

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 валу вторинного 1554.01.105.001

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

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Манжай І.С

(прізвище та ініціали)

Керівник: *Динник О.Д.*

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В.О.Залога

«___» _____ 2020р.

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ВАЛУ ВТОРИННОГО
1554.01.105.001**

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Манжай І.С.

Керівник

Динник О.Д.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Форма № Н-9.01

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ В.О.Залога
«__» _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Манжай Іван Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) *Проектування технологічного
процесу виготовлення валу вторинного 1554.01.105.001*

керівник проекту *Ст.викладач каф. ФЗНД к.т.н Динник О.Д.*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 201__ року № _____

2. Строк подання студентом проекту (роботи) «__» _____ 20__ року

3. Вихідні дані до проекту(роботи)
*Креслення деталі «вал вторинний 1554.01.105.001»
Річний обсяг випуску деталей – 3500 шт.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі

4.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

4.3 Визначення типу виробництва та форми його організації

4.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

4.5 Вибір способу отримання заготовки, розробка технічних вимог на заготовку

4.6 Аналіз існуючого технологічного процесу виготовлення деталі

4.7 Проектування верстатного пристрою

4.8 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

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> | | |
| 2 | <i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i> | | |
| 3 | <i>Визначення типу та форми організації виробництва</i> | | |
| 4 | <i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i> | | |
| 5 | <i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i> | | |
| 6 | <i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i> | | |
| 7 | <i>Проектування верстатного пристрою для устанавлення і закріплення заготовки</i> | | |
| 8 | <i>Оформлення графічної частини роботи</i> | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент

_____ (підпис)

Манжай І.С

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Динник О.Д.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 51 с., 17 табл., 13 рис., 53 формула, 18 літературних джерел

Об'єкт розробки: деталь Вал вторинний 1554.01.105.001

Мета роботи: Проектування технологічного процесу виготовлення деталі вал 1554.01.105.001.

В кваліфікаційній роботі було виконано аналіз службового призначення виробу – коробка передач автомобіля, деталі – вал вторинний 1554.01.105.001. 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 – штамповка на кривошипному гаряче штампувальному пресі.

Проаналізовано технологічні операції: 025 Токарна з ЧПК та 045 Фрезерна 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 Фрезерної з ЧПК та налагодження на операцію 025 Токарну з ЧПК.

КОРОБКА ПЕРЕДАЧ, ВАЛ ВТОРИННИЙ, РІЗЕЦЬ, ФРЕЗА, НОРМИ ЧАСУ,
РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ПРИСТОСУВАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ | |
| 1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. | |
| Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації | 7 |
| 2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі | 12 |
| 3 Визначення типу та форми організації виробництва | 14 |
| 4 Аналіз технологічності конструкції деталі | 18 |
| 5 Вибір способу отримання заготовки та розроблення технічних вимог до неї | 20 |
| 6 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі | 24 |
| 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку | 26 |
| 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки.. | 29 |
| 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів | 35 |
| 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів | 37 |
| 6.5 Розрахунки режимів різання | 39 |
| 6.6 Технічне нормування операцій | 44 |
| 7 Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки | 49 |
| Висновок | |
| Список використаної літератури | |
| Додатки | |

| | | | | | | | | |
|-----------|-------------|----------|--------|--|--|------------------------|------|---------|
| | | | | | ТМ 17090034-00 ПЗ | | | |
| | | № докум. | Підпис | | | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Розробив | Манжай І.С | | | | Проектування технологічного процесу виготовлення деталі вал вторинний 1554.01.105.001 | | 5 | 51 |
| Перевірив | Динник О.Д. | | | | | КІСумДУ, ТМ-61к | | |
| Реценз. | | | | | | | | |
| Н. Контр. | Динник О.Д. | | | | | | | |
| Затв. | | | | | | | | |

ВСТУП

Машинобудування — найважливіша комплексна галузь обробної промисловості, включає до 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. Ним може бути будь-який предмет, або множина предметів виробництва, які виробляють на підприємстві. Стандарти передбачають такі види виробів: заготовки, деталі, складальні одиниці, комплекси та комплекти.

У машинобудівному виробництві розрізняють три основних типи: масове, серійне та одиничне. Належність виробництва до того чи іншого типу визначається степінь 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.

Провідні галузі точного машинобудування — приладобудування, радіотехнічне й електронне машинобудування, електротехнічна промисловість.

Головний напрямок автоматизації дрібно - і середньо серійного виробництва- розвиток і застосування верстатів з ЧПК, промислових роботів (ПР), гнучких виробничих систем (ГПС).

Автоматизація - сукупність технологічних процесів, коли автоматизовані пов'язані між собою технологічні операції (процеси) або декілька одиниць обладнання (автоматичні лінії, багатоцільові верстати, транспортно-завантажувальні роботи та ін.)

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

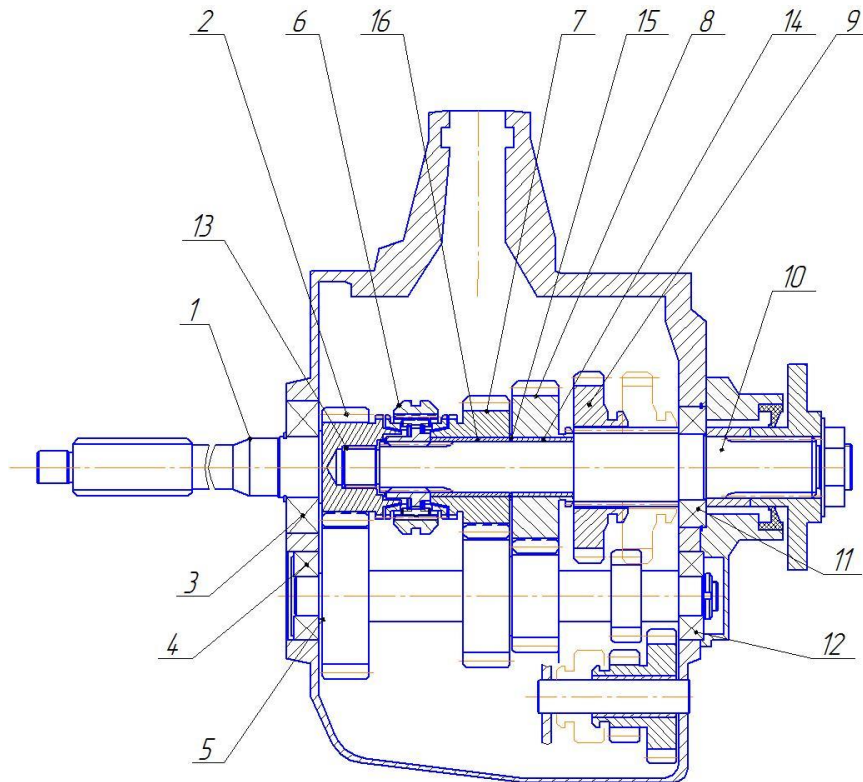
Вал вторинний 1554.01.105.001 є однією з найбільш відповідальних деталей коробки передач автомобіля ГАЗ-52. Коробка передач призначена для зміни тягового зусилля на колесах автомобіля, а також для отримання заднього ходу і відокремлення двигуна від ведучих коліс.

Коробка передач автомобіля ГАЗ-52 триходова, має чотири швидкості для руху вперед і одну для руху назад (рисунок 1.1). Механізм коробки передач вмонтований в литий чавунний картер, який кріпиться до картера зчеплення за допомогою чотирьох шпильок, вкручених в картер зчеплення. Центрування коробки щодо зчеплення забезпечується фланцем кришки первинного вала.

Технічна характеристика коробки передач автомобіля ГАЗ-52 наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика коробки передач автомобіля ГАЗ-52

| Параметр | Значення |
|--------------------|---|
| Зчеплення | Сухе однодискове, ведений диск оснащений демпферними пружинами |
| Передаточні числа: | |
| перша передача | 6,48 |
| друга передача | 3,09 |
| третя передача | 1,71 |
| четверта передача | 1,0 |
| задній хід | 7,9 |
| Карданна передача | Відкритого типу. Має два вала і три кардана з гольчастими підшипниками. |
| Головна передача | Спирально-конічна з передаточним відношенням 6,67:1 |
| Диференціал | Конічний шестеренний |
| Напіввісі | Повністю розвантажені |



1 – вал первинний; 2 – шестерня первинного валу; 3, 4, 11, 12 – підшипники кочення; 5 – вал проміжний; 6 – синхронизатор третьої-четвертої передачі; 7 – шестерня третьої передачі; 8 – шестерня другої передачі; 9-шестерня першої передачі; 10 – вал вторинний; 13 – підшипник роликовий; 14 – розпірна втулка; 15 – розпірна шайба; 16 – втулка розпірна

Рисунок 1.1 – Ескіз коробки передач автомобіля ГАЗ-52

Вторинний вал 10 (рисунок 1.1) встановлений на двох підшипниках: на циліндричний роликопідшипник 13, розташований в гнізді первинного валу, і на шарикопідшипнику 11, встановленому в задній стінці картера. У середній частині вторинного валу є евольвентні шліци, по внутрішній поверхні яких центрується шестерня 9.

На гладкій шийці вторинного валу вільно посаджена шестерня 8 другої передачі, яка має два зубчастих вінця: один косозубий для постійного зачеплення з відповідним вінцем проміжного валу і другий прямозубий для зачеплення з шестернею 9 при увімкненні другої передачі.

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

ТМ. 17090034-00. ПЗ

Арк.

8

На передньому кінці вторинного вала встановлені і затягнуті гайкою: маточина синхронізатора, з'єднана з валом за допомогою шліців, сталева загартована розпірна втулка 14 і упорна шайба 15, що впирається в торець шийки, на якій обертається шестерня другої передачі.

Аналізуючи положення деталі у вузлі, можна стверджувати, що деталь позбавлена шести ступенів вільності (схема базування під час складання показана на рисунку 1.2).

- циліндричні поверхні $\text{Ø}42\text{e}8$ та $32\text{js}6$ - подвійна напрямна базу полишає деталь у вузлі чотирьох ступенів вільності;
- торець шийки валу– опорна база, позбавляє деталь однієї ступені вільності.
- зубці - опорна база, позбавляє деталь однієї ступені вільності.

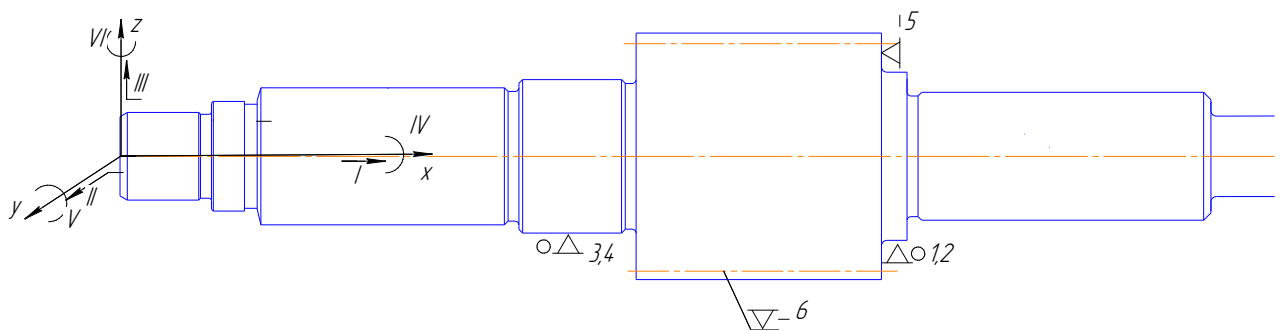


Рисунок 1.2 – Схема базування деталі в вузлі

Таблиця 1.1 – Таблиця відповідності

| Зв'язки | Ступені вільності | Назви баз |
|---------|-------------------|------------------------|
| 1,2,3,4 | III, VI, V, II | Подвійна напрямна база |
| 5 | I | Опорна база |
| 6 | IV | Опорна база |

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків

| | X | Y | Z | |
|---|---|---|---|------------------------|
| L | 0 | 1 | 1 | Подвійна напрямна база |
| A | 0 | 1 | 1 | |
| L | 1 | 0 | 0 | Опорна база |
| A | 0 | 0 | 0 | |
| L | 0 | 0 | 0 | Опорна база |
| A | 1 | 0 | 0 | |

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

ТМ. 17090034-00. ПЗ

Арк.

