                      | 3,5 %<br>від<br>T <sub>оп</sub> | 4,3%<br>від<br>T <sub>оп</sub> | 2,2%<br>від<br>T <sub>оп</sub> |                      |                       |                        |
| 3 Зенкувати фаску<br>2×45°       | 0,125               |                     |                      |                                 |                                |                                |                      |                       |                        |
| 4 Нарізати різьбу<br>КГ3/4”      | 0,125               |                     |                      |                                 |                                |                                |                      |                       |                        |
| Разом                            | 0,5                 | 0,79                | 1,29                 | 0,049                           | 0,061                          | 0,031                          | 1,53                 | 25                    | 1,84                   |

Розрахунок технічної норми часу для операції 015 Токарної з ЧПК.

Розрахунок проводимо за нормативами [8]

Норма штучного часу визначається за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_o + T_{от}, \text{ хв} \quad (6.29)$$

де T<sub>о</sub> – основний (машинний) час для токарної операції 015, хв, T<sub>о</sub> = 1,4 хв

T<sub>д</sub> – допоміжний час, хв, складається з витрат часу на окремі прийоми:

$$T_b = T_{у.с} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из}, \text{ хв} \quad (6.30)$$

де T<sub>у.с</sub> – час на установку і зняття деталі, хв.(дод.5.1, стр.197) T<sub>у.с</sub> = 0,06 хв.;

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 43   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

$T_{з.о}$  – час на закріплення деталі, хв. (дод .5.7, стр.201)  $T_{з.о} = 0,024$  хв.;

$T_{уп}$  – час на прийоми управління, хв (дод.5.8, стр.202)

$$T_{уп} = 0,01 + 0,04 + 0,025 = 0,075 \text{ хв.};$$

$T_{из}$  – час на вимірювання деталі, хв (дод.5.12(5.15), стр.197(209))

$$T_{из} = 0,03 + 0,16 = 0,19 \text{ хв.}$$

$$T_d = 0,06 + 0,024 + 0,075 + 0,19 = 0,349 \text{ хв.}$$

$T_{об}$  – час на обслуговування робочого місця, складається з часу на організаційне обслуговування:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \text{ хв} \quad (6.31)$$

де  $T_{тех}$  – час на технічне обслуговування робочого місця, хв,

$T_{орг}$  – час на організаційне обслуговування робочого місця, хв,

визначається

$T_{от}$  – час перерв на відпочинок і особисті потреби, хв,

Норма часу на обслуговування робочого місця та відпочинок та особисті потреби визначається у відсотках від оперативного часу (дод.5.22, стр.213):

$$T_{об} = T_{оп} \times П_{об}, \quad (6.32)$$

$$T_{от} = T_{оп} \times П_{от}, \quad (6.33)$$

де  $П_{от}$  – затрати часу на відпочинок, в %,  $[8] = 6\%$ .

$$T_{от} = (1,4 + 0,349) \times 4\% = 0,070 \text{ хв.}$$

$$T_{об} = (1,4 + 0,349) \times 3\% = 0,052 \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = 1,4 + 0,349 + 0,070 + 0,052 = 1,871 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму штучно-калькуляційного часу за формулою:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{шт}, \text{ хв}$$

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 44   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

Підготовчо-заключний час складається з часу на наладку верстата, інструменту; при обробці в спеціальному пристосуванні - 14 хв, установка інструменту - 2 хв, установка упору - 2 хв, отримання інструменту до роботи і здача його після закінчення зміни - 7 хв.

$$T_{n-з} = 14 + 2 + 2 + 7 = 25 \text{ хв}$$

Тоді штучно-калькуляційний час:

$$T_{ш-к} = 1,871 + \frac{25}{465} = 1,92 \text{ хв}$$

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   | 45   |

## 7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Проектування верстатного пристрою на операцію 035 свердлильну з ЧПК.

Застосування спеціального пристосування з механізованим пневматичним приводом дозволить знизити трудоемність механічної обробки, підвищити стабільність точнісних параметрів операції. [8].

Розглянута свердлильна операція з ЧПК виконується на верстаті моделі Knuth Mark Super SV.

Уточнення мети технологічної операції.