9

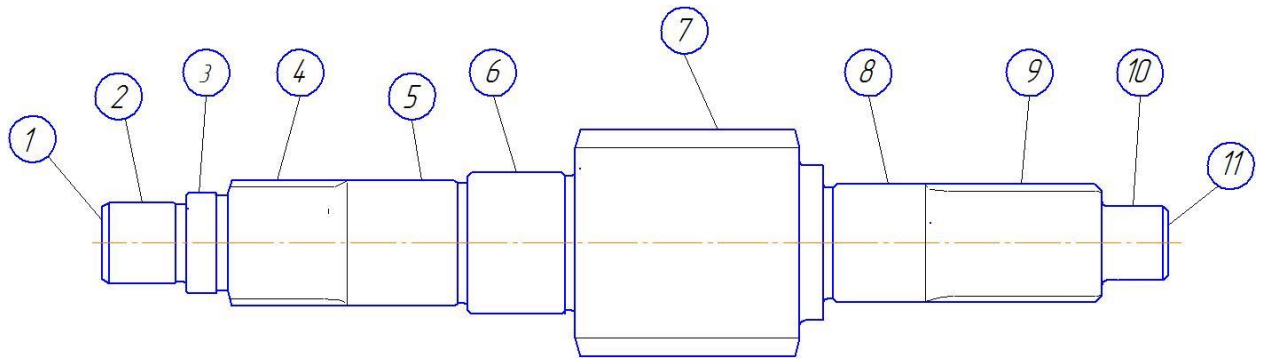


Рисунок 1.2 – Ескіз вала вторинного з позначенням поверхонь

Таблиця 1.3 – Класифікація поверхонь по службовому призначенню

| Види поверхонь | Номери поверхонь |
|--------------------------------------|------------------|
| Основні конструкторські бази (ОКБ) | 2,6, 8 |
| Допоміжні конструкторські бази (ДКБ) | 3, 5,10 |
| Виконавчі поверхні | 4,7,9 |
| Вільні | 1,11 |

Основними конструкторськими базами (ОКБ) є поверхні 2, 6, 8 котрі визначають положення деталі у виробі. Поверхня 2 - циліндрична, має розмір $\varnothing 24,48 \text{ e}8 \left(\begin{smallmatrix} -0,040 \\ -0,073 \end{smallmatrix} \right) \text{ мм}$, на кресленні на неї передбачений допуск циліндричності 0,01мм. Шорсткість поверхні $Ra=0,32$.

Поверхня 8 циліндрична $\varnothing 35 \text{ js}6 \left(\begin{smallmatrix} +0,008 \\ -0,008 \end{smallmatrix} \right) \text{ мм}$, допуск циліндричності 0,01мм. Шорсткість поверхні $Ra=1,25$. Ці поверхні мають високу точність, так як на них встановлюють підшипники кочення.

Поверхня 6 – циліндрична $\varnothing 42 \text{ e}8 \left(\begin{smallmatrix} -0,050 \\ -0,089 \end{smallmatrix} \right) \text{ мм}$, допуск радіального биття 0,04мм. співвісності 0,03мм. шорсткість $Ra=0,32 \text{ мкм}$.

Допоміжними конструкторськими базами є поверхні 3, 5, 10 що визначають положення деталей, котрі приєднуються до даного вала.

Поверхня 5 – циліндрична поверхня $\varnothing 37,5k7^{(+0.027)}_{(+0.002)}$ мм, допуск циліндричності 0,05мм, з шорсткістю $Ra=1,25\text{мкм}$ призначена для встановлення шестерні 3-ї передачі.

Поверхня 7 – зубчаста (виконавча) $\varnothing 67,5 h6_{(-0.019)}$ мм, допуск співвідносності 0,03мм, шорсткість $Ra=1,25\text{мкм}$, має евольвентний профіль. Ці розміри дають можливість переміщати шестерню ввімкнення першої та другої передачі в осьовому напрямку

До виконавчих поверхонь також відносять шліцеві поверхні 4, 9 які передають крутний момент.

Поверхні 1 та 11 є вільними, так як вони не контактують з іншими поверхнями деталей під час експлуатації.

Кожна поверхня деталі має свої точності, свою висоту мікронерівностей, точність взаємного розташування.

Решта оброблюваних поверхонь відповідають 13...14 квалітетам з параметром шорсткості $Ra = 6,3\text{мкм}$.

Необроблювані поверхні мають шорсткість $Ra = 10\text{мкм}$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Вал вторинний коробки передач сприймає високі динамічні навантаження, таким чином, його тіло повинно мати високу міцність. При цьому зубчасті й шліцові вінці сприймають високі контактні навантаження, тому вони повинні мати досить високу твердість. Наведеним вимогам відповідає матеріал деталі - сталь 40Х ГОСТ 4543 -71, що піддається в процесі виготовлення деталі гартуванню з подальшим високим відпусканням. Основною технологічною властивістю сталі 40Х, що обумовлює її застосування для виготовлення валу вторинного, є висока зносостійкість.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 40Х ГОСТ 4543 -71

| Хімічний елемент | Карбон (С) | Сіліцій (Si) | Манган (Mn) | Сірка (S) | Фосфор (P) | Хром (Cr) | Нікель (Ni) | Мідь (Cu) |
|------------------|-------------|--------------|-------------|-----------------|------------|-----------|---------------|-----------|
| Склад, % | 0,41 - 0,49 | 0,17 - 0,37 | 0,5 - 0,8 | не більше 0.035 | | 0.8 - 1.1 | не більше 0.3 | |

Матеріал деталі задовольняє всім вимогам, що ставить конструктор, і забезпечує нормальну працездатність валу вторинного у вузлі.

Аналіз технічних вимог, що ставляться конструктором до деталі «Вал вторинний»:

1) Поковка Гр III ГОСТ25054-81. Даний стандарт розповсюджується на поковки діаметром (товщиною) до 1000 мм, отримані куванням або ж гарячою штамповкою з корозійних сплавів та сталей. Група поковок по призначенню Гр. III – застосовуються до середньо навантажених деталей, та мають розрахунковий запас міцності більше розрахункового, та не піддаються дії навколишнього середовища або робочого середовища, яка призводить до міжкристалічної корозії. Згідно з гр. III даного стандарту, 100% заготовок з партії необхідно піддати контролю на твердість.

2)Механічні властивості матеріалу деталі:

| | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|--|--|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | | | Арк. |
| | | | | | | | | 12 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |

– твердість на поверхні зубів 61...66 HRC (цей параметр забезпечує високу зносостійкість);

– твердість серцевини 35 ... 45 HRC (цей параметр забезпечує надійну роботу шестерні при динамічних навантаженнях);

– твердість різьбового кінця 25 .. .40 HRC;

– нітроцементация для підвищення твердості, для забезпечення більш точної і тривалої роботи деталі, глибина нітроцементованного шару 1,0 ... 1,4.

3) Незазначені граничні відхилення розмірів H14, h14, $\pm IT14/2$. Поверхні, на які за кресленням не зазначаються граничні відхилення, не є відповідальними.

4) Невказані допуски форми та розташування по ГОСТ 25069-81. На кресленні вказані допуски для найбільш точних поверхонь, решта поверхонь має величину допусків форми і розташування за ГОСТ 25069-81, цим значно спрощується креслення (не вказуються на ньому допуски для всіх поверхонь).

5) Маркувати позначення креслення, марку матеріалу електропером.

6) Клеймити знак ВТК. Цей знак наноситься на відповідальні деталі насоса і вказує на те, що деталь пройшла повторний контроль представником ОТК, який перевіряв деталь на відповідність усім її вимогам до виготовлення.

Беручи до уваги конструкцію деталі, технічні вимоги та службове призначення робимо висновок, що дана деталь працює в умовах знакозмінних навантажень, і не піддається впливу агресивних середовищ.

Вал вторинний є відповідальною деталлю, від міцності та відповідності вимогам креслення якої залежить працездатність виробу в цілому.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ОРГАНІЗАЦІЙНИХ УМОВ РОБОТИ

Тип виробництва за ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій ($K_{з.о.}$), який показує відношення всіх технологічних операцій, виконуваних виробничим підрозділом, до числа робочих місць.

Вихідні дані:

Річна програма випуску виробів $N = 3500$ штук.

Дійсний річний фонд роботи обладнання $F_{д} = 4029$ годин [6, табл. 2.1, с.22]

Результати розрахунку типу виробництва заносимо до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Розрахунок типу виробництва

| № | Найменування операції | Тшт, хв | m_p | P | $\eta_{з.ф}$ | O |
|----|------------------------|---------|-------|----|--------------|-----|
| 1 | Фрезерно-центрувальна | 0,76 | 0,04 | 1 | 0,04 | 19 |
| 2 | Токарно-копіювальна | 2,07 | 0,08 | 1 | 0,08 | 15 |
| 3 | Токарно-копіювальна | 3,78 | 0,10 | 1 | 0,10 | 11 |
| 4 | Токарна з ЧПК | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| 5 | Шліцефрезерна | 0,7 | 0,02 | 1 | 0,02 | 34 |
| 6 | Зубофрезерна | 0,5 | 0,07 | 1 | 0,07 | 12 |
| 7 | Горизонтально-фрезерна | 0,46 | 0,07 | 1 | 0,07 | 13 |
| 8 | Різьбонарізувальна | 0,4 | 0,06 | 1 | 0,06 | 15 |
| 9 | Круглошліфувальна | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| 10 | Круглошліфувальна | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| 11 | Круглошліфувальна | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| 12 | Круглошліфувальна | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| 13 | Круглошліфувальна | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| 14 | Круглошліфувальна | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| 15 | Круглошліфувальна | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| 16 | Круглошліфувальна | 1,5 | 0,02 | 1 | 0,02 | 18 |
| | Всього | 22,17 | | 16 | | 304 |

Розрахунок коефіцієнта $K_{з.о.}$ проводимо на основі штучного часу на операцію. Знаючи штучний час , витрачений на кожну операцію, визначаємо кількість верстатів за формулою:

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

де N - річна програма випуску виробів, шт;

$T_{шт}$ - штучний час на операцію;

F_d - дійсний річний фонд часу, год;

$\eta_{з.н.}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Згідно з рекомендаціями [6, с.20] для серійного виробництва $\eta_{з.н.} = 0,75 \div 0,85$.

Приймаємо для розрахунків $\eta_{з.н.} = 0,75$.

$$m_p = \frac{3500 \cdot 0,76}{60 \cdot 4029 \cdot 0,75} = 0,04$$

Для визначення $K_{з.о}$ необхідно знайти кількість операцій , виконуваних на робочому місці:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}} \quad (3.2)$$

де $\eta_{з.ф.}$ - фактичний коефіцієнт завантаження обладнання. Визначається за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (3.3)$$

де P - число робочих місць. Округляємо до найближчого цілого значення m_p .

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

$$O = \frac{0,75}{0,04} = 18,8$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |

Коефіцієнт закріплення операції розраховуємо за формулою:

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

Таким чином , коефіцієнт закріплення операції дорівнює:

$$K_{з.о} = \frac{847}{16} = 19.$$

Тип виробництва середньосерійний , так як $10 < K_{з.о} < 20$, $K_{з.о} = 19$.

Середньосерійний тип виробництва характеризується незначною номенклатурою, з поступовим збільшенням обсягу випуску виробів, застосуванням універсальних верстатів, а також верстатів з ЧПК з поступовим підвищенням рівня автоматизації до напівавтоматів; універсальних пристроїв, УСП, переналагоджувальних, та спеціальних. Різальний інструмент: універсальний, спеціалізований. Вимірювальний інструмент: універсальний, граничні калібри. Види вихідних заготовок: сортовий прокат, кування, литво. Досягнення точності відбувається за допомогою методу автоматичного досягнення точності з використанням жорстких упорів, лімбів, верстатів з ЧПК, автоматів та ін. Рівень класифікації щодо робітників поступово знижуються, але зростає вимога до кваліфікації робітників, що налагоджують обладнання (додаткові робітники). Собівартість виробництва середня.

Розташування обладнання - предметно-замкнуті ділянки для виготовлення групи технологічно подібних деталей, потокові лінії.

Визначаємо форму організації виробництва .

Партію запуску визначимо за формулою

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \quad (3.5)$$

де а - періодичність запуску в днях. Згідно з рекомендаціями [6, с. 23]; приймаємо а = 24.

254 - кількість робочих днів у році [6 , с. 22]

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 16 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$n = \frac{2650 \cdot 24}{254} = 250.$$

Приймаємо партію запуску 250 шт.

Визначаємо такт випуску, хв.:

$$\tau = \frac{60 \times F_d \times n}{N}, \quad (3.6)$$

де F_d - дійсний річний фонд роботи обладнання в дві зміни ($F_d = 4029$ год);

n – кількість робочих змін, дві зміни;

$$\tau = \frac{60 \times 4029 \times 2}{2650} = 182 \text{ хв};$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 17 |

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Задана деталь відноситься до класу валів та призначена для передачі крутних моментів та несе на собі деталі, через які передається крутний момент, сприймає від цих деталей навантаження і, отже, працюють одночасно на вигин і крутіння. За призначенням розрізняють вали передач, на яких встановлюють зубчасті колеса, зірочки, муфти та інші деталі передач, і корінні вали, на яких встановлюють не тільки деталі передач, а й інші деталі, наприклад маховики, кривошипи і т.д.

В результаті якісної оцінки деталі на технологічність, можна зробити наступні висновки:

1. Матеріал деталі - сталь 40Х ГОСТ 4543 -71 повністю відповідає умовам експлуатації та вимогам по міцності, зносостійкості і поверхневим деформаціям. Аналізуючи деталь по застосованому матеріалу необхідно відзначити, що сталь 40Х має задовільну оброблюваність лезовими інструментами. Застосування більш дешевого матеріалу не доцільно тому що, це неминуче призведе до зниження механічних властивостей деталі. Основним фактором руйнування матеріалу для даного типу деталей є вібрації та знакоперемінні розтягуючі навантаження, тому використаний матеріал з відповідними механічними властивостями є обґрунтованим для даних умов експлуатації.

2. Конструкція деталі забезпечує достатню жорсткість при механічній обробці на металорізальному обладнанні. Деталь має досить просту форму, яка дозволяє обробляти одночасно декілька поверхонь. Всі поверхні валу вторинного доступні для контролю.

3. Форми поверхонь, що підлягають обробці, не уявляють складності (в основному - поверхні обертання); є можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів.

4. Деталь має розвинені базові поверхні. Чорновими базами для установки заготовки на першій операції можуть бути циліндричні поверхні заготовки. Надалі за базу приймають як циліндричні поверхні, так і центрові отвори. Вимірювальні бази деталі можна використовувати в якості технологічних баз. Точність і шорсткість цих баз забезпечить необхідну точність обробки. Таким чином, можна

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

вважати, що при обробці валу вторинного виконуються принципи сталості і співпадання баз.

5. Технічні конструктивні елементи. З точки зору продуктивності механічної обробки, шліцьова поверхня є не технологічною, і її можна було замінити шпонковим пазом, але з точки зору експлуатації деталі це недоцільно, оскільки шліцьове з'єднання є більш надійним і дозволяє уникнути прокручування сполученої шестерні.

6. З метою забезпечення заданої точності і шорсткості поверхонь деталь не представляє складнощів. Виготовлені шляхом механічної обробки, поверхні мають необхідну і достатню точність і шорсткість поверхонь, відповідно вона може бути визнана технологічною.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 19 |

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Аналізуючи конфігурацію валу первинного, можемо сказати, що заготовку для даної деталі можна отримувати двома методами, а саме прокатом або штампуванням на кривошипному гарячештампувальному пресі (КГШП).

В умовах середньосерійного виробництва способами отримання заготовки виходячи з технічних вимог креслення деталі можуть бути або поковка штампована на КГШП або виконана з прокату. Поковка штампована на КГШП має невеликі припуски і за формою нагадує форму майбутньої деталі, тому обробка різанням при знятті невеликих припусків може бути зменшена. Отримання поковок на КГШП може виконуватися робітниками 1-го або 2-го розрядів.

Єдиним недоліком отримання поковки на КГШП є висока вартість виготовлення спеціального штампа для отримання заготовки, але техніко-економічне обґрунтування методу отримання заготовки буде проводитися в наступному етапі курсового проекту.

За умови забезпечення технологічності подальшої механічної обробки більш раціональним є отримання заготовки на КГШП.

В цілому ж конструкція деталі технологічна і більшого вдосконалення, ніж це зробив конструктор без шкоди для службового призначення деталі і виробу, на даному етапі розвитку науки і техніки запропонувати неможливо.

Для умов середньосерійного виробництва приймаємо метод отримання заготовки – гаряче об'ємне штампування на кривошипному гарячештампувальному пресі (КГШП);

5.1 Вихідні дані:

найменування деталі – «Вал вторинний 1554.01.105.001»;

матеріал – сталь - 40Х ГОСТ 4543 –71

маса деталі - 2.779кг;

річна програма випуску - 3500шт.

5.2. Визначаємо розрахункову масу заготовки за формулою(5.1):

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$M_p = K_p \cdot M_d, \text{ кг} \quad (5.1)$$

K_p - розрахунковий коефіцієнт (табл.20);

M_d – маса деталі.

$$M_p = 1,5 \cdot 2,779 = 4,168 \text{ кг}$$

5.3 Визначаємо клас точності поковки.

Для горизонтально-кувальних машин, клас точності Т4.(для методу виробництва відкритого штампування) [ГОСТ 7505-89] (додаток 1)

5.4 Визначаємо групу сталі. Середня масова доля вуглецю в сталі 35Х ГОСТ 4543 -71 : 0,35 % С; сумарна масова доля легуючих елементів – $\approx 1.6\%$ (0.17% Si; 0.8 - 1.1% Cr; до 0,3 % Cu, до 0.3%Ni).

Отже, група сталі – М1 (табл.1) [ГОСТ 7505-89]

5.5 Визначаємо ступінь складності за формулою:

$$C = \frac{M_p}{M_\phi} \quad (5.2)$$

M_ϕ – маса фігури, описаної навколо деталі, кг

Масу фігури визначаємо за формулою:

$$M_\phi = \frac{\pi \cdot D_\phi^2}{4} \cdot l_\phi \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5.3)$$

$$M_\phi = \frac{3,14 \cdot 67,5^2}{4} \cdot 318 \cdot (7,85 \cdot 10^{-6}) = 8,9 \text{ кг};$$

$$C = \frac{4,168}{8,9} = 0,46;$$

Отже, ступінь складності С2 [ГОСТ 7505-89] (додаток 2).

5.6 Конфігурація поверхні рознімання штампа П (плоска) (табл. 1 [16])

5.7 Вихідний індекс –12 (для групи сталі М1; класу точності Т4; ступені складності С2; маси поковки $M_p=4,168$ кг.) [ГОСТ 7505-89] (табл.2).

5.8. Припуски й ковальські напуски:

Основні припуски на розміри (табл. 3 [16]):

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |

- 2,3-довжина 318мм, шорсткість поверхні 6,3;
- 2,0-довжина 103мм, шорсткість поверхні 1,25;
- 2.2-товщина 74мм, шорсткість поверхні 1.25;
- 1,9 - діаметр 42 мм, шорсткість поверхні 0.32;
- 1,9 - діаметр 67.5 мм, шорсткість поверхні 1.25;
- 1,8 - діаметр 35 мм, шорсткість поверхні 1.25;

Додаткові припуски, що враховують:

- зміщення по поверхні рознімання штампа, мм - 0,3 (табл. 4 [16]),
- відхилення від площинності та прямолінійності, мм - 0,6 (табл. 5 [16]);

5.9 Штампувальні ухили на зовнішній поверхні не більше 5°;

5.10 Розміри поковки та їх допускні відхилення:

Розміри поковки, мм:

| | | |
|--------------|---------------------------------|------------|
| довжина 318 | $+(2,3+0,3+0,6) \cdot 2=324,4$ | беремо 325 |
| довжина 103 | $+(2,0+0,3+0,6) \cdot 2=108,8$ | беремо 109 |
| товщина 81 | $+(2,3-2,2+0,3+0,6) \cdot 2=83$ | беремо 83 |
| діаметр 42 | $+(1,9+0,3+0,6) \cdot 2=47,6$ | беремо 48 |
| діаметр 67.5 | $+(1,9+0,3+0,6) \cdot 2=73,1$ | беремо 74 |
| діаметр 35 | $+(1,8+0,3+0,6) \cdot 2=40,4$ | беремо 41 |

5.9 Допускні відхилення розмірів, мм (табл. 8 [16]):

| | |
|-------------|------------------------|
| довжина 325 | $\frac{+2.1}{-1.1}$ мм |
| довжина 109 | $\frac{+1.6}{-0.9}$ мм |
| товщина 83 | $\frac{+1.6}{-0.9}$ мм |
| діаметр 48 | $\frac{+1.4}{-0.8}$ мм |
| діаметр 74 | $\frac{+1.4}{-0.8}$ мм |
| діаметр 41 | $\frac{+1.4}{-0.8}$ мм |

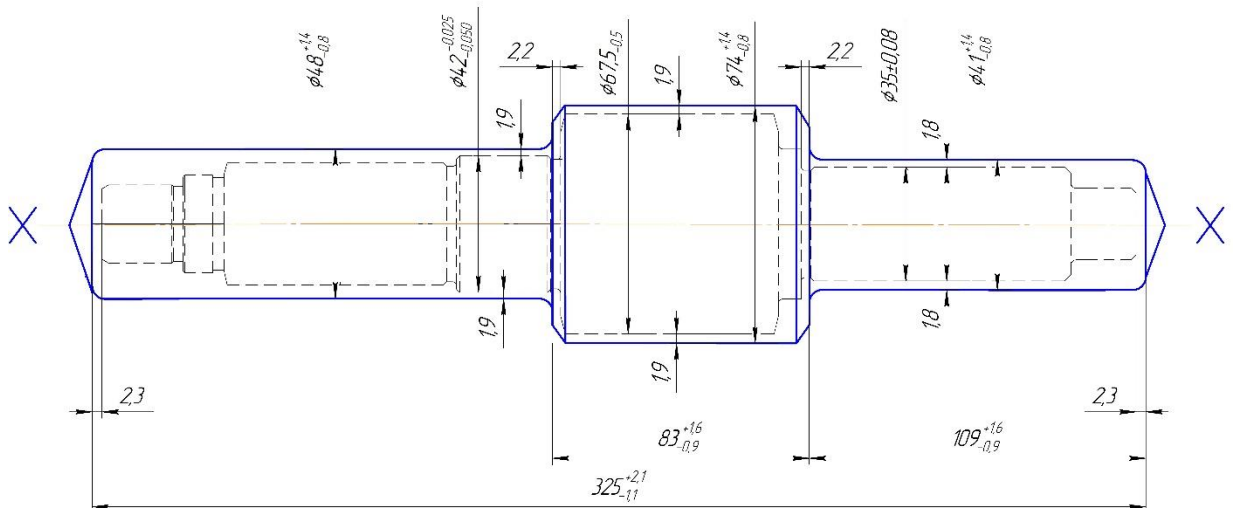


Рисунок 5.1 – Ескіз поковки

5.10 Визначаємо масу поковки

$$m = V \cdot \rho \quad (5.4)$$

$$\rho = 7.85 \cdot 10^{-6} \text{ кг.}$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \text{мм}^3 \quad (5.5)$$

$$V_1 = 3.14 \cdot \frac{48^2}{4} \cdot 137 = 247783,68 \text{ мм}^3$$

$$V_2 = 3.14 \cdot \frac{74^2}{4} \cdot 79 = 339594,14 \text{ мм}^3$$

$$V_3 = 3.14 \cdot \frac{41^2}{4} \cdot 108 = 140699,70 \text{ мм}^3$$

$$V = 247783,68 + 339594,14 + 140699,70 = 5715408,53 \text{ мм}^3$$

$$m = 5715408,53 \cdot 7.85 \cdot 10^{-6} = 5,71 \text{ кг}$$

Отже маса поковки, отримано КГШП становить 5.71кг.