На даній операції оброблюється конічний різбовий отвір КГ3/4". Операція виконується за чотири технологічних переходи: свердління отвору  $\varnothing 22,75\text{мм}$ , розгортання конічного отвору під різьбу, зенкування фаски  $2 \times 45^0\text{мм}$ , нарізання різьби КГ3/4".

Відповідно до технічних вимог на виготовленні деталі, допуск на свердління отвору  $\varnothing 22,75\text{мм}$  беремо по 14 квалітету точності [9].

$$T_{\varnothing 22,75} = 52 \text{ мкм}$$

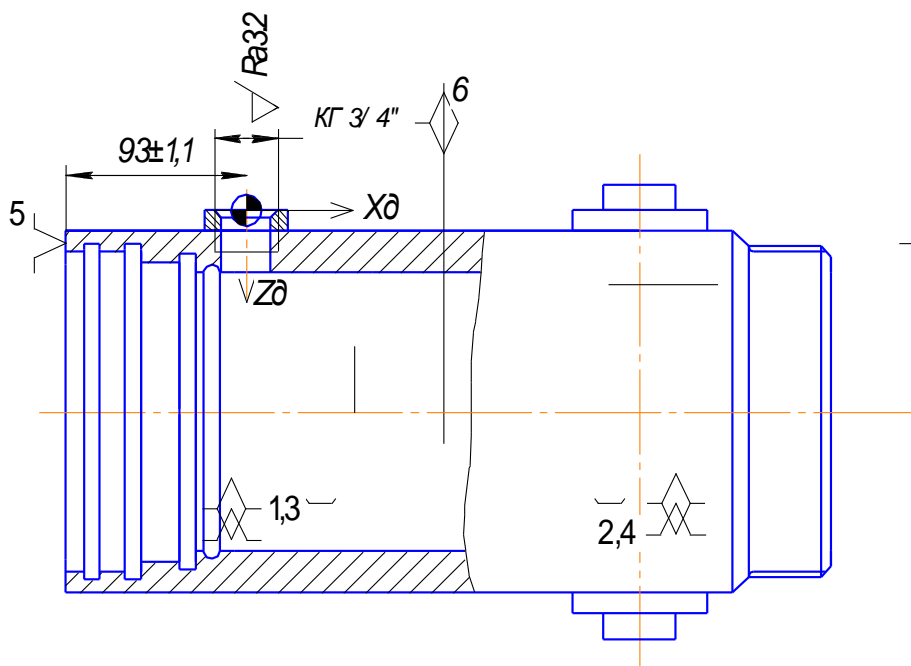


Рисунок 7.1 – Схема базування заготовки на операції свердлильній з  
ЧПК

|     |      |          |        |      |  |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|-------------------|------|
|     |      |          |        |      |  | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |                   | 46   |





Під дією крутного моменту  $M_{св}$ , заготовка прагне вивернутися з призми, при цьому виникає сили реакції між призмами і заготовкою  $R_1$  і  $R_2$ . Так само на заготовку діє притискуюча осьова складова сили різання  $P_o$ . Визначимо яку необхідно прикласти силу притиску  $W$ , щоб запобігти вивертанню.

Умова рівноваги має вигляд:

$$R_{1B} + R_{2B} \leq (W + P_o)K, \quad (7.1)$$

де  $R_{1B}, R_{2B}$  - вертикальні складові сил реакцій в призмах;

$K$  – коефіцієнт запасу.

$$R_{1B} = R_{1Г} \operatorname{tg} \alpha, \text{ Н} \quad (7.2)$$

$$R_{2B} = R_{2А} \operatorname{tg} \alpha, \text{ Н} \quad (7.3)$$

где  $\alpha$  - половина кута в призмі ( $\alpha = 45^\circ$ ).

Горизонтальні складові сил реакцій в призмах в призмах  $R_1, R_2$ :

$$R_{1Г} \cdot l_1 = \frac{1}{2} M_{св}, \text{ Н};$$

$$R_{2Г} \cdot l_2 = \frac{1}{2} M_{св}, \text{ Н}$$

Орієнтуючись на те, що найбільша сила та крутний момент будуть виникати на першому технологічному переході (свердління отвору), розрахунок сили затискання будемо проводити саме за величиною сил та моментів на цьому переході. Осьова сила  $P_o$  при цьому буде діяти радіально, тому в розрахунках її не враховуємо.

Розрахуємо коефіцієнт запасу [2, с.85]:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (7.4)$$

де  $K_1 = 1,5$  - гарантований коефіцієнт запасу. Складові коефіцієнта запасу беремо за [2, с.85];

$K_2 = 1,2$  - коефіцієнт, що враховує коливання сили різання із-за непостійності припуску;

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  |  | 48   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

$K_3=1,1$  - враховує збільшення сили різання в результаті зносу інструменту;

$K_4=1,0$  - враховує постійність сили затиску(механізований затиск);

$K_5=1,0$  - враховує зручність розташування рукоятки;

$K_6=1,1$  - враховує наявність моменту прагнучого повернути заготовку на площині.

Из (7.2) знаходимо сили реакцій  $R_{1Г}$  и  $R_{2Г}$ :

$$R_{1Г} = \frac{1}{2} \frac{M_{ce}}{l_1} = \frac{1}{2} \frac{69,6}{0,032} = 1087,5 \text{ Н};$$

$$R_{2Г} = \frac{1}{2} \frac{M_{ce}}{l_2} = \frac{1}{2} \frac{69,6}{0,21} = 166 \text{ Н}$$

$$R_{1B} = 1087,5 \cdot \text{tg}45^0 = 1087,5 \text{ Н} ,$$

$$R_{2B} = 166 \cdot \text{tg}45^0 = 166 \text{ Н}$$

Из (7.1) знаходимо силу затискання  $W$ :

$$W = \frac{R_1 + R_2}{K} - P_o = \frac{1087,5 + 166}{2,178} - 6636 = 6060 \text{ Н}$$

З розрахованого видно, що притискання осьюовою силою від свердління вистачає для запобігання вивертання заготовки з призм.

Тому вибираємо найменший пневмоциліндр з одностороннім штоком з наступними характеристиками  $D=63\text{мм}$ ;  $d=16\text{мм}$ , який розвиває зусилля:;

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} p \eta, \text{ Н} \quad (7.5)$$

де  $D$  - робочий діаметр циліндра, мм;

$p$  - тиск в пневмосети, МПа;

$\eta$  - ККД пневмоциліндра.

$$Q = \frac{3,14 \cdot 63^2}{4} \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 1500 \text{ Н} = 1,5 \text{ кН}$$

|     |      |          |        |      |  |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|-------------------|------|
|     |      |          |        |      |  | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |                   | 49   |

Розрахунки пристосування на точність.

Розрахунки допусків на виготовлення елементів пристосування являють собою перетворення інформації про вимоги до точності обробки поверхонь деталі на свердлильній операції з ЧПК в точнісні вимоги до пристосування.

Визначаємо розрахункові параметри пристосування, які будуть впливати на досягнення заданих допусків обробленої деталі.

Деталь базується по поверхням Ø127h10 та лівому торцю деталі, тобто витримується принцип співпадання баз (технологічна та вимірювальна бази збігаються).

Визначимо допустиму похибку на перпендикулярність верхнього торця призми до настановної поверхні плити за формулою [9, с 26]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_{zn}^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2} \quad (7.6)$$

де  $T = 360$  мкм – найбільш жорсткий допуск розташування (п. 1.3);

- $K_T = 1,2$  – коефіцієнт, що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;
- $K_{T1} = 0,85$  - коефіцієнт, що враховує зменшення граничного значення похибки базування;
- $\varepsilon_{\delta} = 0$  - похибка базування (свердлимо наскрізний отвір Ø21,75мм) ;
- $\varepsilon_z = 43$  мкм - похибка закріплення (табл. 3.3) [1];
- $\varepsilon_y = 20$  мкм - похибка установки пристрою на верстаті[5, с. 21];
- $\varepsilon_n = 0$  - похибка перекосу інструмента (відсутні постійні або змінні напрямні втулки);
- $\varepsilon_{zn} = 0$  – похибка зношування (див. п 3.2, при рівномірному зношуванні робочої поверхні оправки) [1];
- $K_{T2} = 0,7$  – коефіцієнт що враховує можливість появи похибки обробки (див. п 3.2) [1];
- $\omega = 150$  мкм - значення допуску для 12 квалітету середньої економічної точності свердління для розміру 8 мм (див. табл. 3.7) [1];

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 50   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

-  $\varepsilon_{noz} = 50$  мкм - похибка позиціонування (відповідно до паспорта верстата).