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

$$K_{в.м} = \frac{M_D}{M_3} \quad (5.6)$$

$$K_{в.м} = \frac{2.779}{5.71} = 0.486$$

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо заводський аналог технологічного процесу виготовлення деталі «Вал вторинний 1554.01.105.001». Технологічний процес складений відповідно до виконання технічних вимог для одержання даної деталі (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес виготовлення деталі «Вал вторинний 1554.01.105.001»

| № операції | Назва операції | Зміст операції | Обладнання |
|------------|-----------------------|---|--|
| 005 | Заготівельна | | |
| 010 | Фрезерно центрувальна | Фрезерувати торці. Свердлити центрові отвори | Фрезерно-центрувальний напівавтомат моделі МР 71М |
| 015 | Токарно копіювальна | Точити зовнішню циліндричну поверхню по копію начорно | Токарно-копіювальний багато різцевий напівавтомат моделі 1Н713 |
| 020 | Токарно копіювальна | Точити зовнішню циліндричну поверхню по копію начорно | Токарно-копіювальний багато різцевий напівавтомат моделі 1Н713 |
| 025 | Токарна з ЧПК | Установ А, Б Точити поверхні по контуру згідно керуючої програми | Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3 |
| 030 | Шліцефрезерна | Фрезерувати шліцьову поверхню | Шліцефрезерний верстат моделі 5А352 ПФ2 |
| 035 | Зубофрезерна | Фрезерувати евольвентний профіль | Зубофрезерний верстат моделі 53А80 |
| 040 | Фрезерна | Фрезерувати паз | Фрезерний верстат моделі 6Р13Ф3 |
| 045 | Різьбонарізна | Нарізати різьбу | Різьбонарізний напівавтомат моделі 5Д07 |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Продовження таблиці 6.1

| № операції | Назва операції | Зміст операції | Обладнання |
|------------|-------------------|--|--|
| 050 | Слюсарна | | Слюсарний стіл |
| 055 | Маркувальна | | |
| 060 | Промивочна | | Ванна |
| 065 | Контрольна | | Стіл ВТК |
| 070 | Термічна | | Термічна піч |
| 075 | Круглошліфувальна | Попередньо шліфувати зовнішню циліндричну поверхню | Круглошліфувальний верстат моделі 3Б153Т |
| 080 | Круглошліфувальна | Попередньо шліфувати зовнішню циліндричну поверхню | Круглошліфувальний верстат моделі 3Б153Т |
| 085 | Круглошліфувальна | Попередньо шліфувати зовнішню циліндричну поверхню | Круглошліфувальний верстат моделі 3Б153Т |
| 090 | Круглошліфувальна | Попередньо шліфувати зовнішню циліндричну поверхню | Круглошліфувальний верстат моделі 3Б153Т |
| 095 | Круглошліфувальна | Остаточо шліфувати зовнішню циліндричну поверхню | Круглошліфувальний верстат моделі 3Б153Т |
| 100 | Круглошліфувальна | Остаточо шліфувати зовнішню циліндричну поверхню | Круглошліфувальний верстат моделі 3Б153Т |
| 105 | Круглошліфувальна | Остаточо шліфувати зовнішню циліндричну поверхню | Круглошліфувальний верстат моделі 3Б153Т |
| 110 | Круглошліфувальна | Остаточо шліфувати зовнішню циліндричну поверхню | Круглошліфувальний верстат моделі 3Б153Т |
| 115 | Контрольна | | Стіл ВТК |

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 25 |

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку зовнішньої циліндричної поверхні $\varnothing 24,5 \pm 0,08$ мм.

Технологічна послідовність обробки поверхні:

Заготовка; чорнове точіння; чистове точіння; шліфування.

Для вказаних технологічних переходів визначаємо елементи припуску Rz, [6] (табл.4.3,4.5, с.63-64) та заносимо їх до таблиці 6.2

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

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

де: R_{z-1} – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

T_{i-1} – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ρ_{i-1} – величина форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

ε_i – похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім ρ_{i-1} , яка розраховується як:

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

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

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

$\rho_{кор}^2$ - коефіцієнт викривлення = 3,0мм = 3000мкм ;

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

$$\rho_{центр}^2 = \sqrt{\left(\frac{\delta_{шт}}{2}\right)^2 + 0,25^2}, \text{мкм} \quad (6.3)$$

Допуск на поверхні, які використовуємо в якості баз на токарній операції, визначаємо по ГОСТ 7505-74 для штампованих заготовок мм.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

$$\rho_{\text{центр}}^2 = \sqrt{\left(\frac{3,0}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 1,52 \text{ мм};$$

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{600^2 + 3000^2 + 1520^2} = 3416 \text{ мкм},$$

Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho = \rho_{\text{заг}} \cdot K_y, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де: $k_y=0,04-0,06$, в залежності від переходу:

$$\rho_{\text{чорн}} = 3416 \cdot 0,06 = 205 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{чист}} = 3416 \cdot 0,04 = 137 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{шліф}} = 3416 \cdot 0,04 = 102 \text{ мкм}.$$

Похибка установки та похибка закріплення дорівнює 0, оскільки деталь встановлюється в центрах. Вихідні дані для розрахунку заносимо до таблиці 6.1.

Таблиця 6.1– Вихідні данні для розрахунку припусків за допомогою програми «PRIPUSK»

| Найменування переходу | Точність | Граничні відхилення, мкм | Елементи припуску, мкм | | |
|-----------------------|----------|--------------------------|------------------------|-----------|--------------|
| | | | $R_{z\ i-1}$ | H_{i-1} | ρ_{i-1} |
| Штампуння | h14 | ±1900 | 200 | 250 | 3416 |
| Розточування чорнове | h12 | +0,740 | 100 | 100 | 205 |
| Розточування чистове | h10 | +0,120 | 25 | 25 | 137 |
| Шліфування | e8 | -0,040 -0,073 | 5 | 15 | 102 |

Подальший розрахунок припусків виконуємо за допомогою програми «PRIPUSK». Результати розрахунків див. додаток Б. За даними розрахунку побудуємо схему розташування припусків та допусків і покажемо на рисунку 6.1

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

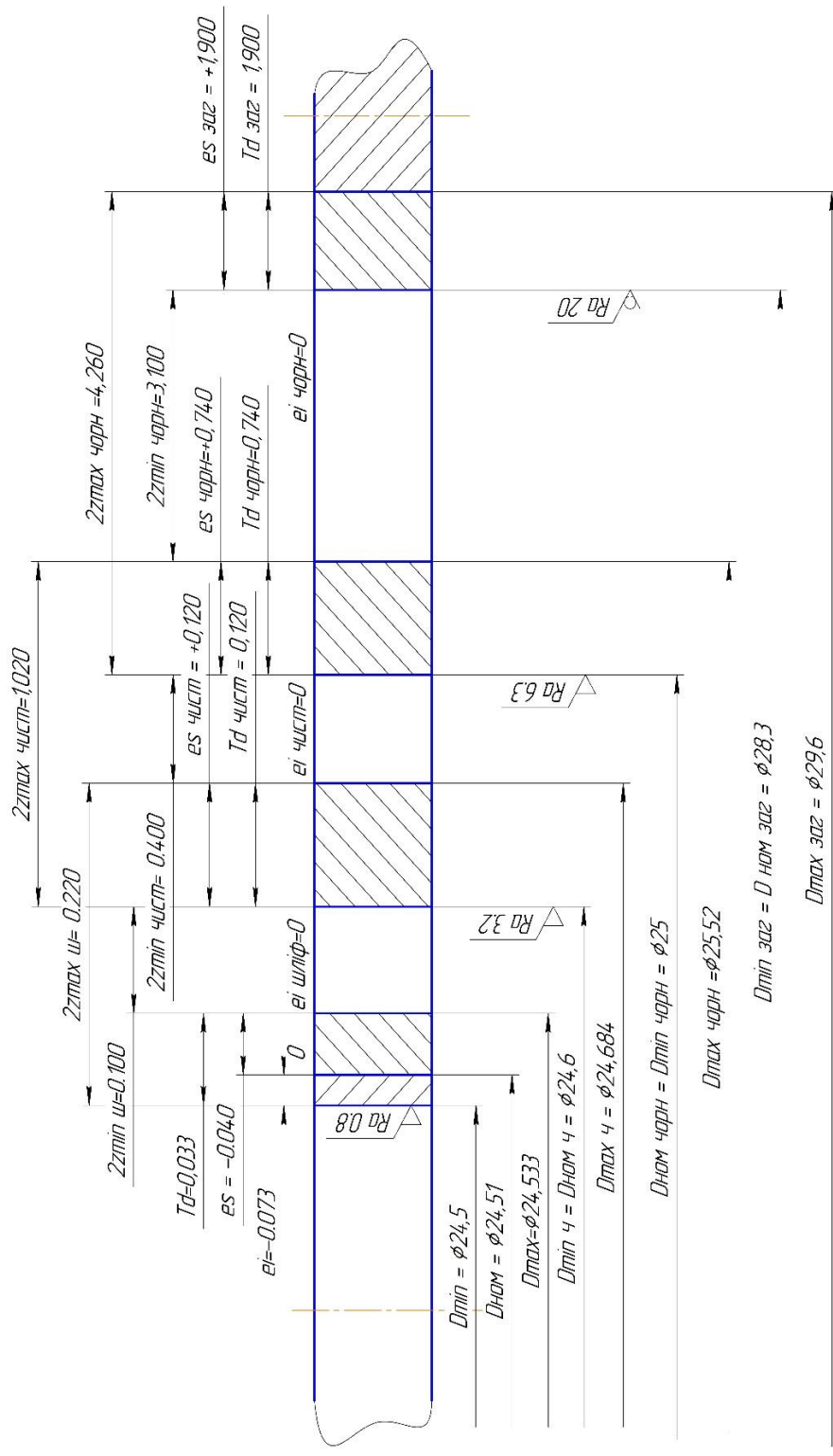


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру $\phi 24.5$ ($^{-0.040}_{-0.073}$) мм

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

ТМ. 17090034-00. ПЗ

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Операція 025 токарна з ЧПУ.

На даній операції обробляються чорновим точінням циліндричні поверхні валу.