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\varepsilon_{np} = 360 - 1,2\sqrt{0^2 + 43^2 + 20^2 + 0^2 + 0^2 + (0,7 \cdot 150)^2 + 50^2} = 156 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду приймаємо допуск перпендикулярності.

$$T = 160 \text{ мкм.}$$

#### Розрахунок пристосування на міцність

Розрахуємо на міцність найбільш небезпечну ланку пристосування. З аналізу конструкції пристосування можна дійти висновку, що найбільш навантаженою деталлю є вісь коромисла. Вісь працює на зріз, матеріалом вісі є сталь Ст5.

Розрахунок на міцність:

$$\tau_{cp} = \frac{4P}{\pi d^2} \leq [\tau], \text{ Мпа} \quad (7.7)$$

где  $P$  – сила реакції, що діє на вісь, Н

$$P = 2Q = 2 \cdot 1500 = 3000 \text{ Н ;}$$

$d$  – діаметр вісі, мм. ;

$[\tau]$  допустима напруга розтягування,  $[\tau] = 100$  Мпа ;

Тоді необхідний діаметр небезпечного перетину, мм:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [\tau]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3000}{\pi \cdot 100}} = 6,2 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр вісі із стандартного ряду  $d = 8$  мм.

Принцип дії пристосування

Пристосування призначене для базування і закріплення при обробці кінцевого різьбового отвору у бонці і встановлюється на столі свердлильного верстата з ЧПУ марки Knuth Mark Super SV. Заготовка в пристосуванні базується по зовнішньому діаметру і лівому торцю.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 51   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

Принцип роботи пристосування.

Корпус встановлюється на призми і упирається торцем впритул. При повороті рукоятки пневмокрана в робочу порожнину пневмоциліндра подається повітря з пневмомережі, при цьому плунжер циліндра давить на прижим, який при цьому діє як механізм коромисла і притискає деталь до призм. Після закріплення здійснюється свердління. Після закінчення обробки рукоятка пневмокрана перемикається в іншу позицію, стисле повітря поступає в іншу порожнину циліндра. Плунжер опускається, тим самим віджимається корпус. Пристосування можливо переналагоджувати тільки при заміні настановних елементів.

Пристосування зручно розбирати і збирати, оскільки більшість елементів конструкції кріпляться на різьбі або гвинтами і болтами. Пристосування має великі габаритні розміри, і в конструкцію пристосування входить багато металевих деталей. Тому конструкцію пристосування можна вважати металоємною і складною. Заготовку зручно встановлювати в це пристосування, процес встановлення не трудомний і не складний.

Для очищення і змащування деяких деталей потрібне повне розбирання пристосування.

|     |      |          |        |      |                   |      |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
|     |      |          |        |      | ТМ 19090041-00 ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                   | 52   |

## ВИСНОВКИ

Під час роботи над кваліфікаційною роботою бакалавра було виконано наступне:

- проведено аналіз службового призначення виробу (гідроциліндру 503А-8603510) та його складової деталі – корпусу 503А-8603510-03. Крім цього, було виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації;

- проведено аналіз технічних вимог на виготовлення корпусу, де було проаналізовано точність розмірів та вимог шорсткості, що ставлять до деталі;

- визначено тип виробництва – середньосерійний (при річному випуску 5000 штук). Також розраховано кількість деталей у партії запуску 465шт;

- виконано вибір метода отримання заготовки та її розрахунок;

- виконано аналіз операції існуючого технологічного процесу. Для аналізу були взяті операції 040 – свердлильна з ЧПК, на якій оброблюється конічний різьбовий отвір; та токарна операція 015, на якій проводиться чорнова обробка деталі по контуру. В процесі аналізу розроблена схема базування, обґрунтований вибір прогресивного високопродуктивного обладнання з ЧПК та технологічного оснащення з урахуванням особливостей середньосерійного виробництва.

- виконано розрахунок режимів різання та норм часу на операцію 035.

- у відповідності з особливостями середньосерійного типу виробництва та розроблено спеціальний верстатний пристрій, що забезпечує точність базування і надійність закріплення заготовки на операціях 035.

Всі запропоновані нововведення направлені на зниження собівартості деталі та надання їй конкурентоспроможності.

|     |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|     |      |          |        |      |  |  |  |  | 53   |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ТМ 19090041-00 ПЗ