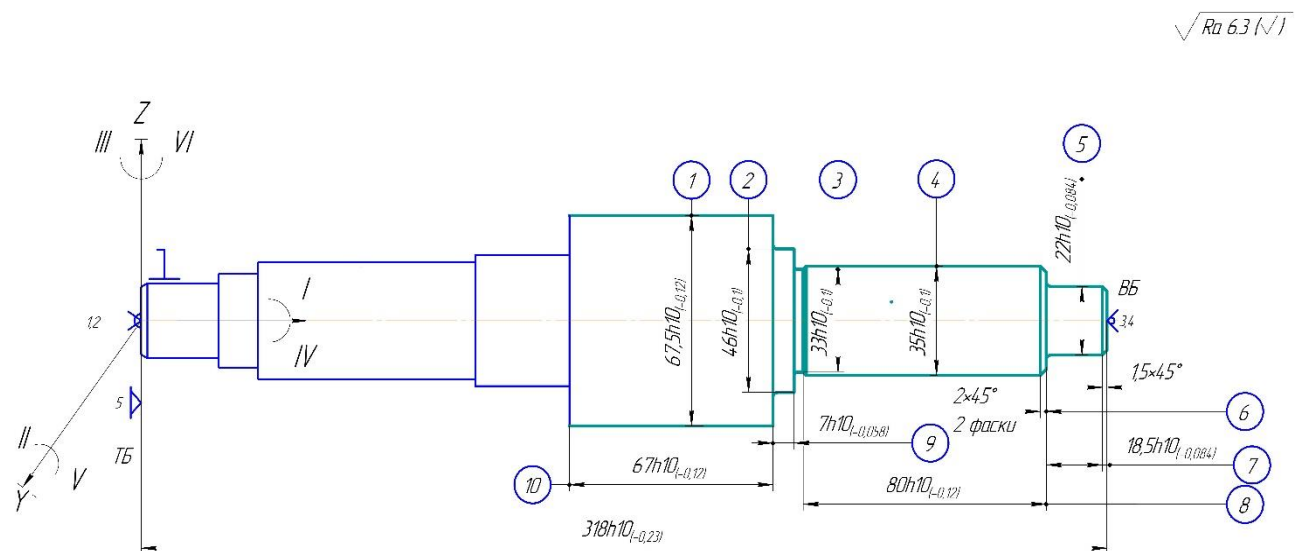
Обробка проводиться на токарному верстаті з ЧПУ 16К20Ф3.

Для виконання операції використовуємо два методи базування:

- з використанням плаваючого та крутного центру;
- з використанням жорсткого і крутного центру.

Базування з використанням плаваючого та крутного центру (див. рисунок 6.2).

Установ А



Установ Б

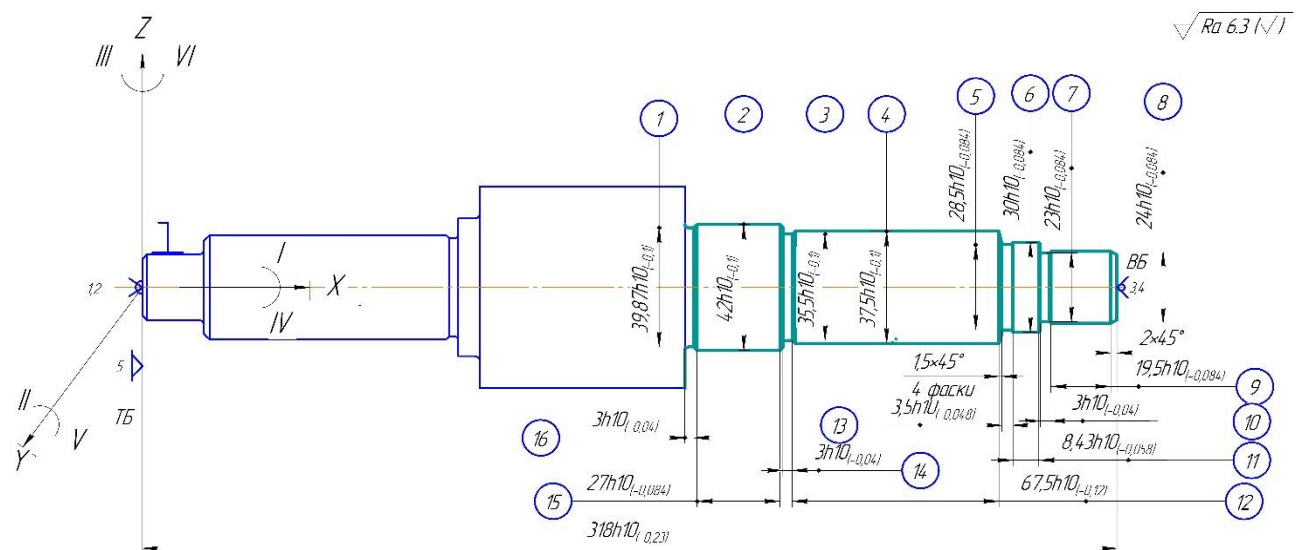


Рисунок 6.2 – Схема базування заготовки на операції 025 (варіант №1)

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

ТМ. 17090034-00. ПЗ

Арк.

29

Таблиця 6.3 – Матриця відповідностей

| Зв'язки | Ступені вільності | Найменування баз |
|--------------|-------------------|------------------|
| 1, 2, 3, 4+5 | II, III, IV, V+I | ПНБ+О (ОБ) |
| 6 | VI | Вакантна |

Таблиця 6.4 – Матриця зв'язків

| X, Y, Z, L, α | X | Y | Z | База |
|---------------|---|---|---|----------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | ПНБ+ОБ |
| α | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Вакантна |

Базування з використанням жорсткого і обертового центру (рисунок 6.3).

Установ А

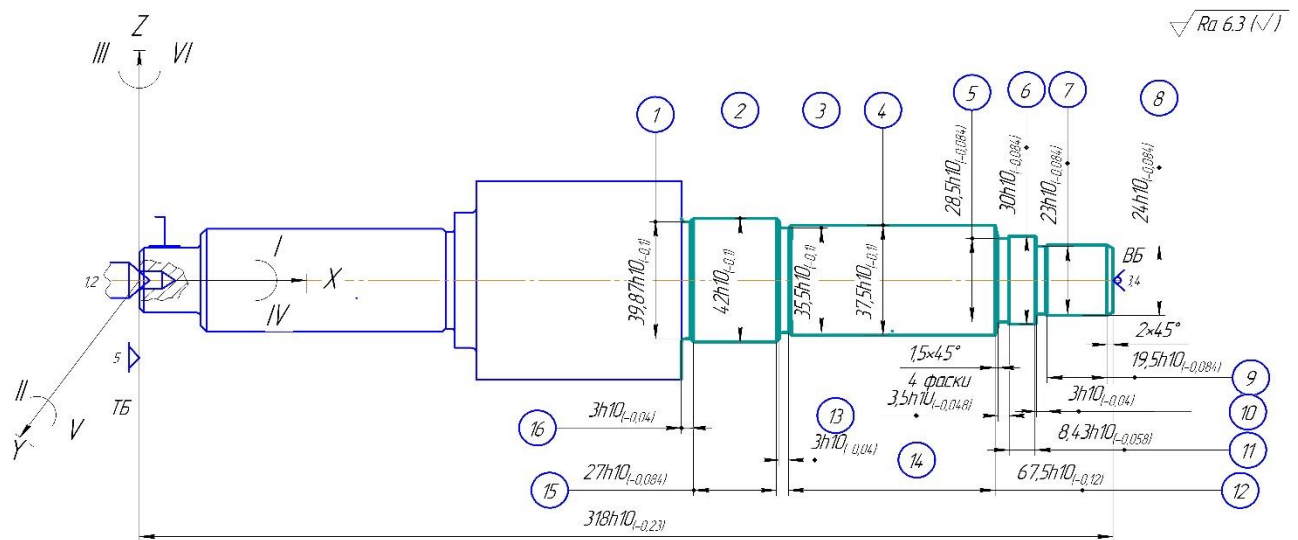


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки на операції 015 (варіант №2)

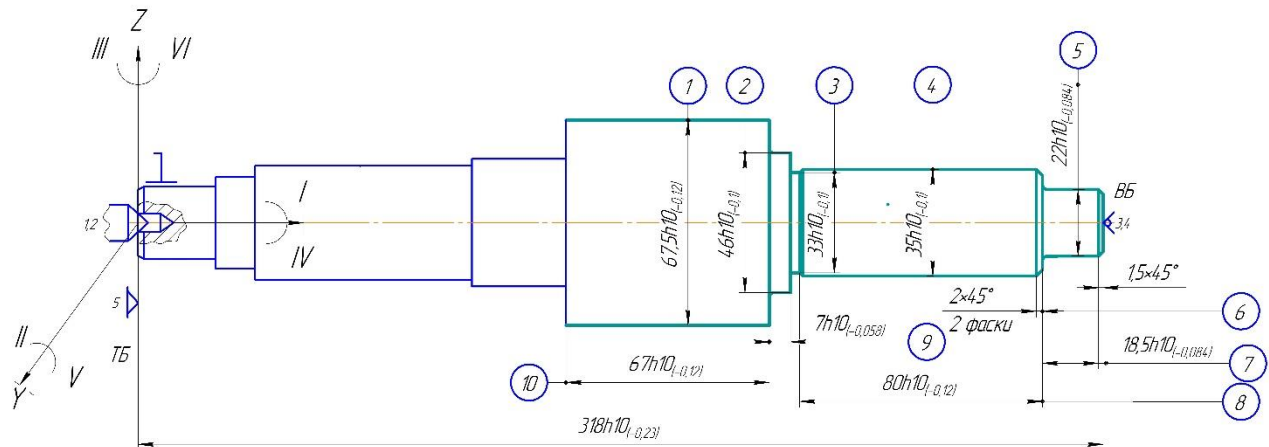


Рисунок 6.3 – Схема базування заготовки на операції 015 (варіант №2)

Розрахуємо похибку базування на зацентрування за формулою 6.1:

$$\varepsilon_u = \frac{\delta_D}{2 \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}, \text{мм} \quad (6.1)$$

де δ_D - допуск по діаметру конічної частини центрального гнізда, 0,43мм;

α - кут при вершині конуса центрального гнізда, 60° .

$$\varepsilon_u = \frac{0,43}{2 \operatorname{tg}\left(\frac{120}{2}\right)} = 0,124 \text{мм}$$

Похибка базування присутня як в першому, так і в другому методі. Але похибка базування першим методом менше, так як відсутня похибка на зацентрування, отже приймемо перший метод.

Розглянемо операцію 040 - горизонтально-фрезерна.

На даній операції зрізується паз глибиною та шириною 5мм (рисунок 6.4). Обробка відбувається на горизонтально-фрезерному верстаті.

При виконанні фрезерної операції потрібно правильно вибрати бази для забезпечення точності обробки деталі і розрахувати при якому виді закріплення похибка базування буде найменша.

При даній операції будемо закріплювати заготовку у призмах з упором у торець але в першому варіанті упор у торець буде по $\varnothing 22\text{мм}$, а другому варіанті $\varnothing 35\text{мм}$. Це робиться для того, щоб вирахувати похибки базування для обох варіантів і вибрати той випадок в якому похибка базування буде найменша. Похибка базування виникає тоді коли технологічна і конструкційна база не співпадає.

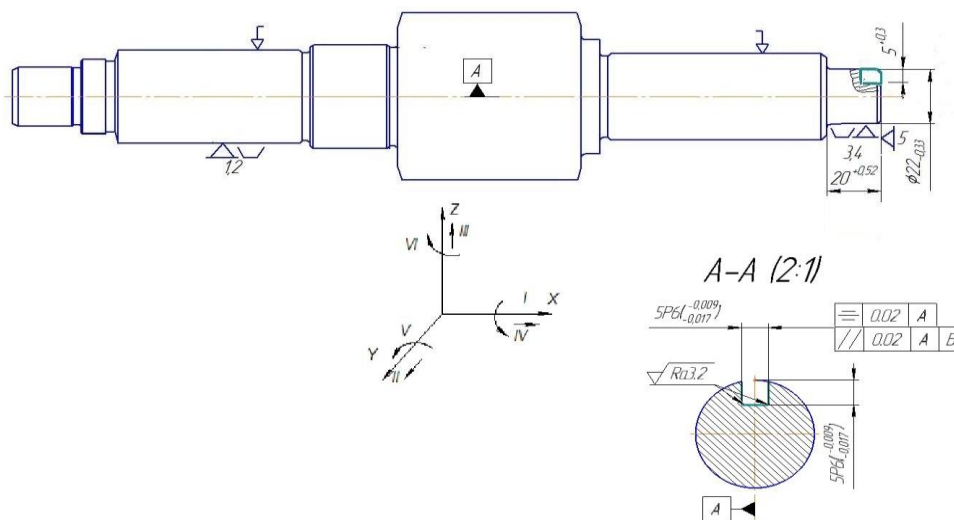


Рисунок 6.4 – Схема базування в призмах (варіант 1)

Таблиця 6.5 – Матриця відповідностей

| Зв'язки | Ступені вільності |
|---------|-------------------|
| 1,2,3,4 | I, III, IV, V, |
| 5 | II |
| 6 | VI |

Таблиця 6.6 – Матриця зв'язків

| | X | Y | Z | |
|----------|---|---|---|-----|
| L | 0 | 1 | 1 | ПНБ |
| α | 0 | 1 | 1 | |
| α | 1 | 0 | 0 | ОБ |
| a | 0 | 0 | 0 | |
| L | 0 | 0 | 0 | УБ |
| α | 0 | 0 | 1 | |

При першому способі базування технологічними базами виступають дві циліндричні поверхні $\varnothing 37,5_{k7}mm$ та $\varnothing 22_{h14}mm$. Дані поверхні знаходяться на достатній довжині одна від одної, що забезпечує краще закріплення, при цьому вимірювальна і технологічна бази співпадають, похибка базування при цьому дорівнює нулю ($\epsilon_{65}=0$)

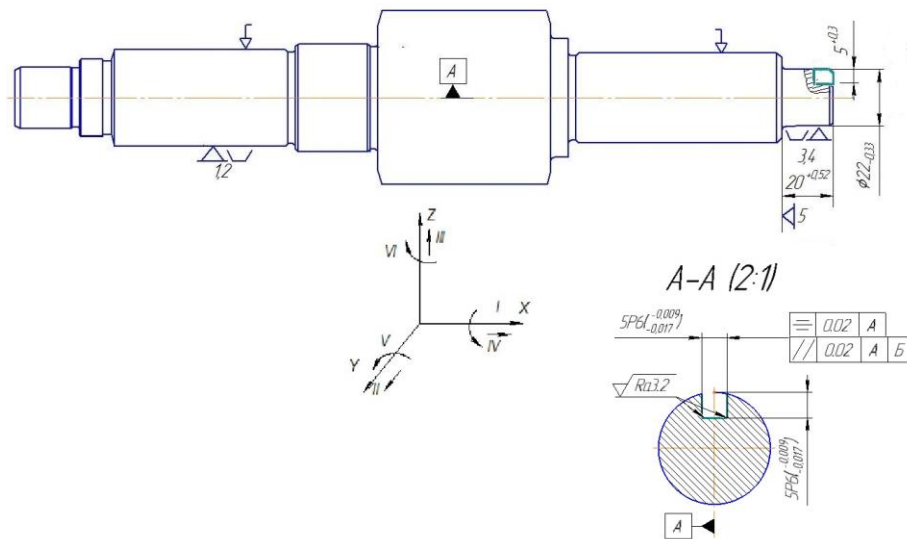


Рисунок 6.5 – Схема базування в призмах (варіант 2)

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

ТМ. 17090034-00. ПЗ

Арк.

33

Таблиця 6.7 – Матриця відповідностей

| Зв'язки | Ступені вільності |
|---------|-------------------|
| 1,2,3,4 | I, III, IV, V, |
| 5 | II |
| 6 | VI |

Таблиця 6.8 – Матриця зв'язків

| | X | Y | Z | |
|----------|---|---|---|-----|
| L | 0 | 1 | 1 | ПНБ |
| α | 0 | 1 | 1 | |
| α | 1 | 0 | 0 | ОБ |
| a | 0 | 0 | 0 | |
| L | 0 | 0 | 0 | УБ |
| α | 0 | 0 | 1 | |

При другому способі базування технологічними базами виступають дві циліндричні поверхні $\varnothing 37,5_{k7} \text{ мм}$ та $\varnothing 35_{js6} \text{ мм}$. Дані поверхні також знаходяться на достатній довжині одна від одної, що забезпечує краще закріплення, але вимірювальна і технологічна бази не співпадають, тому виникає похибка базування, що дорівнює допуску $T_{20}=0,52 \text{ мм}$;

1) $\epsilon_{65} = T_{20} \neq 0$;

$\epsilon_{65} = T_{20} = 520 \text{ мкм}$.

Для подальшої роботи обираємо перший спосіб базування, так як похибка базування $\epsilon_{65} = 0$.

6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів

У заводському технологічному процесі на розглянутих операціях використовуються: на токарній операції 025 – токарно-гвинторізний верстат з ЧПУ моделі 16К20Ф3, на вертикально-фрезерній операції– вертикально – фрезерний верстат з ЧПУ моделі 6Р13Ф3. Аналіз обладнання, що застосовується у базовому техпроцесі, показує, що воно відповідає середньосерійному типу виробництва. Методи обробки визначені з урахуванням форми оброблюваних поверхонь, їх необхідної точності і шорсткості. Кваліфікація верстатників - токар та фрезерувальник третього розряду. У той же час, аналіз застосовуваного обладнання показує, що застосовані верстати є дещо застарілими. Тому вважаємо за доцільне підібрати подібні за технічними характеристиками більш сучасні верстати.

Тому на операції 025 пропонуємо для обробки токарні верстати з ЧПУ. Для заданих умов пропонуємо застосувати верстати з ЧПУ GCL-2BL та GCL-2B. Технічні характеристики обраних верстатів наведені в таблиці 6.9.

Таблиця 6.9 - Порівняльна характеристика токарних верстатів з ЧПУ

| Характеристика | Значення | |
|---|-------------|-----------|
| | GCL-2BL | GCL-2B |
| Найбільша довжина оброблюваного виробу, мм | 1000 | 600 |
| Найбільший діаметр оброблюваного виробу над станиною, мм | 400 | 500 |
| Найбільший діаметр оброблюваного виробу над супортом, мм | 220 | 215 |
| Межі чисел оборотів шпинделя, об / хв | 12,5...2000 | 10...2000 |
| Найбільше переміщення супорта: поздовжнє / поперечний, мм | 900/250 | 900/250 |
| Потужність двигуна головного руху, кВт | 7,5 | 11 |
| Число інструментів в револьверній голівці) | 6 | 6 |
| Маса, кг | 5000 | 3800 |

На основі аналізу був обраний верстат моделі GCL-2B, так як дана модель менша за вагою, габаритами і потужністю.

Токарний верстат з ЧПУ моделі GCL-2B призначений для токарної обробки деталей в патроні деталей складної конфігурації: обточування циліндричних, конічних і сферичних поверхонь в умовах серійного виробництва.

На операції 040 відбувається фрезерування шпонкового пазу. Для обробки пропонується порівняти вертикально-фрезерні верстати з ЧПУ: LCV-760 та 6P13Ф3. Вибір обладнання був зроблений з урахуванням таких технологічних ознак:

- потужність двигуна: верстат даної моделі обладнаний двигуном 7,5 кВт.
- точність верстата: даний верстат має степінь точності «Н».

Ці параметри цілком достатні для обробки.

Таблиця 6.10 Порівняльні характеристики верстатів LCV-760 та 6P13Ф3

| Характеристика верстата | Модель верстата | |
|---|--------------------|--------------------|
| | LCV-760 | 6P13Ф3 |
| Розміри робочої поверхні стола, мм | 400x1200 | 500x1600 |
| Найбільше повздовжнє переміщення стола, мм | 800 | 1000 |
| Найбільше поперечне переміщення стола, мм | 400 | 400 |
| Найбільше вертикальне переміщення стола, мм | 400 | 370 |
| Клас точності | Н | Н |
| Діапазон частот обертів шпинделя, хв -1 | 40 - 2000 | 31,5-1600 |
| Потужність електродвигуна привода шпинделя, кВт | 7,5 | 10 |
| Потужність електродвигуна привода стола, кВт | 1,5 | 3 |
| Габарити верстата | 3320×4800× 2980 | 3320×4800× 2980 |
| Маса верстата з електрообладнанням, кг | 4450 | 6580 |

Вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ моделі LCV-760 призначений для обробки заготовок складного профілю зі сталі, чавуну, важкооброблюваних сталей і кольорових металів в умовах одиничного і серійного виробництва.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристосувань, металорізального та вимірювального інструмента

В умовах середньосерійного типу виробництва можуть використовуватися універсальні та спеціальні пристосування, різальний та вимірювальний інструмент.

При виборі вимірювальних засобів до них пред'являються основні вимоги: відповідність точним показникам елементу, що перевіряється; максимальна простота конструкції і мінімальна вартість, швидкодія. В основному використовуватимемо стандартні вимірювальні засоби, переважно не дорогі. Для контролю деяких поверхонь використовуємо спеціальні вимірювальні інструменти і пристосування.

Операція 025 Токарна з ЧПК

Для закріплення заготовки на операції 015 Токарній з ЧПК використовується:

- патрон повідковий 7107-0041 ГОСТ 2578-70.
- центр А-1-2-Н ЧПУ ГОСТ 8742-75;
- центр А-1-5-У ГОСТ 2576-79 – центр обертовий;

В якості різального інструменту використовується:

- різець 2103-0701 Т15К6 ГОСТ 20872-80 – різець токарний, зі змінною твёрдосплавною пластиною Т15К6, виконує обробку як циліндричної поверхні так і торця. Розмір державки 16x25 мм;

В якості вимірювального інструменту приймаємо:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 – необхідний для контролю виконаних поверхонь на операції.
- зразок шорсткості 3,2 Т ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- зразок шорсткості 1,6 Т ГОСТ 9378-93 – для контролю шорсткості обробленої поверхні.

Операція 040 – Фрезерна з ЧПУ

Для установки і закріплення деталі використовуємо спеціальне пристосування.

- Фреза кінцева 2235-0101, Ø 5 мм, матеріал різальної частини Т15К6, ДСТУ ГОСТ 17026:2008 - для обробки пазів.

- Патрон фрезерний 6225-0216 ГОСТ 21054-75 –для встановлення фрези.

Для контролю поверхонь використовуємо спеціальні вимірювальні інструменти та пристосування.

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 - для контролю лінійних розмірів;

- зразки шорсткості ГОСТ 3789-73 - для контролю шорсткості оброблених поверхонь.

| | | | | | | |
|------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 38 |

6.5 Розрахунки режимів різання

Призначаємо режими різання на операцію 025.

На токарно-гвинторізному верстаті 16К20Ф3 точити поверхню $\varnothing 24,5$ мм і довжиною 20 мм. Матеріал заготовки – сталь 35Х, $\sigma_B = 600$ МПа, заготовка – штамповка. Охолодження – емульсія.

Розрахунок виконуємо за підручником [14].

Призначаємо режими різання.

1. Визначаємо глибину різання. При знятті припуску за один прохід $t = h = 2,0$ мм.
2. Призначаємо подачу табл. 11, с.266. Для параметра шорсткості поверхні $Ra = 6.3$ мкм при обробці сталі різцем з $r = 1$ мм $S_o = 0.4 - 0.5$ мм/об. Приймаємо $S_o = 0,5$ мм/об, коректуємо за паспортними даними верстата $S_o = 0,5$ мм/об.
3. Призначаємо період стійкості різця. При одно інструментальній обробці $T = 30 \dots 60$ хв. (с. 268). Приймаємо $T = 60$ хв.
4. Визначаємо швидкість головного руху різання, допустиму ріжучими властивостями різця:

$$V_i = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S_o^y} \cdot K_v, \text{ м/хв} \quad (6.2)$$

де C_v - коефіцієнт, що вказує на вплив умов обробки на швидкість різання;

T, t, S - елементи режиму різання;

x, y, m - показники степеня, що враховують вплив елементів режиму різання на швидкість різання.

Значення коефіцієнту C_v і показників x, y, m визначаємо за табл. 17, с.269.

$$C_v = 350, \quad x = 0,15, \quad y = 0,35, \quad m = 0,20$$

K_v - виправний коефіцієнт.

Коефіцієнт K_v визначаємо за формулою:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\phi v}, \quad (6.3)$$

де K_{mv} - коефіцієнт, що залежить від матеріалу заготовки;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Коефіцієнт K_{mv} визначаємо за табл.1, с. 261

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (6.4)$$

Показник степеня n_v і K_r визначаємо за табл.2, с. 262. $n_v = 1.0$, $K_r = 1.0$

$$K_{mv} = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^{1.0} = 1.25$$

K_{nv} - коефіцієнт, що залежить від глибини різання, $K_{nv} = 0.8$, табл. 5, с. 263;

K_{iv} - коефіцієнт, що залежить від стану поверхні, $K_{iv} = 0.8$, табл. 6, с. 263;

$K_{\phi v}$ - коефіцієнт, що залежить від марки інструментального матеріалу, $K_{\phi v} = 1.0$, табл. 6, с. 263.

$$K_v = 1.25 \cdot 0.8 \cdot 0.8 \cdot 1.0 = 0.8$$

$$V_i = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,8 = 13 \text{ м/хв}$$

5. Визначаємо частоту обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot V_f}{\pi \cdot D}, \text{ об/хв} \quad (6.5)$$

де V_f - швидкість головного руху, м/хв.;

D - діаметр обробки, мм

$$n = \frac{1000 \cdot 130}{3,14 \cdot 24,5} = 1690 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо знайдене значення n за паспортними даними верстата і встановлюємо дійсну частоту обертання шпинделя: $n_d = 2000 \text{ об/хв.}$

6. Визначаємо дійсні швидкості різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_o}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.6)$$

де D - діаметр обробки, мм;

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

n_o - дійсна частота обертання шпинделя, об/хв.

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 24,5 \cdot 2000}{1000} = 15,38 \text{ м/хв.}$$

7. Визначаємо потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V_d}{60 \cdot 1020}, \text{ кВт} \quad (6.7)$$

де V_d - дійсна швидкість різання;

P_z - сила різання

$$P_z = 9.81 \cdot C_{pz} \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (6.8)$$

де C_p - коефіцієнт, що вказує на вплив матеріалу заготовки на силу різання;

t, S, V - елементи режиму різання;

x, y, n - показники степеня, що вказують на вплив елементів режиму різання на силу різання.

Значення коефіцієнту C_p і показників x, y, n визначаємо за таблицею 22, с.273.

$$C_p = 300, \quad x = 1.0, \quad y = 0.75, \quad n = -0.15.$$

K_p - коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, в даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюємої заготовки.

$$K_p = K_{mp},$$

Значення показника K_{mp} визначаємо за табл.9, с.264

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n, \quad (6.9)$$

де σ_B - фактичний параметр, який характеризує оброблюємий матеріал, для якого визначаємо швидкість різання, $\sigma_B = 600$ МПа;

n - показник степеня, $n = 0.75$.

$$K_{mp} = \left(\frac{600}{750} \right)^{0.75} = 0,845$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 41 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$P_s = 9,81 \cdot 300 \cdot 2,0^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 153,86^{-0,15} \cdot 0,845 = 1425,548H$$

$$N_e = \frac{1425,548 \cdot 142,47}{60 \cdot 1020} = 3,37 \text{ кВт}$$

8. Перевіряємо чи достатня потужність верстата:

Необхідно, щоб. $N_{різ} \leq N_{шп}$. У верстата 16К20Ф3 $N_{шп} = N_d \cdot \eta$,

$N_{шп} = 7,5 \cdot 0,8 = 6 \text{ кВт}$, $3,27 \leq 6$, умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час:

$$T_{o1} = \frac{L}{n \cdot S_o}, \text{ хв} \quad (6.10)$$

де L - довжина робочого ходу, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.11)$$

де l - довжина обробки, $l = 20 \text{ мм}$;

Δ - довжина перебігу, $\Delta = 2 \text{ мм}$

y - довжина врізання, $y = t \cdot ctg \varphi = 2ctg 45^\circ = 2 \text{ мм}$;

$$L = 20 + 2 + 2 = 24 \text{ мм}$$

n - частота обертання шпинделя, об/хв.;

S_o - подача, мм/об

$$T_o = \frac{24}{1690 \cdot 0,5} = 0,28 \text{ хв.}$$

Розрахунок режимів різання для інших поверхонь заносимо у таблицю 6.10

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 42 |

Таблиця 6.10 – Режими різання на операцію 025

| Діаметр поверхні | t,мм | So,мм/об | V,м/хв | n,об/хв | To,хв |
|---------------------|------|----------|--------|---------|-------|
| Ø24,5 | 2,5 | 0,5 | 25,07 | 1690 | 0,28 |
| Ø23 | 2,5 | 0,5 | 24,44 | 1800 | 0,26 |
| Ø30 | 2,5 | 0,5 | 28,84 | 1380 | 0,38 |
| Ø28,5 | 2,5 | 0,5 | 27,98 | 1453 | 0,31 |
| Ø37,5 | 2,5 | 0,5 | 27,98 | 1104 | 0,58 |
| Ø35,5 | 2,5 | 0,5 | 23,55 | 1166 | 0,55 |
| Ø42 | 2,5 | 0,5 | 22,94 | 986 | 0,73 |
| Ø40 | 2,5 | 0,5 | 26,76 | 1035 | 0,69 |
| Ø22 | 2,5 | 0,5 | 25,12 | 1882 | 0,25 |
| Ø35 | 2,5 | 0,5 | 23,16 | 1183 | 0,55 |
| Ø33 | 2,5 | 0,5 | 26,08 | 1255 | 0,51 |
| Ø46 | 2,5 | 0,5 | 20,24 | 900 | 0,77 |
| Ø67,5 | 2,5 | 0,5 | 28,88 | 613 | 0,96 |
| Разом | | | | | 6,82 |

Операція 040 Шпонково-фрезерна

На операції відбувається фрезерування паза шириною 5мм

Для фрезерування деталі використовуємо фрезу кінцеву за ГОСТ 9140-78 діаметр фрези $D=5$ мм. Матеріал інструменту-Т15К6.

Так як обробка проводиться на шпонково- фрезерному верстаті 6Д91, який працює з маятниковою подачею, глибину різання та подачу на зуб приймаємо за таблицею [табл.38 с. 286]

Для шпонкового пазу шириною $B=5$ мм глибина різання $t = 0,3$ мм подача на зуб $S_z= 0,05$ мм/зуб

Період стійкості інструменту $T=80$ хв [табл..40 с. 290]

Розрахункову величину швидкості різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z^p} \times K_V, \text{ м/хв.} \quad (6.12)$$

Приймаємо по таблиці 39 та 40, с.289 [5]; значення стійкості інструмента та значення коефіцієнтів що входять до формули (6.12)

$$C_V = 53; q = 0.25; x=0.3; y=0.2; u=p=0.1; m=0.33;$$

де K_V –загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, враховуючий фактичні умови різання

$$K_V = K_{M_V} \cdot K_{N_V} \cdot K_{U_V}, \quad (6.13)$$

де K_{M_V} – коефіцієнт враховуючи якість оброблюваного матеріалу

$$K_{mv} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.14)$$

де K_r – коефіцієнт, що характеризує групу сталі при обробці, $K_r=1$, [5]с.262, табл. 2;

n_v – показник степені табл.2, с.262 [5] $n_v=0,9$;

σ –межа міцності при розтягуванні (650 мПа).

$$K_{mv} = 1,0 \times \left(\frac{750}{650} \right)^{0,9} = 1,13$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 44 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки табл.5с.263 [5]

$$K_{nv} = 0,8;$$

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту табл.6 с.263

$$K_{Mv} = 1.1;$$

K_{Nv} – коефіцієнт враховуючи стан поверхні заготовки, табл.5с.263 [5]

$$K_{Nv} = 0.8;$$

K_{Uv} – коефіцієнт враховуючи матеріал інструменту, табл.6 с.263

$$K_{Uv} = 1$$

$$K_v = 1.13 \cdot 0.8 \cdot 1 = 0.904$$

$$v = \frac{53 \cdot 5^{0.25}}{70^{0.2} \cdot 1^{0.3} \cdot 0.05^{0.2} \cdot 5^{0.1} \cdot 4^{0.1}} \cdot 0.904 = 30,63 \text{ м/хв},$$

Число обертів шпінделя визначаємо за формулою:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} \quad (6.15)$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 30,63}{3.14 \cdot 5} = 195,1 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо число обертів, рівне $n=190$ об/хв.

Тоді швидкість різання складає:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$V = \frac{3.14 \cdot 5 \cdot 190}{1000} = 29,83 \text{ м/хв}$$

Хвилинну подачу визначаємо за формулою

$$S_{xv} = S_z \cdot z \cdot n \quad (6.16)$$

$$S_{xv} = 0.05 \cdot 4 \cdot 190 = 48 \text{ мм/хв}$$

Силу різання визначаємо за формулою:

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 45 |

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^{n_z}}{D^q n^w} K_{mp} \quad (6.17)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5]

де, $C_p = 68.2$; $x=0.86$; $y=0.72$; $u=1.0$; $q=0.86$; $w=0$.

K_{Mv} - коефіцієнт, який враховує властивості обробленого матеріалу [табл. 1, с.261,]:

$$K_{Mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 1.0 \cdot \left(\frac{750}{650} \right)^{0.9} = 1.13$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 1^{0.86} \cdot 0.05^{0.72} \cdot 5^{190.4}}{5^{0.86 \cdot 190}} \cdot 1.12 = 75,29 \text{ Н}$$

Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (6.18)$$

$$N_e = \frac{75,29 \cdot 29,83}{61200} = 0.03 \text{ кВт}$$

Потужність котру повинен розвивати верстат , визначаємо за формулою:

$$N_c = N_{дв} \cdot \eta \quad (6.19)$$

Де $N_{дв}$ - потужність електродвигуна головного приводу руху кВт

η – Механічний ККД =0.75

$$N_c = 5.5 \cdot 0.75 = 4.125 \text{ кВт}$$

Таким чином $N_e < N_c$, це значить що обладнання забезпечить потрібну потужність для обробки.

Основний час для виконання і-го переходу визначаємо за формулою

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 46 |

$$T_o = \frac{L_p}{S_{хв}} i, \text{ хв} \quad (6.20)$$

де i – кількість проходів, $i = 1$;

L_p – повна довжина обробки, мм.

$$T_o = \frac{14}{4 \cdot 190} \cdot 1 = 0.07 \text{ хв}$$

6.6 Технічне нормування операції

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_o \cdot T_d \cdot T_{обс} \cdot T_{п}, \text{ хв} \quad (6.21)$$

де T_o - основний час на операцію, хв

T_d - допоміжний час, хв

$T_{обс}$ - час на обслуговування робочого місця, хв

$T_{п}$ - час на особисті потреби, хв.

Знаходимо норму допоміжного часу за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{пер} + T_{вим}, \text{ хв} \quad (6.22)$$

де $T_{уст}$ - час на установку і зняття деталі [6], с.54 карта 16 поз.1; $T_{уст} = 0,11$ хв

$T_{пер}$ – час пов'язаний з переходом [6], с.103 карта 31 поз.1; $T_{пер} = 0,04$ хв

$T_{вим}$ – час на контрольне вимірювання [6], с.191 карта 86 поз.158; $T_{вим} = 0,1$ хв

$$T_d = 0,11 + 0,04 + 0,1 = 0,16 \text{ хв}$$

Знаходимо оперативний час ($T_{оп}$) за формулою:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \text{ хв} \quad (6.23)$$

$$T_{оп} = 0,06 + 0,16 = 0,32 \text{ хв}$$

$T_{обс}$ - час на обслуговування робочого місця становить 3.5% від $T_{оп}$.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |

$$T_{обс} = 0.035 \cdot 0.26 = 0.01 \text{ хв}$$

$T_{п}$ -час на особисті потреби становить 3.5% від $T_{оп}$

$$T_{п} = 0.035 \cdot 0.26 = 0.01 \text{ хв}$$

$$T_{шт} = 0,01 + 0,16 + 0,01 + 0,01 = 0,46 \text{ хв}$$

Підготовчо-заклучний час включає:

$$T_{п.з} = T_{п.з1} + T_{п.з2} \quad (6.24)$$

$T_{п.з1}$ – час на наладку верстата і пристрою . [6], с.103 карта 32 поз.7;

$$T_{п.з1} = 16 \text{ хв}$$

$T_{п.з2}$ – час на отримання інструменту і пристрою до початку і здачу його після остаточної обробки. [6], с.103 карта 32 поз.24;

$$T_{п.з2} = 7 \text{ хв.}$$

$$T_{п.з} = 16 + 7 = 23 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{ш.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з}}{n}, \text{ хв} \quad (6.25)$$

n – кількість деталей у партії, $n = 111$ шт.

$$T_{ш.к.} = 0.46 + \frac{23}{111} = 0.66 \text{ хв.}$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Для визначення взаємного впливу поля збурюючих сил і поля урівноважуючих сил побудуємо графічну модель збурюючих сил у взаємозв'язку з прийнятою схемою базування (рисунок 7.1).

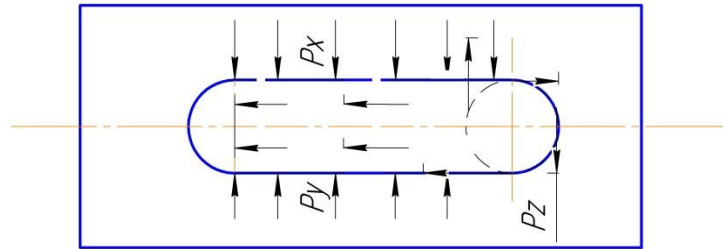


Рисунок 7.1 Схема полів збурюючих сил

При фрезеруванні паза виникає сила різання P_z , яку розглядають як складову з P_n - горизонтальної складової зусилля різання, яка зрушує заготовку в осьовому напрямку, і P_v - вертикальної складової, перекидаючої заготовку навколо точки O.

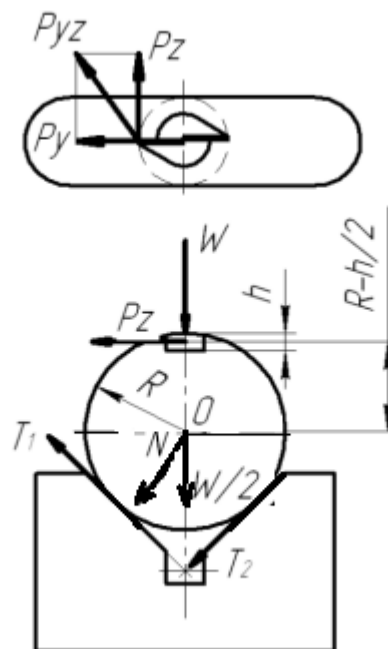


Рисунок 7.2 Схема полів зрівноважу вальних сил

При фрезеруванні шпонкового пазу шириною 5 мм:

$$P_z = 75,29 \text{ Н};$$

$$P_H = (1,0..1,2) \cdot P_z = 1,1 \cdot 75,29 = 82,819 \text{ Н};$$

$$P_V = (0,2..0,3) \cdot P_z = 0,25 \cdot 75,29 = 18,8 \text{ Н};$$

Сума діючих моментів відносно вісі OX

$$k \cdot \sum M_{\text{акт}OX} - \sum M_{\text{пр}OX} = 0; \quad (7.1)$$

де:

$$\sum M_{\text{акт}OX} = P_z \cdot \left(R - \frac{h}{2} \right); \quad (7.2)$$

при:

$$T_1 = T_2 = T;$$

$$\sum M_{\text{акт}OX} = 2T \cdot R \quad (7.3)$$

Тоді, рівняння суми моментів прийме вигляд

$$k \cdot P_z \cdot \left(R - \frac{h}{2} \right) - 2T \cdot R = 0; \quad (7.4)$$

$$T = f \cdot N; \quad (7.5)$$

$$N = \frac{W}{2 \sin(\alpha/2)} \quad (7.6)$$

Підставимо отримані значення в формулу 7.8 :

$$k \cdot P_z \cdot \left(R - \frac{h}{2} \right) = f \frac{W}{\sin(\alpha/2)} R; \quad (7.7)$$

$$W = \frac{k \cdot P_z \cdot \left(R - \frac{h}{2} \right) \sin(\alpha/2)}{f R} \quad (7.8)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 50 |

$$W = \frac{1,5 \cdot 75,29(22 - \frac{5}{2}) \cdot 0,39}{22 \cdot 0,15} = 207,57 \text{ Н}$$

R – радіус валу. R = 22 мм

h – глибина шпонкового пазу. H = 5 мм

k – коефіцієнт гарантійного запасу. k = 1,5

Визначаємо коефіцієнт надійності закріплення:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (7.9)$$

де K_0 – коефіцієнт гарантійного запасу $K_0 = 1,5$;

K_1 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях $K_1 = 1,2$;

K_2 - характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення різального інструменту; $K_2 = 1,2$;

K_3 - враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні,

$K_3 = 1$;

K_4 - характеризує сталість сили закріплення в затискному механізмі, $K_4 = 1,3$;

K_5 - характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1$;

K_6 - враховує наявність моментів, що прагнуть, повернути заготовку, установлену плоскою поверхнею на постійні опори, $K_6 = 1$.

Визначаємо коефіцієнт запасу

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,808;$$

Визначаємо необхідну силу закріплення:

$$W_{\text{закр}} = W \cdot K = 2,808 \cdot 207,57 = 582,85 \text{ Н} \quad (7.10)$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розглянемо точніший розрахунок при проектуванні спеціального пристрою для операції фрезерування деталі «Вал».

Визначимо розрахункові параметри, тобто ті параметри, які в найбільшій мірі впливають на досягнення заданих допусків оброблюваної деталі. Ці параметри - однорідні з похибками, що обумовлені на кресленні деталі найбільш жорсткими допусками на взаємне розміщення поверхонь.

Знайдемо за формулою допустиму похибку паралельності виготовлення посадкової частини:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = T_{\square\phi 22} - \quad (7.11)$$

$$-K_T \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\phi 22})^2 + \varepsilon_{z\phi 22}^2 + \varepsilon_{y\phi 22}^2 + \varepsilon_{n\phi 22}^2 + \varepsilon_{i\phi 22}^2 + (K_{T2} \cdot \omega_{\phi 22})^2 +}$$

де $T_{\square\phi 22} = 22$ мкм (див. п. 1.3. 3);

$K_T = 1,2$ мкм (див. п. 3.2);

$K_{T1} = 0,85$ мкм (див. п. 3.2);

$\varepsilon_{\phi 22} = 0$ (див. п. 2.3. 3);

$\varepsilon_{z\phi 22} = 18$ мкм (див. табл. 3.1); [Методичні вказівки «2659» с.29]

$\varepsilon_{y\phi 22} = 5$ мкм (див. п. 3.2, середнє значення похибки, що рекомендують);

$\varepsilon_{n\phi 80} = 0$ (див. п. 3.2, у зв'язку з відсутністю напрямних елементів);

$\varepsilon_{i\phi 22} = 25$ мкм (при нерівномірному зношуванні робочої поверхні до нормалі поверхні);

ε_i – розраховуємо за формулою [Методичні вказівки «2659» с.40]:

$$\varepsilon_i = \beta_1 \cdot N^n \quad (7.12)$$

$$\varepsilon_{i\phi 22} = 0,5 \cdot 2500^{0,5} = 25 \text{ мкм}$$

$K_{T2} = 0,6$ мкм (див. п. 3.2);

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

$\omega = 46$ мкм (див. табл. 3.7, значення допуску для 7 квалітету середньої економічної точності обробки на токарних автоматах при номінальному розмірі 22 мм);

$\varepsilon_{\text{поз}\varnothing 22} = 5$ мкм (похибка позиціонування відповідно до паспорта верстата).

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 22 - 1,2\sqrt{(0,85^2 \cdot 0^2) + 18^2 + 5^2 + 0^2 + 25^2 + (0,6 \cdot 46)^2 + 5^2} = 12$$

(мкм)

Згідно з ГОСТ 24643-81, беремо найближче стандартне значення допуску паралельності :

$$\varepsilon_{\text{пр}\varnothing 22} = 10 \text{ мкм} .$$

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|----------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ. 17090034-00. ПЗ</i> | Арк. |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 53 |

ВИСНОВОК

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було виконано:

– проведено аналіз службового призначення валу вторинного 1554.01.105.001. Крім цього було виконано опис конструктивних особливостей втулки та умов її експлуатації.

– проведено аналіз технічних вимог на виготовлення валу вторинного, де було проаналізовано точність розмірів та основних технічних вимог, що ставлять до деталі. На підставі технічних характеристик деталі зроблені висновки про можливість її отримання наявними методами обробки з використанням стандартного інструменту та обладнання;

– визначено тип виробництва – дрібносерійний (річна програма випуску 3500 штук);

– обґрунтовано вибір методу і способу отримання заготовки. Зроблено попередній розрахунок заготовки. В ході розрахунку були визначені її розміри, вага описує деталь фігури, який впливає на норму витрати.

В результаті аналізу поверхонь деталі за кресленням були призначені методи її обробки, обрані технологічні бази, передбачувані схеми базування.

– проаналізовано базовий технологічний процес виготовлення валу вторинного. На основі аналізу з'ясовано, що технологічний процес відповідає принципам: поетапної обробки, постійності та суміщення баз.

– однак у зв'язку з оновленням обладнання токарний багаторізцевий копіювальний напівавтомат моделі 16К20Ф3 був замінений на верстат з ЧПК моделі GCL-2В, це дало нам змогу об'єднати дві операції в одну і тим самим скоротити штучний час.

– у відповідності з дрібносерійним типом виробництва та вимогами до дипломного проекту розроблено спеціальний верстатний пристрій, що забезпечує точність базування і надійність закріплення заготовки.

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

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 54 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.

2. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.

3. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина – М.: Машиностроение, 1989, 640с.

4. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 53 с.

5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, долбежные и фрезерные станки.- М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.

6. Горбацевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А. Ф. Горбацевич, В. А. Шкред: [Учеб. Пособие для машиностроит. спец. вузов]. - 4-е изд., перераб. и доп., – Мн.:Выш. Школа, 1983. –256 с., ил.

7. ГОСТ 7505-89 «Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски, издание официальное, Москва – 1990 г».

8. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 с.

9. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. - М.: Машиностроение, 1974. - 203 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

10. Нефедов Н.А., Осипов К.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту: Учебное пособие для техникумов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

11. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. – Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.

12. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 1. Загальні відомості / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов.–Суми : Сумський державний університет, 2011.–55 с.

13. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в машиностроении / В.С. Корсаков – М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.

14. Горошкин А. К. Приспособления для металлорежущих станков [Текст] :А. К. Горошкин. – М: Машиностроение, 1979. – 302 с.

15. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77) Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация / Сборник. – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1983. – 296 с.

16. Юдин, Е.Я. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев и др.; Под ред. Е. Я. Юдина, С. В. Белова — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1983, 432.

17. Кушніров П. В. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка” [Текст] : П. В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – 52 с.

18. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров- М.: Машиностроение, 1964.-652 с.

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|---------------------|------|
| | | | | | ТМ. 17090034-00. ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 56 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |