

**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-шестерні 700.003.01

Виконав: студент IV курсу, групи ТМ-91К

напряму підготовки (спеціальності)

131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Циганок А.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Приходько О.М.

(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

«__» _____ 2023 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ

ВАЛУ-ШЕСТЕРНІ 700.003.01

Бакалаврська кваліфікаційна робота

Напрямок підготовки 131 – Прикладна механіка

(Технології машинобудування)

Студент

Циганок А.П.

Керівник

Приходько О.М.

Нормоконтроль

Динник О.Д.

Державний вищий навчальний заклад

«Сумський державний університет»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів
та інструментів

_____ В.О. Іванов

«__» _____ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА**

Циганок Антон Павлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування технологічного
процесу виготовлення валу-шестерні 700.003.01

керівник проекту Приходько О.М.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» _____ 20__ року № _____

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

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____
Креслення деталі «вал-шестерня 700.003.01»

Річний обсяг випуску деталей – 5000 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> | <i>27.04.2023</i> | |
| 2 | <i>Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі</i> | <i>29.04.2023</i> | |
| 3 | <i>Визначення типу та форми організації виробництва</i> | <i>30.04.2023</i> | |
| 4 | <i>Аналіз технологічності конструкції деталі</i> | <i>02.05.2023</i> | |
| 5 | <i>Вибір способу отримання заготовки та розробка технічних вимог до неї</i> | <i>04.05.2023</i> | |
| 6 | <i>Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу виготовлення деталі</i> | <i>19.05.2023</i> | |
| 7 | <i>Проектування верстатного пристрою для установлення і закріплення заготовки</i> | <i>25.05.2023</i> | |
| 8 | <i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i> | <i>28.05.2023</i> | |
| 9 | <i>Оформлення креслень</i> | <i>29.05.2023</i> | |
| 10 | <i>Оформлення альбому технологічної документації</i> | <i>05.06.2023</i> | |
| 11 | <i>Оформлення пояснювальної записки</i> | <i>08.06.2023</i> | |

Студент

_____ (підпис)

Циганок А.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Приходько О.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Записка: 67 с., табл. 23, рис. 14, формул 62, 25 літературних джерел

Об'єкт розробки: деталь вал-шестерні 700.003.01

Мета роботи: Проектування технологічного процесу на виготовлення вал-шестерні 700.003.01

В дипломному проекті виконано аналіз службового призначення виробу – редуктор лебідки, деталі – вал шліцьовий. Розглянуто та проаналізовано технічні вимоги на виготовлення деталі. На основі коефіцієнта закріплення операцій визначений тип виробництва – середньосерійний, розрахована величина партії деталей та охарактеризовані основні умови організації праці у розглянутому типів виробництва. Розроблений метод отримання заготовки – поковка на ГKM. Проаналізований технологічний процес виготовлення валу-шестерні та докладно розглянуто технологічні операції: 005 Фрезерно-центрувальна та 050 Круглошліфувальна, під час аналізу обґрунтовані схеми базування, вибір металорізального обладнання та технологічної оснастки на дані операції. Також виконаний розрахунок режимів різання та технічне нормування операцій.

В роботі розкрито питання з охорони праці, пов'язане з дією електромагнітних полів на людину, а саме: фізичні та фізіологічні параметри шуму.

В графічній частині роботи виконано креслення: заготовки, деталі, маршрутно-технологічного процесу, пристосування та карту налагодження на операцію 005 Фрезерно-центрувальну

ВАЛ-ШЕСТЕРНЯ, ПОКОВКА, БАЗУВАННЯ, ВЕРСТАТ, ПРИСТРІЙ,
ШЛІФУВАЛЬНИЙ КРУГ, ФРЕЗА ТОРЦЕВА, РЕЖИМ РІЗАННЯ, НОРМИ
ЧАСУ

ЗМІСТ

Вступ

| | |
|--|----|
| 1. Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструкції особливостей деталі та умов її експлуатації | 7 |
| 2. Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі | 11 |
| 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 | 27 |
| 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку | 29 |
| 6.2 Аналіз та обґрунтування схеми базування і закріплення заготовки | 32 |
| 6.3 Обґрунтування вибору металорізальних верстатів | 37 |
| 6.4 Обґрунтування верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів..... | 39 |
| 6.5 Розрахунки режимів різання | 40 |
| 6.6 Технічне нормування операцій | 47 |
| 7. Проектування верстатного пристрою для установаження і закріплення заготовки | 52 |
| 8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях | 62 |

Висновок

Список використаних джерел

Додатки

| | | | | | | | | |
|-----------|------|-----------------------|--------|------|---|----------------------|------|---------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | | | |
| Изм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розробив | | <i>Циганок А.П.</i> | | | <i>Проектування технологічного процесу виготовлення вал-шестерні 700.003.01</i> | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевірив | | <i>Приходько О.М.</i> | | | | | 5 | 62 |
| Реценз. | | | | | | <i>СумДУ, ТМ-91К</i> | | |
| Н. Контр. | | <i>Динник О.Д.</i> | | | | | | |
| Затв. | | <i>Іванов В.О.</i> | | | | | | |

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

Задана деталь «Вал-шестерня 700.003.01» входить до складу стрічкового конвеєра, що показаний на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Стрічковий конвеєр

Стрічковий конвеєр – пристрій безперервної дії з об'єднаним тяговим органом у вигляді замкнутої стрічки. Стрічка приводиться у рух силою тертя між нею та приводним барабаном, опирається по всій довжині на стаціонарні роликові опори.

Задана деталь входить до складу редуктора і служить для передачі крутного моменту. Характерні особливості одноступінчатих циліндричних редукторів виробництва турецької компанії «Techvitas»:

- допустиме радіальне консольне навантаження на тихохідному валу - від 7100 до 80000 Н;
- номінальний крутний момент на тихохідному валу - від 520 до 37500 Н м;
- частота обертання вхідного валу - від 600 до 1500 об / хв;
- коефіцієнт корисної дії (ККД) - від 91% до 94%;

На рисунку 1.2 зображений ескіз редуктора.

Деталь 3 шестерня, призначена для передачі крутного моменту від привідного валу 2 до веденого 1. Ведений вал 1 встановлюється на підшипники за

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 7 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ТМ 20090051-00 ПЗ

Опис поверхонь проведемо на основі складального креслення, службового призначення.

Деталь має такі поверхні: 1 – основна поверхня, за допомогою якої визначається положення даної деталі у виробі (1, 2, 6); 2 – допоміжна поверхня, визначає положення деталей, що приєднуються відносно даної (4, 5); 3 – виконавча поверхня, яка виконує службове призначення даного виробу (3); 4 – вільні поверхні, не торкаються поверхонь інших деталей, та призначені для з'єднання основних, допоміжних та виконавчих поверхонь між собою.

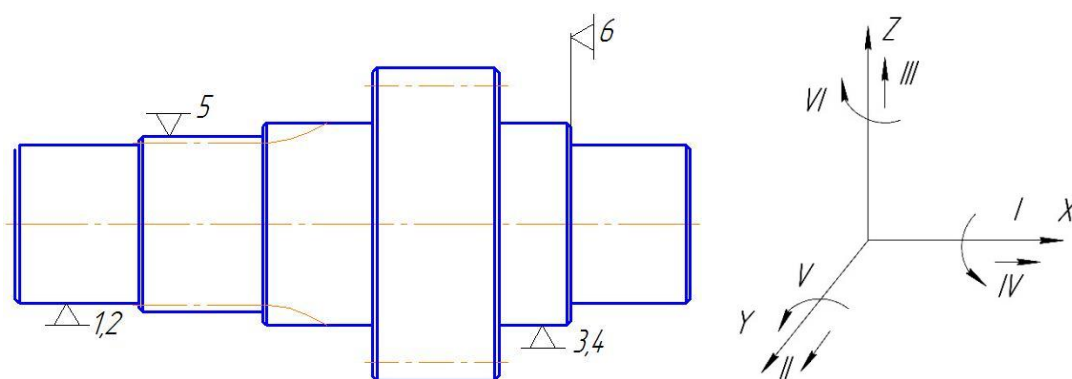


Рисунок 1.4 – Схема базування деталі в вузлі

Таблиця 1.1 – Таблиця відповідності

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

Таблиця 1.2 – Матриця зв'язків

| | X | Y | Z | |
|----------|---|---|---|------------------------|
| 1 | 0 | 1 | 1 | Подвійна напрямна база |
| α | 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | Опорна база |
| α | 0 | 0 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | Опорна база |
| α | 1 | 0 | 0 | |

2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Вал має просту геометричну форму, яка дозволяє застосувати високопродуктивний метод отримання заготовки відцентровим литтям. Деталь дозволяє використати новітні методи обробки, а саме: точіння на верстаті з ЧПК. Забезпечення необхідної точності розмірів, точності взаємного положення поверхонь не викликає технологічних труднощів та можуть бути виконані на верстатах нормальної точності.

На кресленні деталі проставлені всі необхідні розміри та технічні вимоги для її виготовлення.

Найвідповідальнішими поверхнями, до яких пред'являються підвищені вимоги, є: поверхня $\varnothing 70k6$, яка має шорсткість $Ra\ 0,63$ мкм; зубчата поверхня $\varnothing 134,23_{-0,1}$ із шорсткістю $Ra\ 6,3$ мкм; шліцьова поверхня $\varnothing 78h6$, яка має шорсткість $Ra\ 0,63$ мкм. Допуск радіального биття зубчастої та шліцьової поверхонь $0,03$ мм відносно бази АБ (поверхні під підшипники).

Деталь має достатню жорсткість. Всі розміри деталі в основному уніфіковані, і не потребують великої номенклатури ріжучого інструменту для обробки. При розробці технологічного процесу можуть бути використані типові технологічні процеси.

Таким чином, дану деталь можна вважати технологічною. Взагалі, деталь має просту геометричну форму і складається з наступних конструктивних елементів:

- зовнішня циліндрична поверхня: $\varnothing 70k6$ мм; $\varnothing 90$ мм;
- торці;
- фаски: сім $2 \times 45^\circ$ мм;
- центрові отвори: ГОСТ 14034-74, форма А6,3;
- шліцьова поверхня: D – $8 \times 72 \times 78h6 \times 12h8$;
- зубчаста поверхня: $z = 24$; $m = 5$ мм;

Згідно з технічними вимогами інші розміри та поверхні повинні бути виконані не гірше 14-го квалітету.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 10 |
| Изм. | Лист | № докум. | Підпись | Дата | | | | | |

ТМ 20090051-00 ПЗ

Потрібно зауважити, що більшість зазначених відхилень на розмір, точність форми та точність розташування не відповідають стандартним значенням, але це не впливає на точність виготовлення самої деталі.

На основі аналізу робочого креслення деталі «Вал-шестерні» можна сказати, що креслення деталі має достатню кількість видів та перерізів, що дають повне уявлення про конструктивні особливості деталі. Їх розташування відповідає вимогам ГОСТ 2.305-2008 «Зображення – види, розміри, перерізи».

Розміри, граничні відхилення, шорсткість та допуски форми та розташування всіх поверхонь проставлені згідно вимог ГОСТ 2.307-2011 «Нанесення розмірів і граничних відхилень», ГОСТ 2.309-73 «Позначення шорсткості поверхонь», ГОСТ 2.308-2011 «Позначення допусків форми та розташування поверхонь», що дає змогу виготовити задану деталь потрібної точності відповідно до її службового призначення.

Надані технічні вимоги на виготовлення деталі, їх нанесення відповідає ГОСТ 2.316-2008 «Правила нанесення написів, технічних вимог і таблиць на графічних документа». Дотриманий порядок заповнення основного напису згідно вимог ГОСТ 2.104-2006 «Основні написи».

Креслення виконане за допомогою графічного редактора «Компас-3D» і відповідає вимогам ГОСТ 2.052-2006 «Електронна модель виробу. Основні вимоги». Отже, креслення виконане згідно вимог ЄСКД за ГОСТ 2.109-73 «Основні вимоги до креслень».

Вибір матеріалу валу залежить від призначення передачі та умов її роботи. Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 призначається для виготовлення осей, валів, плунжерів, штоків, колінчастих і кулачкових валів, а також кільця, шпинделі, рейки, зубчасті вінці, зубчаті колеса, болти, піввісь, втулки і інші деталі підвищеної міцності. Хімічний склад Сталі 40Х наведено в таблиці 2.1, а основні механічні властивості в таблиці 2.2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 20090051-00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 11 |

Таблиця 2.1 - Хімічний склад Сталі 40Х

| Масова частка елемента, % | | | | | | | |
|---------------------------|-----------|---------|------|-----------|------|------|-------|
| C | Si | Mn | As | Ni | Cu | S | P |
| | | | | Не більше | | | |
| 0,42-0,5 | 0,17-0,37 | 0,5-0,8 | 0,08 | 0,25 | 0,25 | 0,04 | 0,035 |

Таблиця 2.2 - Механічні властивості в залежності від перетину

| σ_0 , МПа | δ , % | ψ , % | НВ |
|------------------|--------------|------------|-----|
| 590 | 24 | 25 | 137 |

Сталь 45 придатна до відпуску. Завдяки великій міцності та досить гарній прогартовуваності саме цю сталь використовують для виготовлення колінчастих валів, зубчастих коліс, осей і т.д. Недоліком сталі є схильність до відпускнуї крихкості другого роду.

Оскільки деталь – тіло обертання, то більшість операцій по обробці із зняттям стружки можна виконати на токарних верстатах.

Після попередньої механічної обробки проводять термообробку для зняття внутрішніх напружень по режиму: нагрівання в печі від температури 150°C до 580°-600°C, зі швидкістю не більше 100°C/год, витримка 3 години, охолодження в печі до 200°C зі швидкістю не більше 75°C/год, далі на повітрі, щоб досягти заданої твердості матеріалу НВ 229...245

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. Матеріал деталі задовольняє всім висунутим вимогам та забезпечує нормальну працездатність деталі у вузлі. Всі вимоги обумовленні функціональним призначенням деталі і невиконання їх при виготовленні знизить надійність роботи виробу і ККД при його експлуатації

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 12 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ТМ 20090051-00 ПЗ

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 можна охарактеризувати за коефіцієнтом закріплення операцій – K_{30} , що показує відношення різних технологічних операцій виконуючих або підлягаючих виконанню підрозділом протягом місяця та до кількості робочих місць. Тип виробництва розраховуємо за ([4], с.43):

$$K_{30} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}, \quad (3.1)$$

де ΣO – сумарна кількість операцій;

ΣP – сумарна кількість робочих місць.

Для зручності розрахунків складаємо таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Обґрунтування типу виробництва

| № операції | Операція | $T_{шт}$ | m_p | P | $n_{эф}$ | O |
|------------|-----------------------|----------|-------|-----|----------|-----|
| 005 | Фрезерно-центрувальна | 6,71 | 0,13 | 1 | 0,13 | 7 |
| 010 | Токарна з ЧПК | 4,52 | 0,09 | 1 | 0,09 | 8 |
| 015 | Токарна з ЧПК | 1,78 | 0,04 | 1 | 0,04 | 20 |
| 020 | Зубофрезерна | 5,6 | 0,11 | 1 | 0,11 | 8 |
| 025 | Шліцефрезерна | 4,7 | 0,09 | 1 | 0,09 | 8 |
| 030 | Шліцешліфувальна | 2,8 | 0,05 | 1 | 0,05 | 16 |
| 035 | Круглошліфувальна | 3,06 | 0,06 | 1 | 0,06 | 14 |
| 040 | Круглошліфувальна | 2,1 | 0,04 | 1 | 0,04 | 20 |
| Разом | | 31,27 | - | 8 | - | 101 |

На основі штучного часу по кожній операції визначаємо кількість верстатів за формулою:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot n_3}, \text{ шт} \quad (3.2)$$

де N – річна програма випуску, шт; $N = 5000$ шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного часу, хв.;

F_d – дієний річний фонд часу при роботі обладнання, год; при 2-х змінному режимі роботи підприємства $F_d = 3900$ год.;

n_3 – розрахунковий нормативний коефіцієнт при завантаженні обладнання;

$$m_{p005} = \frac{3500 \cdot 6,71}{60 \cdot 3900 \cdot 0,8} = 0,13$$

Приймаємо $P = 1$ верстат.

Визначаємо фактичний коефіцієнт рівня завантаження обладнання:

$$n_{зф} = \frac{m_p}{P}, \quad (3.3)$$

$$n_{зф} = \frac{0,25}{1} = 0,25$$

Кількість операцій, які виконуються на робочому місці визначаємо по формулі:

$$O = \frac{n_3}{n_{зф}}, \quad (3.4)$$

$$O = \frac{0,80}{0,13} = 6,1 \approx 7 \text{ шт.}$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для решти операцій, результати заносимо до таблиці 3.1.

Тоді, коефіцієнт закріплення операції становить:

$$K_{зо} = \frac{101}{8} = 13$$

Тип виробництва середньосерійний, так як $10 < K_{зо} = 13 < 20$.

Всі подальші розрахунки проводимо для умов середньосерійного типу виробництва.

Визначаємо форму організації виробництва. Розраховуємо добовий випуск:

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 14 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

$$N_{\text{доб}} = \frac{N_{\text{річ}}}{C}, \text{ шт/день}, \quad (3.5)$$

де C – розрахункова кількість робочих днів у році, $C=254$ дні.

$$N_{\text{доб}} = \frac{5000}{254} = 14 \text{ шт/день}$$

Визначаємо добовий фонд роботи обладнання за формулою:

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{254}, \text{ хв}, \quad (3.6)$$

$$F_{\text{доб}} = \frac{60 \cdot 3900}{254} = 921 \text{ хв}$$

Визначаємо середню трудомісткість механічних операцій:

$$T_{\text{ср.}} = \frac{\sum T_{\text{ш-к}}}{n}, \text{ хв}, \quad (3.7)$$

де n – кількість механічних операцій, $n=8$;

$$T_{\text{ср.}} = \frac{31,27}{8} = 3,91 \text{ хв}$$

Завантаження добової потужності потокової лінії при 60% визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{F_{\text{доб.}}}{T_{\text{ср.}}} \cdot 0,6, \text{ шт} \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{доб.}} = \frac{921}{3,91} \cdot 0,6 = 142 \text{ шт}$$

При виконанні порівняння: $N_{\text{доб}} = 14 < Q_{\text{доб.}} = 142$ бачимо, що добовий випуск на багато менший добової потужності даної потокової лінії виробництва при її завантаженні приблизно на 60%. Слідуює, що використання одно номенклатурної лінії потоку нерациональне, тому необхідно прийняти групову форму організації праці.

Проводимо коротку характеристику обраного типу виробництва.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 15 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

Середньосерійний виробничий тип характеризується в основному обмеженою номенклатурою виготовлення виробів та більш великим об'ємом випуску. Продукція випускається партіями, які повторюються періодично. Верстати розміщені за ходом технологічного процесу, в цеху біля універсальних верстатів працюють напівавтомати та автомати. Можливе виконання декількох або однієї операції на кожному робочому місці. Використовуються спеціалізовані пристосування, вимірювальний та лезвійний інструменти. Підприємства мають досить розвинену виробничу структуру, створюється предметно-замкнута ділянка на виробництві, за технологічним принципом спеціалізуються заготовельні цехи і при цьому всьому значно нижча собівартість виготовленої продукції в порівнянні з одиничним типом виробництва.

Знаходимо кількість деталей в партії за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}, \text{ шт} \quad (3.9)$$

де a – періодичність запуску в днях, $a = 6$ днів;

$$n = \frac{5000 \cdot 6}{253} = 83 \text{ шт.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 16 |

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Матеріалом для виготовлення деталі вал-шестерня слугує сталь 40Х, яка є легованим матеріалом, але при цьому володіє гарними фізико-хімічними властивостями, має достатню міцність, гарно піддається процесу різання та термообробки.

Габаритні розміри деталі: найбільший зовнішній діаметр - 134 мм, довжина - 300 мм.

Основним видом виготовлення і обробки деталі є різання. Основні операції технологічного процесу:

- підрізання торців та центрування торців;
- токарна і шліфувальна обробка зовнішньої поверхні;
- шліце-фрезерна обробка поверхні;

Деталь має достатню жорсткість при своїх параметрах для використання звичайних методів обробки, що дозволяє використовувати звичайні пристосування для її установки і закріплення, також дана сталь має гарну оброблюваність, що дозволяє виконувати лезвійну обробку без ускладнень.

Для необхідності застосування високопродуктивного обладнання, при аналізі поверхонь, потрібно зазначити, більшість поверхонь являються простими, що значно полегшує їх обробку, так як завжди досягнута точність обробки деталі залежить від простоти конструкційних особливостей та форм деталі. Дана деталь складається з простих поверхонь. Більш складним є одержання шліцевої поверхні Ø40мм, у плані механічної обробки розглянута деталь в достатній мірі технологічна. Всі оброблювані поверхні мають зручне розташування, є достатньо розвинутими, що в свою чергу полегшує умови базування, закріплення в подальших механічних операціях. Роблячи загальний аналіз можемо стверджувати, що деталь є технологічна за формою поверхонь.

Вал шліцевий можна вважати технологічним, так як деталь має невеликий перепад діаметральних розмірів, на деталі передбачені фаски для зручності обробки в центрах при виготовленні, що забезпечує зручне підведення різального

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 20090051-00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 17 |

інструменту до оброблюваних поверхонь, ступінчасті поверхні деталі розташовані по зростанню, деталь в основному складається з ділянок, які легко доступні для обробки різанням. Обробка ведеться уніфікованим ріжучим інструментом, контроль точності поверхні проводиться вимірювальним інструментом. Деталь складається з уніфікованих елементів таких як: центрові отвори, фаски, канавки, шпонкові паз, шліци, різьбова поверхня.

Основне завдання при аналізі технологічності деталі зводиться до як найбільш можливого зменшення трудомісткості та металоємності, можливості введення високопродуктивних методів обробки деталі. Це дозволяє зменшити собівартість її виготовлення.

В цілому деталь вал-шестерня є технологічною, хоча при цьому має декілька окремих не технологічних конструктивних елементів, що пов'язані з функціональним призначенням та умовами її експлуатації.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 18 |

5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Вибір виду заготовки визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, програмою випуску, а також економічністю виготовлення. Вибрати заготовку значить встановити спосіб її отримання, визначити припуски на обробку, розрахувати розміри і встановити допуски на неточність виготовлення. При виборі способу отримання заготовки необхідно, щоб форма і розміри заготовки якомога більше наближалися до форми і розмірам готової деталі.

Аналіз конструкції заданої деталі показав, що для отримання заготовки можна використати штампування на кривошипних пресах. Штампування на кривошипних пресах в 2 – 3 рази продуктивніше, припуски і допуски на 20 – 35% нижче в порівнянні зі штампуванням на молотах, витрата металу на знижується на 10 – 15%. Припуски і допуски заготовок, що штампуються на кривошипних пресах, приймають за ГОСТ 7505-89.

Головними ознаками штамповок є: точність виготовлення; група сталі; конфігурація поверхні роз'єму штампу; ступінь складності.

Клас точності даної заготовки – Т4. Група сталі заготовки визначається за вмістом вуглецю та легуючих елементів – М2.

Ступінь складності заготовки визначається з відношення:

$$C = \frac{M_{\Pi}}{M_{\Phi}}, \quad (5.1)$$

де M_{Π} – орієнтовна маса штамповки, кг;

M_{Φ} – маса фігури, в яку можна вписати деталь, кг.

Орієнтовна маса штамповки визначається за формулою:

$$M_{\text{ш}} = M_{\text{д}} \cdot K_{\text{р}}, \quad (5.2)$$

де $K_{\text{р}}$ – коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки; $K_{\text{р}} = 1,5$.

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 19 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

$$M_{ш} = 15,4 \cdot 1,5 = 23,1 \text{ кг}$$

Масу фігури, в яку можна вписати деталь, визначаємо, беручи розміри деталі, збільшені на 1,05.

$$M_{\phi} = V_{\phi} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.3)$$

де V_{ϕ} – об'єм фігури, в яку можна вписати задану деталь, мм^3 ;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,85 \times 10^{-6} \text{ кг} \times \text{мм}^3$;

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\phi}^2 l_{\phi}}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.4)$$

де D_{ϕ} - діаметр фігури, мм;

l_{ϕ} – довжина фігури, мм;

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 140,7^2 \cdot 315}{4} = 4895177 \text{ мм}^3$$

$$M_{\phi} = 4895177 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 38 \text{ кг}$$

$$C = \frac{23,1}{38} = 0,61$$

Оскільки $0,61 < 0,63$, то приймаємо ступінь складності С2. Конфігурація роз'єму штампу – плоска. На основі знайдених показників визначаємо вихідний індекс – 16.

Розраховуємо розміри заготовки. Дані заносимо в таблицю 5.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 20 |

Таблиця 5.1 – Розрахунок розмірів заготовки

| Номинальний розмір елемента деталі, мм | Шорсткість | Припуск на сторону, мм | Додатковий припуск сторону, мм | Загальний припуск, мм | Допуск на розмір | Остаточний розмір елемента заготовки, мм |
|--|------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------|--|
| ø70k6 | 0,63 | 2,7×2 | 0,5×2 0,6×2 | 7,6 | +2,4 -1,2 | ø77,6 ^{+2,4} _{-1,2} |
| ø 90h14 | 12,5 | 2,0×2 | 0,5×2 0,6×2 | 6,2 | +2,4 -1,2 | ø96,2 ^{+2,4} _{-1,2} |
| ø134h9 | 6,3 | 2,7×2 | 0,5×2 0,6×2 | 7,6 | +2,7 -1,3 | ø141,6 ^{+2,7} _{-1,3} |
| ø76h6 | 0,63 | 2,7×2 | 0,5×2 0,6×2 | 7,6 | +2,4 -1,2 | ø83,6 ^{+2,4} _{-1,2} |
| 300h14 | 3,2 | 3,2×2 | 0,6 | 7 | +3,3 -1,7 | 307 ^{+3,3} _{-1,7} |
| 56 h14 | 12,5 | 2,0×2 | 0,6 | 4,6 | +2,4 -1,2 | 60,6 ^{+2,4} _{-1,2} |
| 53h14 | 12,5 | 2,0 | 0,6 | 2,6 | +2,4 -1,2 | 55,6 ^{+2,4} _{-1,2} |
| 50h14 | 12,5 | 2,0 | 0,6 | 2,6 | +2,4 -1,2 | 52,6 ^{+2,4} _{-1,2} |
| 32h14 | 12,5 | 1,9 | 0,6 | 2,5 | +2,1 -1,1 | 34,5 ^{+2,1} _{-1,1} |

На основі розрахованих розмірів поковки виконуємо ескіз заготовки (рис.5.1).

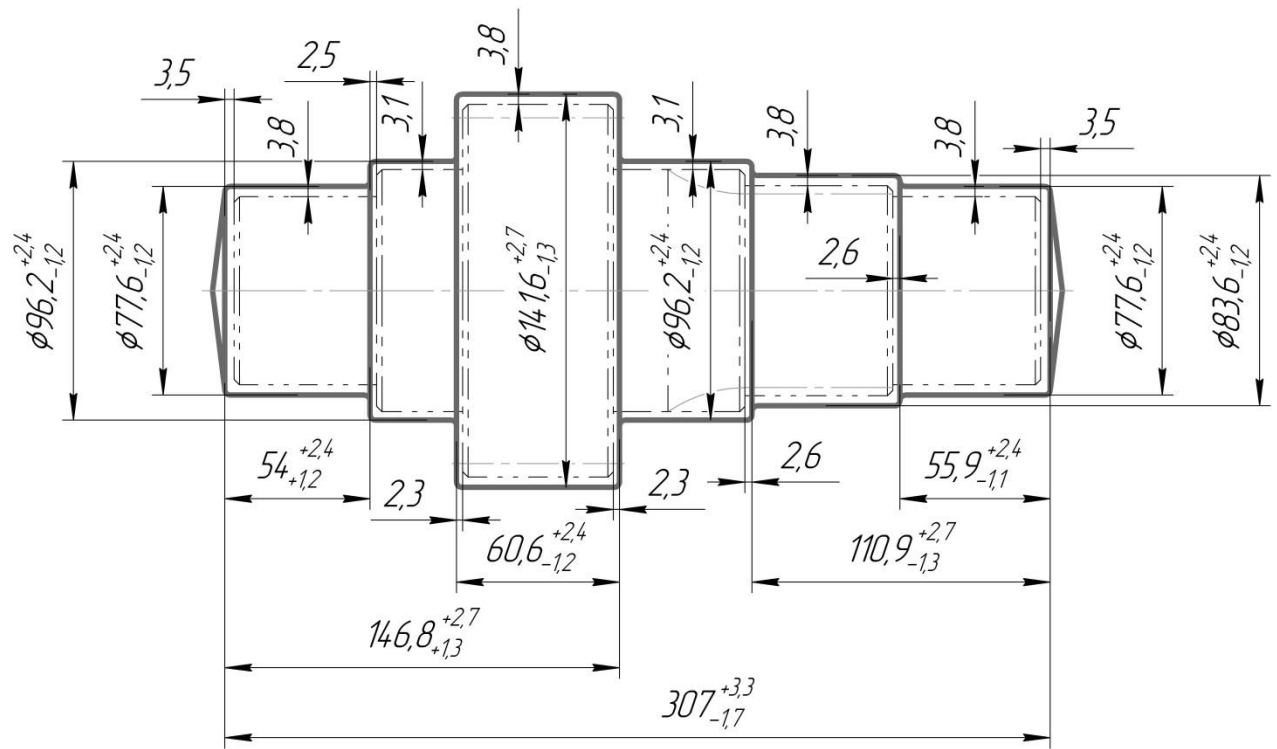


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$M_3 = V_3 \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.5)$$

де V_3 – об'єм заготовки, мм^3 ;

Визначаємо об'єм заготовки за формулою:

$$V_3 = \frac{\pi D_1^2 l_1}{4} + \frac{\pi D_2^2 l_2}{4} + \frac{\pi D_3^2 l_3}{4} + \frac{\pi D_4^2 l_4}{4} + \frac{\pi D_5^2 l_5}{4} + \frac{\pi D_6^2 l_6}{4}, \text{ мм}^3 \quad (5.6)$$

$$V_3 = \frac{3,14 \cdot 77,6^2 \cdot 54}{4} + \frac{3,14 \cdot 96,2^2 \cdot 32,2}{4} + \frac{3,14 \cdot 141,6^2 \cdot 60,6}{4} + \frac{3,14 \cdot 96,2^2 \cdot 49,3}{4} + \frac{3,14 \cdot 83,6^2 \cdot 55}{4} + \frac{3,14 \cdot 77,6^2 \cdot 55,9}{4} = 2367156 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 2367156 \cdot 7,85 \cdot 10^{-6} = 18,6 \text{ кг}$$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою:

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 22 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

Розглянемо другий метод отримання заготовки з прокату.

За ГОСТ 2590-89 вибираємо стандартний діаметр для заготовки зі сталюого гарячекатаного круглого прокату, враховуючи найбільший діаметр валу. При найбільшому діаметрі деталі 134 мм, діаметр прокату сягатиме рівним $D_3 = 140$ мм.

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_3},$$

де $M_{\text{д}}$ – маса деталі, кг;

M_3 – маса заготовки, кг;

Визначаємо масу заготовки за формулою:

$$M_3 = V_{\text{заг}} \cdot \gamma, \text{ кг} \quad (5.9)$$

де $V_{\text{заг}}$ – загальний об'єм, мм^3 ;

γ – густина сталі; $\gamma = 7,8 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{мм}^3$;

$$V_{\text{заг}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l, \text{ мм}^3 \quad (5.10)$$

де d – діаметр прокату, мм;

l – довжина заготовки, мм;

$$V_{\text{заг}} = \frac{3,14 \cdot 140^2}{4} \cdot 304 = 4677344 \text{ мм}^3$$

$$M_3 = 4677344 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 36,5 \text{ кг.}$$

Тоді коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{15,4}{36,5} = 0,42$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 24 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Розглянемо базовий технологічний процес, який наведений для виготовлення деталі вал-шестерні 700.003.01.

В базовому технологічному процесі заготовка - поковка, що є технологічно, так як форма деталі досить складна, тому залишаємо отримання заготовки за допомогою кування на молотах.

Технологічний процес складений відповідно з виконанням технічних вимог для одержання даної деталі.

Детально розглянемо технологічний процес в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Базовий технологічний процес

| № операції | Назва операції | Короткий зміст операції | Базування | Обладнання |
|------------|-----------------------|--|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 005 | Штампуння | | | Прес |
| 010 | Фрезерно-центрувальна | Фрезерувати торці та свердлити центрові отвори | Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази) | Фрезерно-центрувальний верстат моделі МР-71М |
| 015 | Токарна з ЧПК | Обробка згідно керуючої програми | Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази) | Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3 |
| 020 | Токарна з ЧПК | Обробка згідно керуючої програми | Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази) | Токарний верстат з ЧПК моделі 16К20Ф3 |
| 025 | Зубофрезерна | Фрезерувати зуби | Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази) | Зубофрезерний верстат 53А20 |
| 030 | Шліцефрезерна | Фрезерувати шліці | Пристосування спеціальне (установча та напрямна бази) | Шліцефрезерний верстат 5350 |
| 035 | Відпуск | Досягнення необхідних властивостей матеріалу | | Піч |

Продовження таблиці 6.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--------------------|--------------------|--|--------------------------------|
| 040 | Шліцешліфувальна | Шліфувати шліці | Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази) | Шліцешліфувальний верстат 3451 |
| 045 | Круглошліфувальна | Шліфувати поверхні | Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази) | Круглошліфувальний 3М151 |
| 050 | Круглошліфувальна | Шліфувати поверхні | Патрон трьохкулачковий (установча та напрямна бази) | Круглошліфувальний 3М151 |
| 055 | Промивальна | | | Ванна |
| 060 | Технічний контроль | | | Стіл ВТК |

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Розраховуємо розміри для подальшої обробки зовнішньої циліндричної поверхні Ø70к6 та виконаємо розрахунок припусків.

Проведемо розрахунок на ЕОМ та розмістимо його в додатках.

Розраховуємо припуск зовнішньої циліндричної поверхні за формулою:

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

де $R_{Z_{i-1}}$ – величина мікронерівностей поверхні утвореної внаслідок попередньої операції (переході), мкм;

T_{i-1} – розмір глибини дефектного шару поверхні заготовки отриманої з попередньої операції (переході), мкм;

ρ_{i-1}^2 – величина поверхні просторового відхилення форми утвореної на попередній операції (переході), мкм;

ε_i^2 – похибка даної операції (переході), мкм.

Перераховані показники є табличними величинами окрім ρ_{i-1} , котра розраховується за формулою:

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

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 27 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

де $\rho_{зм}$ – просторове відхилення зміщення заготовки, мкм;

$\rho_{зс}^2$ – похибка зсуву заготовки, $\rho_{зс}^2 = 600$ мкм;

$\rho_{кор}^2$ – величина похибки короблення, мкм;

$\rho_{ц}^2$ – похибка центрування заготовки, мкм.

Величину похибки короблення визначаємо за формулою:

$$\rho_k = \Delta_k \cdot l, \text{ мкм} \quad (6.3)$$

де Δ_k – питома кривизна деталі, приймаємо $\Delta_k = 2$ мки/мм;

l – 1/2 довжини деталі яка обробляється.

$$\rho_k = 2 \cdot 20 = 40 \text{ мкм.}$$

Похибка центрування заготовки визначається за формулою:

$$\rho_{ц} = 0,25^2 \sqrt{\delta_3^2 + 1}, \text{ мкм} \quad (6.4)$$

де δ_3^2 – допуск на поверхні, які використовуємо в якості базових.

При довжині обробки 42 мм, та діаметрі $\varnothing 40$ мм типорозмір деталі відповідно буде складати поле допуску 1500 мкм.

$$\rho_{ц} = 0,25^2 \sqrt{1500^2 + 1} = 100 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{зм} = \sqrt{0,6^2 + 0,1^2 + 0,04^2} = 0,61 \text{ мм} = 610 \text{ мкм.}$$

Знаходимо залишкові відхилення за формулою:

$$\rho_{ост} = k_y \cdot \rho_{заг}, \text{ мкм,}$$

де k_y – коефіцієнт уточнення форми; для чорнової обробки $k_y = 0,06$; для чистової обробки $k_y = 0,05$; для шліфування $k_y = 0,04$.

$$\rho_{п/ч} = 610 \cdot 0,06 = 36,6 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{чис} = 610 \cdot 0,05 = 30,5 \text{ мкм.}$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 28 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

$$\rho_{\text{шліф}} = 610 \cdot 0,04 = 24,4 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{\text{шліф.чис}} = 610 \cdot 0,02 = 12,2 \text{ мкм.}$$

В таблиці 6.2 наведені дані для визначення припусків за допомогою ЕОМ.

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для розрахунку на ЕОМ

| Найменування переходу | Елементи припуску, мкм | | |
|-----------------------|------------------------|-----|------|
| | R _z | T | ρ |
| Заготовка | 150 | 250 | – |
| Точіння чорнове | 50 | 50 | 36,6 |
| Точіння чистове | 30 | 30 | 30,5 |
| Шліфування чорнове | 10 | 20 | 24,4 |
| Шліфування чистове | 5 | 15 | 12,2 |

Будуємо схему розміщення припусків

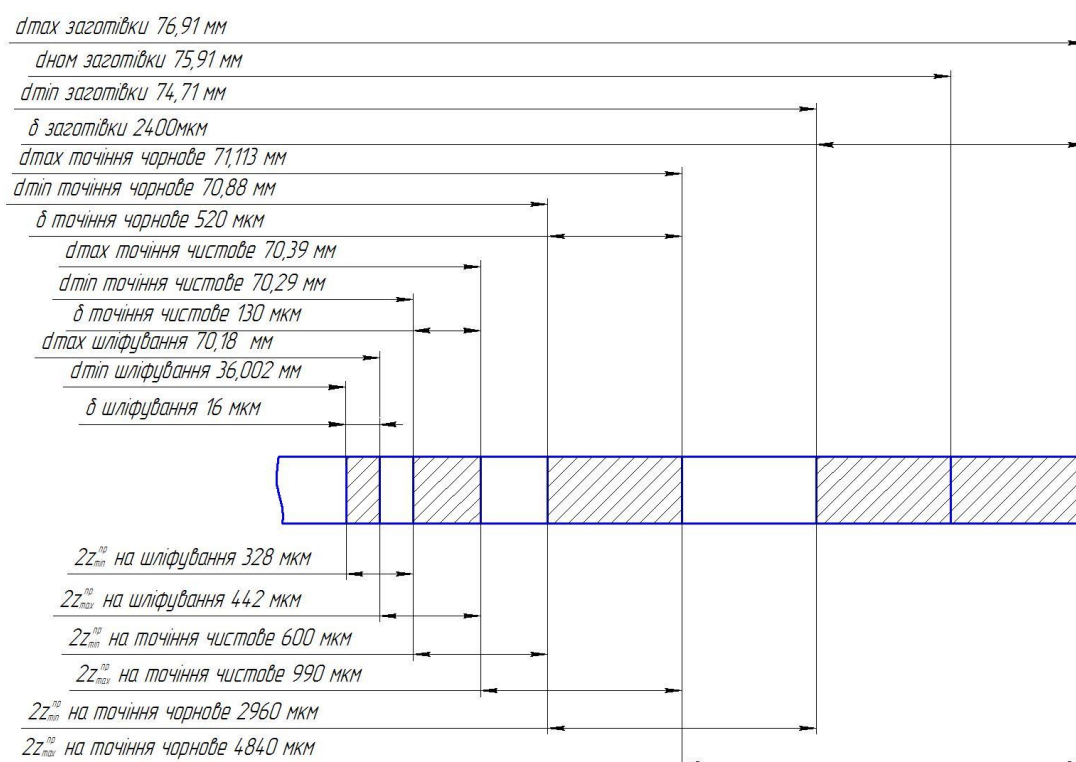


Рисунок 6.2 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру $\varnothing 70k6$ мм

6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування і закріплення заготовки

Операція 005 Фрезерно-центрувальна

На даній операції (рис. 6.3) здійснюється фрезерно-центрування торців деталі в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- фрезерувати торці;
- свердлили центрові отвори.

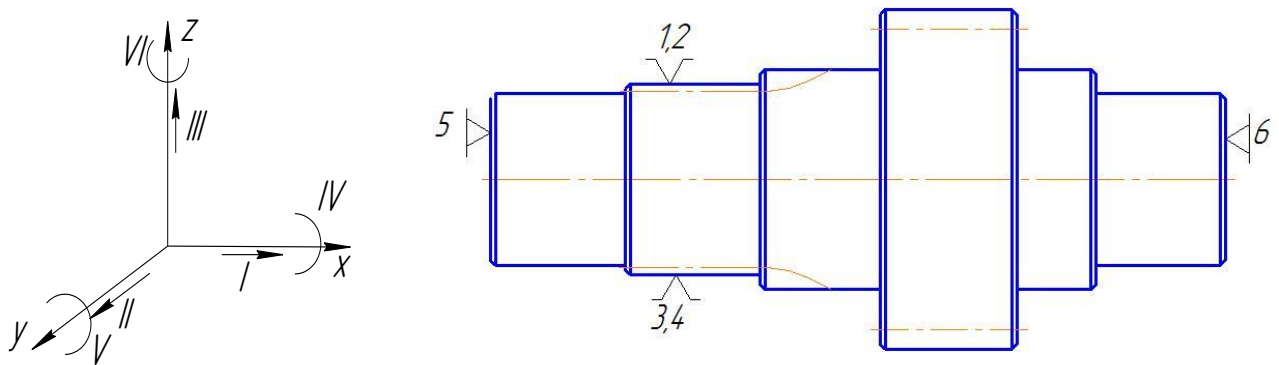


Рисунок 6.3 – Ескіз обробки заготовки на операції 005

Таблиця 6.3 - Таблиця відповідностей

| База | Зв'язки | Позбавлені ступені волі |
|------|------------|-------------------------|
| ПНБ | 1, 2, 3, 4 | I, II, III, V |
| ОБ | 5 | VI |
| ОБ | 6 | IV |

Таблиця 6.4 - Матриця зв'язків

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

Оскільки на даному верстаті інакше закріпити заготовку неможливо, то будево використовувати дану схему базування. Похибка базування відсутня, адже заготовка абсолютно забазована

Операція 050 Круглошліфувальна

На даній операції (рис. 6.4) шліфується поверхня за два установи в наступній послідовності:

- установити, закріпити та зняти заготовку;
- шліфувати, витримуючи відповідні розміри.

На даній операції вал можна закріпити двома способами.

Перший спосіб (див. рис. 6.4) – заготовка закріплена за зовнішню циліндричну поверхню трикулачковим патроном, з упором в торець.

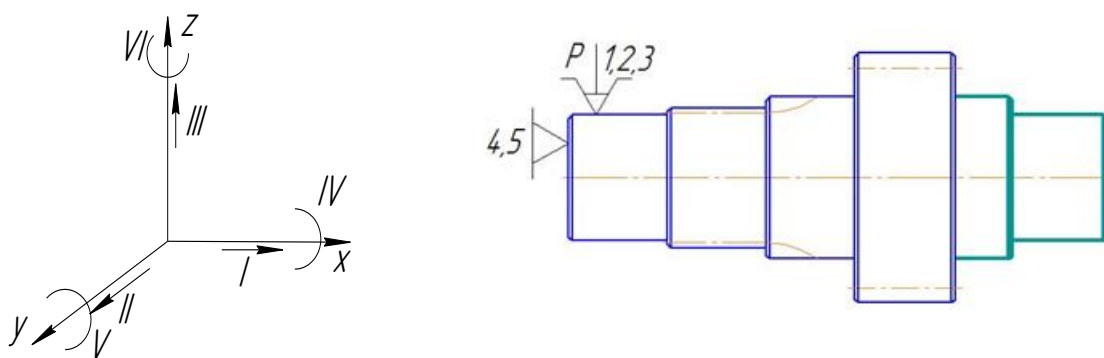


Рисунок 6.4 – Ескіз обробки заготовки на операції 050

Таблиця 6.5 - Таблиця відповідностей

| База | Зв'язки | Позбавлені ступені волі |
|----------|---------------|-------------------------|
| ПНОБ | 1, 2, 3, 4, 5 | I, II, III, V, VI |
| Вакансія | 6 | IV |

Таблиця 6.6 - Матриця зв'язків

| | | X | Y | Z |
|----------|----------|---|---|---|
| ПНБ | L | 1 | 1 | 1 |
| | α | 0 | 1 | 1 |
| Вакансія | L | 0 | 0 | 0 |
| | α | 0 | 0 | 1 |

Похибка базування для даного методу закріплення рівна $\varepsilon_6 = 470$ мкм.

Другий спосіб (див. рис.5.2) – заготовка закріплена в центрах.

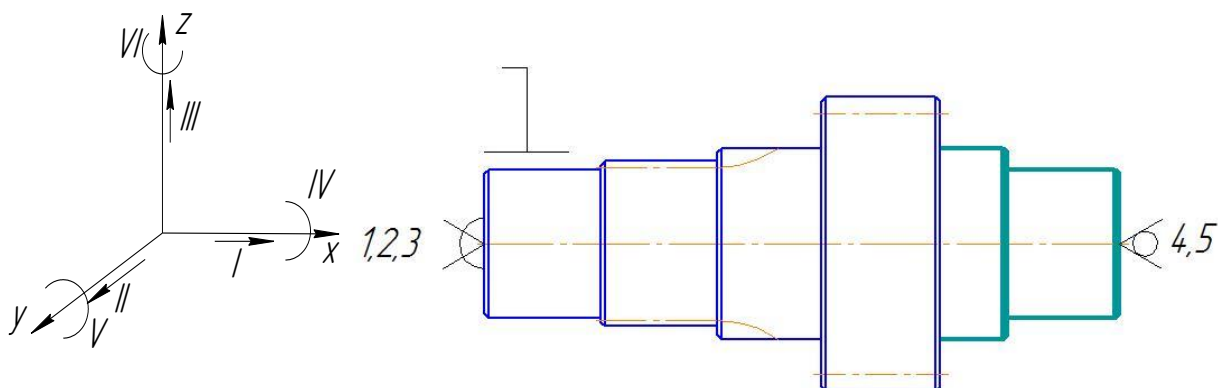


Рисунок 6.5 – Ескіз обробки заготовки на операції 050

Таблиця 6.7 – Таблиця відповідностей

| База | Зв'язки | Позбавлені ступені волі |
|----------|---------|-------------------------|
| УБ | 1, 2, 3 | I,IV,V |
| ПОБ | 4,5 | III,II |
| Вакансія | 6 | VI |

Таблиця 5.5 – Матриця зв'язків

| | | X | Y | Z |
|----------|----------|---|---|---|
| УБ | L | 1 | 0 | 0 |
| | α | 0 | 1 | 1 |
| ПОБ | L | 0 | 1 | 1 |
| | α | 0 | 0 | 0 |
| Вакансія | L | 0 | 0 | 0 |
| | α | 1 | 0 | 0 |

Похибка базування для даного методу закріплення рівна $\varepsilon_6 = 430$ мкм.

Проаналізувавши вище наведені схеми базування приймаємо другий варіант, як такий, при якому похибка базування менша.

6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата

При виборі металорізального верстата перевагу слід надавати високопродуктивному обладнанню, орієнтуючись на сучасні верстати вітчизняного та зарубіжного виробництва.

6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Вибір верстатного пристрою пов'язаний з типом виробництва і конфігурацією деталі. При виборі різальних інструментів, їх типорозмірів та марки інструментального матеріалу враховуємо:

- методи обробки поверхонь;
- етапи обробки (чорнові, чистові та інші);
- використання змащувально-охолоджувальних рідин та їх вид;
- габарити верстатів;
- матеріал заготовки та її стан.

При виборі контрольно-вимірювальних інструментів враховуємо:

- точність вимірювання;
- трудомісткість вимірювання;
- тип виробництва.

На операції 005 застосовується спеціальне пристосування.

Обробка виконується двома фрезами торцьові діаметром 100 мм ГОСТ 22085-80 та двома свердлами центровочними діаметром 2,5 мм ГОСТ 14952-75.

Для вимірювання розміру використовується штангенциркуль ШЦ-I ГОСТ 6507-90

На операції 050 застосовується центри упорний ГОСТ 8742-75 та трьохкулачковий патроном ГОСТ 2571-71.

Обробка виконується шліфувальним кругом 14A32НСМ24К5 ПП 350x20x140 ГОСТ2424-83.

На операції 050, на якій відбувається шліфування поверхонь деталі, для вимірювання розміру використовується мікрометр МК Ц75 ГОСТ 6507-90

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 34 |

6.5 Розрахунки режимів різання

Розрахунок режимів різання на 005 фрезерно-центрувальну операцію

Режими різання розраховуємо табличним методом .

Розглянемо методику розрахунку на прикладі першої операції – 005 фрезерно – центрувальна.

Для проведення цієї операції приймаємо торцеву фрезу з пластинами з твердого сплаву Т5К10

Вибираємо діаметр фрез за формулою:

$$D=1,6 \times B, \text{ мм}$$

де B – ширина фрезерування, мм.

$$D=1,6 \times 39=62,4 \text{ мм}$$

Приймаємо спеціальну фрезу [5], с.188 табл.96 $D = 100$ мм з крупними зубами, кількість яких $z = 10$.

Визначаємо режими різання для фрезерування торців.

При фрезеруванні глибина різання дорівнює припуску $t = h = 2,0$ мм.

Визначаємо подачу на зуб.

Для верстата з потужністю більше 10кВт подача на зуб $S_z = 0,16 - 0,24$ мм/зуб [5].таб.33, с.283. Приймаємо $S_z = 0,2$ мм/зуб.

Назначаємо період стійкості фрези по табл.40, с.290 [5]: для торцевої фрези $\varnothing 100$ мм $T = 180$ хв.

Визначаємо довжину робочого ходу супорту за формулою:

$$L_{p.x} = L_{\text{різ}} + u + L_{\text{доп}}; \text{ мм} \quad (6.5)$$

де $L_{\text{різ}}$ – довжина різання;

u - підвід, врізання та перебіг інструменту;

$L_{\text{доп}}$ - додаткова довжина ходу, яка обумовлюється в деяких випадках

особливостями наладки і конфігурацією деталей;

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 35 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ТМ 20090051-00 ПЗ

Вибираємо данні для обробки [6]:

$$L_{\text{різ}} = 17\text{мм}; y = 5\text{ мм}; L_{\text{доп}} = 0$$

$$L_{p.x} = 17 + 5 = 22\text{ мм}$$

Призначаємо величину подачі супорта на оборот шпинделя:

$$S_0 = 0,55\text{ мм/об};$$

Визначаємо стійкість інструменту по нормативам:

$$T_p = 50\text{ хв};$$

Розрахуємо швидкість різання за формулою:

$$V = V_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3; \quad (6.6)$$

де $V_{\text{табл.}}$ – табличне значення швидкості;

K_1 - коефіцієнт, який залежить від матеріалу, що оброблюється;

K_2 - коефіцієнт, який залежить від стійкості та марки матеріалу ріжучою частини;

K_3 - коефіцієнт, який залежить від виду обробки;

$$V_{\text{табл.}} = 88\text{ м/хв}; K_1 = 1; K_2 = 1; K_3 = 1,05.$$

$$V = 88 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 92,4\text{ м/хв};$$

Розрахуємо рекомендоване число обертів шпинделя верстата за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 38} = 774,39\text{ хв}^{-1}$$

Обираємо найближче значення числа обертів верстату:

$$n = 630\text{ хв}^{-1};$$

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 36 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

Уточнюємо швидкість різання по прийнятому значенню числа обертів шпинделя, за формулою:

$$V = \frac{\pi d n}{1000}; \quad (6.7)$$

де d – діаметр деталі у місці обробки;

n - число обертів шпинделя;

$$V = \frac{3,14 \cdot 70 \cdot 630}{1000} = 75,17 \text{ м/хв};$$

Приймаємо $V_d = 100 \text{ м/хв}$.

Визначаємо швидкість руху подачі за формулою:

$$V_s = S_z \times z \times n_d, \text{ мм/зуб} \quad (6.8)$$

$$V_s = 0,2 \times 10 \times 630 = 1260 \text{ мм/зуб}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі МР-71М $V_s = 1300 \text{ мм/зуб}$

Визначаємо дійсну подачу на зуб за формулою:

$$S_{zd} = \frac{V_{sd}}{z \times n_d}, \text{ мм/зуб} \quad (6.9)$$

$$S_{zd} = \frac{1300}{10 \times 630} = 0,2 \text{ мм / зуб}$$

Визначаємо силу різання за формулою:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^n \times z}{D^q \times n^w} \times K_{mp}, \text{ Н} \quad (6.10)$$

Значення сталих знаходимо за таблицею 41, с. 291 [5]: $C_p=825$; $x=1,0$; $y=0,75$; $u = 1,1$; $q=1,3$; $w=0,2$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.11)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{1,0} = 1,31$$

$$P_z = \frac{10 \times 825 \times 2,0^1 \times 0,2^{0,75} \times 77,0^{1,1} \times 10}{100^{1,3} \times 630^{0,2}} \times 1,31 = 5744 \text{ Н}$$

Визначаємо крутячий момент за формулою:

$$M_{кр} = \frac{P_z \times D}{2 \times 100}, \text{ Н} \times \text{м} \quad (6.12)$$

$$M_{кр} = \frac{5744 \times 100}{2 \times 100} = 2872 \text{ Нм}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{різ} = \frac{P_z \times V_o}{1020 \times 60}, \text{ кВт} \quad (6.13)$$

$$N_{різ} = \frac{5744 \times 100}{1020 \times 60} = 9,4 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова $N_{різ} \leq N_{шп}$, кВт

де $N_{шп}$ – потужність шпинделя верстата, кВт.

$$N_{шп} = N_d \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.14)$$

де N_d – дійсна потужність верстата, кВт.

η – коефіцієнт корисної дії.

$$N_{шп} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$9,4 \text{ кВт} \leq 10,4 \text{ кВт}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Розрахуємо основний машиний час обробки за формулою:

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 38 |

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{s_0 \cdot n}; \quad (6.15)$$

де $L_{p.x.}$ - довжину робочого ходу супорту;
 s_0 - подача супорту на оборот шпинделя;
 n - число обертів шпинделя;

$$t_M = \frac{22}{0,6 \cdot 630} = 0,307 \text{ хв};$$

Назначаємо режими різання на свердління центрових отворів.

Для центрування отворів приймаємо свердло центрувальне Р6М5 $\varnothing 3,15$ мм
ГОСТ14952-75

Визначаємо глибину різання за формулою:

$$t = \frac{D}{2}, \text{ мм} \quad (6.16)$$

де D – діаметр свердла, мм.

$$t = \frac{3,15}{2} = 1,575 \text{ мм}$$

Вибираємо подачу по табл.25, с.277 [5] для діаметра свердла 3,15мм і
твердості НВ260 подача на оберт становитиме $S_0 = 0,07$ об/хв.

Назначаємо період стійкості інструменту для діаметра свердла $\varnothing 3,15$ мм по
табл.30, с.279[5] $T=15$ хв

Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times S^y} \times K_V, \text{ хв} \quad (6.17)$$

де C_V – коефіцієнт, що визначає вплив матеріалу заготовки і умов обробки
на швидкість різання; по табл.28, с.278 [1] $C_V = 9,8$;

q , m , y – показники степенів, що визначають вплив елементів режимів
різання на швидкість різання; по табл.28, с.278 [5]; $q=0,4$; $m=0,2$; $y=0,5$;

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 39 |

K_V – поправочний коефіцієнт на швидкість різання

$$K_V = K_{mv} \times K_{lv} \times K_{bv} \quad (6.18)$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує якість оброблюємого матеріалу

$$K_{mv} = K_r \times \left(\frac{750}{\sigma} \right)^{n_v} \quad (6.19)$$

де n_v – показник степеня; по табл.2, с.262 [5] $n_v=1,0$;

σ – межа міцності при розтягуванні;

K_{rv} – коефіцієнт, що враховує групу сталі по обробці; по табл.2, с.262 [5]

$K_{rv} = 1,0$.

$$K_{mv} = 1,0 \times \left(\frac{750}{980} \right)^{1,0} = 0,77$$

K_{lv} – коефіцієнт, що враховує глибину обробки отвору; по табл.31, с.280 [5]

$K_{lv} = 1,0$;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту; табл.6, с.263 [5]

$K_{uv} = 1,0$.

$$K_V = 0,77 \times 1,0 \times 1,0 = 0,77$$

$$V = \frac{9,8 \times 3,15^{0,4}}{15^{0,2} \times 0,07^{0,5}} \times 0,77 = 8,27 \text{ м / хв}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \text{ об / хв} \quad (6.20)$$

$$n = \frac{1000 \times 8,27}{3,14 \times 3,15} = 836 \text{ об / хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата моделі

MP-71M $n_d = 815 \text{ об / хв}$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 20090051-00 ПЗ | Лист |
| | | | | | | 40 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | |

Визначаємо дійсну швидкість різання за формулою:

$$V_D = \frac{\pi \times D \times n_D}{1000}, \text{ м/хв.} \quad (6.21)$$

$$V_D = \frac{3,14 \times 3,15 \times 815}{1000} = 8,1 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10 \times C_M \times D^q \times S^y \times K_p, \text{ Нм} \quad (6.22)$$

де $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ (табл. 32, с. 281 [5]).

$$K_{mv} = K_{mp} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^{n_v} \quad (6.23)$$

$$K_{mv} = K_{mp} = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75_v} = 1,22$$

$$M_{кр} = 10 \times 0,0345 \times 3,15^2 \times 0,07^{0,8} \times 1,22 = 0,49 \text{ Н} \times \text{м}$$

Визначаємо потужність різання за формулою:

$$N_{різ} = \frac{M_{кр} \times n_D}{9750}, \text{ кВт} \quad (6.24)$$

$$N_{різ} = \frac{0,49 \times 815}{9750} = 0,04 \text{ кВт}$$

Перевіряємо чи достатня потужність. Необхідно, щоб виконувалася умова

$$N_{різ} \leq N_{шп}, \text{ кВт}$$

де $N_{шп}$ – потужність шпинделя верстата, кВт.

$$N_{шп} = N_D \times \eta, \text{ кВт} \quad (6.25)$$

де N_D – дійсна потужність верстата, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 20090051-00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 41 |

$$N_{\text{шт}} = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

$$0,04 < 10,4 \text{ (кВт)}$$

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L}{S_o \times n_o}, \text{ хв.} \quad (6.26)$$

де L – повна довжина обробки, мм.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм} \quad (6.27)$$

де l – безпосередня довжина обробки, мм;

y – величина врізання, мм.

$$y = 0,4 \times D = 0,4 \times 3,15 = 1,26 \text{ мм}$$

Δ – величина перебігу; $\Delta = 0$ мм, так як отвір глухий.

$$L = 10 + 1,26 + 0 = 11,26 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{11,26}{0,07 \times 815} = 0,2 \text{ хв}$$

Визначаємо загальний основний час, витрачений на фрезерно-центрувальну операцію:

$$T_{\text{ф-ц}} = T_{\text{о фр}} + T_{\text{о св.}} = 0,307 + 0,2 = 0,507 \text{ хв}$$

Операція 050 Круглошліфувальна

Розрахунки виконуємо за нормативами [10]

Для проведення шліфування на операції №050 обираємо шліфувальний круг ПШ 350×20×140 24А 25 – ПСКА 1 кл. ГОСТ 2424-83 таблиця 8 с. 387 [2].

За таблицею 55, с.301, [19] при обробці сталі з повздовжньою подачею вибираємо швидкість круга $V_k = 35$ м/с, швидкість заготовки $V_3 = 25$ м/с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 20090051-00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 42 |

Визначаємо частоту обертання шліфувального круга та заготовки за формулою:

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 V_k}{\pi D_k}, \text{ об/хв} \quad (6.28)$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 60 V_3}{\pi D_3}, \text{ об/хв} \quad (6.29)$$

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot 35}{3,14 \cdot 600} = 1115 \text{ об/хв}$$

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 25}{3,14 \cdot 141,6} = 56 \text{ об/хв}$$

Коректуємо знайдені значення за паспортними даними верстата

$$n_k = 1590 \text{ об/хв}; n_3 = 50 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо повздовжню подачу за формулою:

$$S_0 = (0,2 \dots 0,4) B, \quad (6.30)$$

$$S_{\text{очорн}} = 0,3 \cdot 63 = 19 \text{ мм/об.}$$

Визначаємо поперечну подачу за кожен хід стола (глибину шліфування t).
Приймаємо $S_{\text{поп}} = t = 0,005-0,015$ мм/хід. Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата: $S_{\text{поп}} = 0,005$ мм/хід.

Визначаємо швидкість руху повздовжньої подачі за формулою:

$$V_{S_{\text{повз}}} = \frac{S_0 n_3}{1000}, \text{ м/хв} \quad (6.31)$$

$$V_{S_{\text{повз}}} = \frac{19 \cdot 50}{1000} = 0,95 \text{ м/хв}$$

Коректуємо знайдене значення за паспортними даними верстата:

$$V_{S_{\text{повз}}} = 0,9 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо потужність, яка витрачається на різання за формулою:

$$N_{\text{різ}} = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot S^y \cdot D_3^q, \text{ кВт} \quad (6.32)$$

де C_N , γ , x , y , q – коефіцієнт та показники степеня для шліфування, (табл. 56, с.303 [19]). $C_N = 2,65$; $r=0,5$; $x=0,5$; $y=0,55$; $q=0$.

$$N_{\text{різ}} = 2,65 \cdot 25^{0,5} \cdot 0,005^{0,5} \cdot 19^{0,55} \cdot 141,6^0 = 4,6 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо, чи достатня потужність привода верстата $N_{\text{шп}}$ за умовою (2.37) та (2.38): $N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,85 = 8,5 \text{ кВт}$, $4,6 < 8,5$.

Умова виконується, отже обробка можлива.

Визначаємо основний час за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot h}{n_z \cdot S \cdot S_{\text{поп}}} \cdot K, \text{ хв} \quad (6.33)$$

де L – довжина ходу стола або довжина оброблюваної поверхні з перебігом шліфувального круга в кожену сторону на півширини круга мм;

$$L = l + B, \text{ мм} \quad (6.34)$$

$$L = 55 + 63 = 118 \text{ мм}$$

h – припуск на обробку (припуск на сторону); $h = 0,1 \text{ мм}$;

S_x – поперечна подача на кожен хід стола, мм/хід;

K – коефіцієнт точності (виходжування).

$$T_o = \frac{118 \cdot 0,1}{50 \cdot 19 \cdot 0,005} \cdot 1,2 = 2,98 \text{ хв}$$

$$T_o = \frac{118 \cdot 0,1}{50 \cdot 19 \cdot 0,005} \cdot 1,4 = 3,48 \text{ хв}$$

Загальний основний час визначаємо як суму за формулою:

$$T_o = 2,98 + 3,48 = 6,46 \text{ хв}$$

6.6 Технічне нормування операції

Для операції 005 виконуємо технічне нормування

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу на фрезерно-центрувальну операцію 005.

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 44 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

$$T_{шт-к} = \frac{T_{n-3}}{n} + T_{шт}, хв \quad (6.35)$$

$$T_{шт-к} = T_0 + (T_{yc} + T_{30} + T_{yn} + T_{из}) \cdot k + T_{об.ст}, хв \quad (6.36)$$

де T_{n-3} - підготовчо-заклучний час, хв.;

T_0 - основний час, хв.;

n – кількість деталей в партії, шт.;

T_{yc} - час на встановлення та зняття деталі, хв.;

T_{30} - час на закріплення та відкріплення деталі, хв.;

T_{yn} - час приймання керування, хв.;

$T_{из}$ - час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{обст}$ - час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

k – поправочний коефіцієнт.

$$T_{yc} = 0,08$$

Час на вмикання верстата кнопкою – 0,02 хв; підвести та одвести фрези та свердла від деталі – $2 \times 0,06$ хв. [1]. Тоді:

$$T_{yn} = 0,02 + 2 \cdot 0,06 = 0,14 хв$$

$$T_{из} = 2 \cdot 0,12 = 0,16 хв$$

Допоміжний час:

$$T_е = T_{yc} + T_{30} + T_{yn} + T_{из} \quad (6.37)$$

$$T_е = 0,08 + 0,14 + 0,16 = 0,38 хв$$

Оперативний час:

$$T_{он} = T_0 + T_е \quad (6.38)$$

$$T_{он} = 0,507 + 0,38 = 0,887 хв$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 45 |

Час на відпочинок та обслуговування робочого місця складає 6% від оперативного часу:

$$T_{обот} = \frac{0,887 \cdot 6}{100} = 0,053 \text{ хв}$$

Підготовчо-заключний час на налагоджування верстата – 12 хв.; отримання інструмента та пристосування й здача його після закінчення обробки – 10 хв. [1].

Тоді:

$$T_{n-з} = 12 + 10 = 22 \text{ хв}$$

Кількість деталей в партії [1]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (6.39)$$

де N – програма випуску деталей, шт.;

a – періодичність запуску в днях (a=6)

$$n = \frac{5000 \cdot 6}{254} = 82 \text{ шт}$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = \frac{22}{82} + 0,507 + (0,08 + 0,14 + 0,16) \cdot 1,85 + 0,073 = 1,34 \text{ хв}$$

Для операції 050 виконуємо технічне нормування

Для визначення штучного часу на операції потрібно знайти операційний час, який складається з основного и допоміжного.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 20090051-00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 46 |

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ УСТАНОВЛЕННЯ І ЗАКРІПЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ

Беручи до уваги, що при загальному обсязі засобів технологічного оснащення, приблизно 50% являються верстатні пристосування. Застосування верстатних пристосувань дозволяє:

- 1) надійно закріплювати деталь при збереженні жорсткості в ході обробки;
- 2) завжди забезпечувати якість обробки при невисокій кваліфікації робітників;
- 3) підвищувати продуктивність та полегшувати умови праці робітника;
- 4) розширити технологічні можливості користуванням обладнанням.

Обґрунтування необхідності пристосування. Вибір системи пристосування.

Заготовка обробляється в пристосуванні, робітники на даних операціях мають четвертий розряд. Застосовування пристосування з механізованим приводом дозволить знизити розряд верстатника на даній операції, зменшити трудомісткість обробки, підвищити параметри точності на операції. Найбільш раціонально при заданих умовах виступатиме система нерозбірних спеціальних пристосувань (НСП).

Визначення кількісних та якісних результатів виконання операції.

Точність розмірів.

На операції 050 Круглошліфувальна шліфується поверхня 70к6

Точність форми.

Аналізується поверхня стінки паза шпонки. Спотворення форми даної поверхні характеризується відхиленням від площини. Згідно ГОСТ 24643-81 для квалітета IT14 та рівня точності А маємо ступінь точності 12 ([19], с. 451). Для заданого номінального розміру 12 мм величина допуску площинності сягає:

50 мкм.

Точність розташування.

На кресленні задане значення радіального биття циліндричної поверхні:
 $\varnothing 42n6 = 0,1\text{мм} = 100\text{мкм}$, згідно ([19], с.452) по ГОСТ 24643-81 це відповідає 6

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 48 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | | |

ТМ 20090051-00 ПЗ

ступенів точності при табличному значенні допуску – 100 мкм.

Ступінь шорсткості

На кресленні деталі шорсткість порожнини паза складає: $R_a = 6.3$ мкм.

Визначення кількісних та якісних даних про заготовку, що надходить на операцію.

На операцію надходить заготовка пройшовши практично весь маршрут обробки. Зовнішня циліндрична поверхня проходила попередню обробку. Тобто це є приводом говорити про наявність розвинених та точних поверхонь для базування заготовки. Перевіряємо параметри поверхонь, які можуть виступати в ролі базових.

Точність розмірів.

За базу виступає циліндрична поверхня $\varnothing 40k6$. Довжина поверхні 81 мм ($l / d > 2$), виконується. Це говорить про те, що дана поверхня може виступати технологічною базою.

Точність форми.

Допуск циліндричності і круглості на розмір $\varnothing 40k6$ на кресленні не заданий, отже він включений в загальний допуск на розмір і становить 30%:

$$T = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ мкм}$$

Найближче стандартне значення допуску по ГОСТ 24643-81 становить: $T = 8$ мкм, що відповідає 6 ступеня точності.

Точність розташування.

На даній поверхні витриманий допуск на радіальне биття в межах 0,1мм.

Приймаємо найближче значення з ряду стандартних значень: $T = 25$ мкм, що відповідає 6-го ступеня точності.

Ступінь шорсткості.

З креслення деталі видно параметри шорсткості: на розмір $\varnothing 70k6$ $R_a = 0,8$ мкм; торця – 6,3 мкм. Це цілком відповідає вимогам до базових поверхонь.

Визначення умов, в яких буде виготовлятися і експлуатуватися заготовка.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 49 |

Річна програма випуску - 82 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості відповідає середньосерійному типу виробництва. При даній програмі виробництва для деталі робимо висновок, що періодичність використання низька. Заготовка буде оброблюватися на верстаті 3V151.

Складання переліку функцій, що реалізуються:

- 1) попередня орієнтація та переміщення заготовки;
- 2) базування заготовки;
- 3) верстатне базування та закріплення пристосування;
- 4) відведення та підведення енергоносіїв;
- 5) заміна затискних елементів;
- 8) об'єднання функціональних вузлів (корпус);
- 9) шліфування поверхні деталі;
- 10) створення безпечних умов праці.

Розробка і обґрунтування схеми базування.

Вибір методу установки та закріплення заготовки на верстаті визначається за конфігурацією заготовки, серійністю виготовлення та методами обробки. Дані методи суттєво впливають на точність, якість поверхонь, що оброблюються та на загальну тривалість обробки.

Аналіз схеми базування проводився в пункті 6.2

На даному пристосуванні заготовку можна встановити у призмах з упором в торці та затиснути важелями (рис. 7.1).

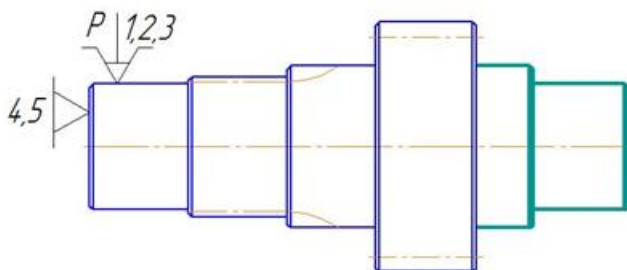


Рисунок 7.1 – Схема базування та закріплення заготовки на операцію
050 Круглошліфувальна

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 50 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

ТМ 20090051-00 ПЗ

Отже, дане базування неохідно застосовувати для закріплення заготовки. Так як при ньому відсутня похибка базування. Деталь добре закріплена, відсутня деформація, що виникає при фрезеруванні шпонкового пазу.

Функціональна структура проектного пристосування представлена на рисунку 7.2.

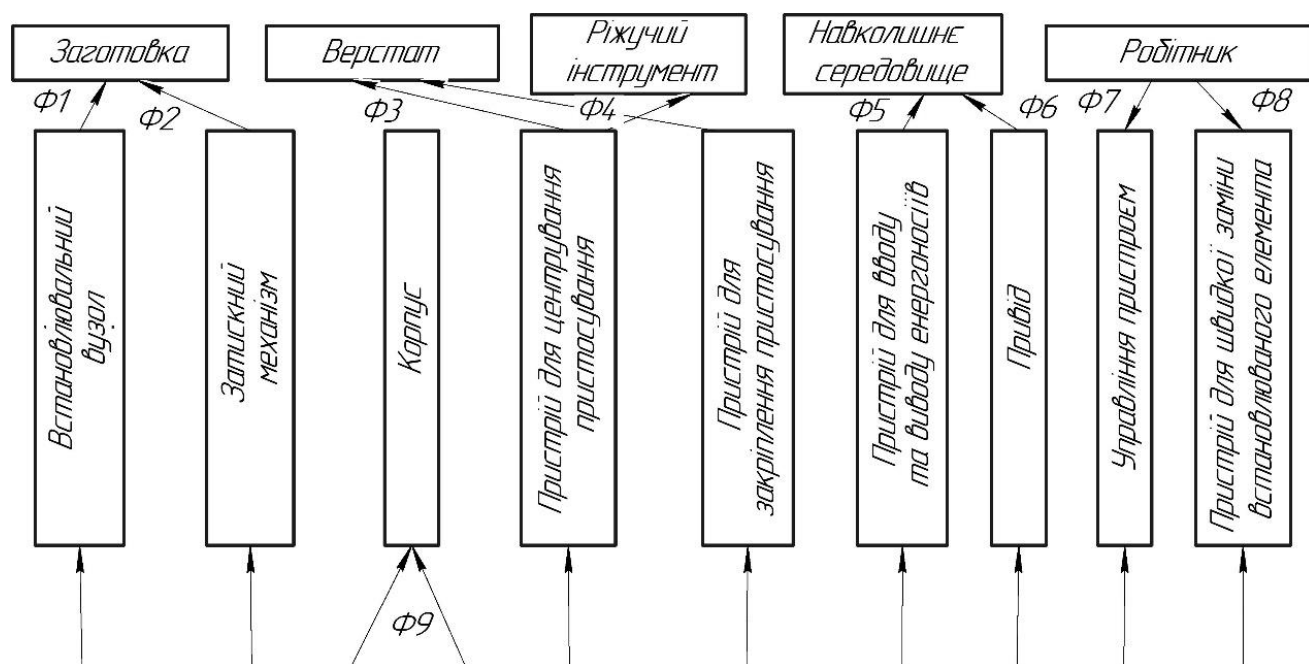


Рисунок 7.2 – Функціональна структура проектного пристосування

Розрахунок сил закріплення і основних параметрів пристосування

На заготовку при обробці діє крутний момент $M_{кр}$ та осьова сила P_z .

У цій схемі сила W є сумарною силою закріплення. Сили, що створюються та момент тертя протилежно діють здвигу вздовж осі та повороту заготовки. Силу закріплення розраховуємо для осьової сили, моменту за формулами: ([19], с. 85):

$$W_1 = \frac{K \cdot P_z}{f_1 + f_{пр}}, H \quad (7.1)$$

$$W_2 = \frac{K \cdot M_{кр}}{r \cdot (f_1 + f_{пр})}, H \quad (7.2)$$

де K – коефіцієнт запасу;

P_z – осьова сила різання;

f_1 – коефіцієнт тертя між контактними поверхнями, $f_1 = 0,15$; ([19], табл. 4.2.);

$f_{пр}$ – приведений коефіцієнт тертя;

r – радіус вала $r = 7,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;

$M_{кр}$ – крутний момент.

Коефіцієнт запасу визначаємо за формулою:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (7.3)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0 = 1,5$; ([19], с. 119);

K_1 – коефіцієнт, який враховує величину сили різання із-за випадкових нерівностей на обробляючих поверхнях, $K_1 = 1,4$; ([19], табл. 4.1 с. 118);

K_2 – коефіцієнт, котрий характеризує збільшення сили різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_2 = 1,2$; ([19], с. 119);

K_3 – коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні, $K_3 = 1,0$; ([19], с. 119);

K_4 – коефіцієнт, який враховує непостійність сил закріплення в затискному механізмі, $K_4 = 1,0$; ([19], с. 119);

K_5 – коефіцієнт, який характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$; ([19], с. 119);

K_6 – коефіцієнт, який враховує наявність моменту, $K_6 = 1,0$ ([19], с. 120).

Таким чином проводимо розрахунок:

$$K = 1,5 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,52$$

Розраховуємо коефіцієнт тертя між контактними поверхнями, за формулою:

$$f_{пр} = f_2 \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (7.4)$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 52 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

де f_2 – коефіцієнт тертя контактних поверхонь, $f=0,15$, ([19] с. 121 табл. 4.2);

$$f_{\text{пр}} = 0,15 \cdot \frac{1}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = 0,21$$

Визначимо силу затиску дії осьової сили:

$$W_1 = \frac{2,52 \cdot 845,9}{0,15 + 0,21} = 5915 \text{ Н}$$

Розрахуємо силу затиску для дії крутного моменту:

$$W_2 = \frac{2,52 \cdot 42,3}{16 \cdot 10^{-3} \cdot (0,15 + 0,21)} = 18506 \text{ Н}$$

Розрахунок пневматичного поршневого приводу.

В якості приводу пристосування обираємо пневмоциліндр двох-контурної дії, який створює вихідні зусилля двох напрямків: «що штовхає» - при подачі повітря в нижню частину циліндру, та той «що тягне» - зусилля протилежного напрямку.

Виходячи з розрахованої сили затиску розраховуємо діаметр пневматичного циліндра за формулою:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{W}{\rho \cdot \eta \cdot \pi}}, \text{ мм} \quad (7.5)$$

де W – сила затиску;

ρ – тиск стислого повітря, $\rho=0,4\dots0,6$ МПа, приймаємо $\rho=0,5$ МПа;

η – ККД, $\eta = 0,85\dots0,95$, приймаємо $\eta = 0,85$ (табл. 1, с.409 [19]).

Діаметр пневмоциліндру розраховуємо за силою затиску при дії крутному моменту:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{18506}{0,5 \cdot 0,85 \cdot 3,14}} = 215,5 \text{ мм}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------|------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 53 |

Основні параметри циліндра пневматичного вибираємо з (с.426 [19]):

- приймаємо два циліндра діаметром $D = 200$ мм;
- діаметр штока $d = 20$ мм;
- сила, що штовхає – 11400 Н;
- сила, що тягне – 10800 Н;
- тиск в системі $p = 0,5$ МПа.

З переваг поршневих приводів є їх швидкісна дія та постійне зусилля.

Недоліком – ударна дія приводу, яка створює шум.

Розрахунки точності пристосування.

Розрахунок похибки $\varepsilon_{пр}$ приводить до віднімання з допуску виконуваного розміру всіх інших складових загальної похибки обробки:

$$\varepsilon_{пр} \leq \delta - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_0)^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}, \text{ мкм} \quad (7.6)$$

де δ – допуск при обробці розміру заготовки; $\delta = 400$ мкм

k_T – коефіцієнт, який враховує відхилення розсіювання значень складових величин від закону нормального розподілення; $k_T = 1,0$; (с.85 [19]);

k_{T1} – коефіцієнт, який враховує зниження граничного значення похибки базування при роботі на налагоджених верстатах; $k_{T1} = 0,8$; (с.85 [19]);

k_{T2} – коефіцієнт, який враховує частки похибки обробки в сумарній похибці, що викликана факторами, які залежать від пристосування; $k_{T2} = 0,6$;

ω – економічна точність обробки; $\omega = 100$ мкм (с.214 табл. 24 [19]);

ε_0 – похибка базування; $\varepsilon_0 = 15,73$ мкм;

ε_3 – похибка закріплення, яка виникає внаслідок зміщення деталі під дією прикладеної сили затиску $\varepsilon_3 = 70$ мкм, (с.209 табл. 24 [19]);

ε_y – похибка установки.

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2}, \text{ мкм} \quad (7.7)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{19,36^2 + 70^2} = 72,6 \text{ мкм}$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 54 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | | | | |

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 400 - 1,0 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 19,36)^2 + 70^2 + (0,6 \cdot 100)^2} = 282 \text{ мкм}$$

З урахуванням стандартного ряду чисел, приймаємо: $\varepsilon_{\text{пр}} = 280 \text{ мкм}$.

Похибка в межах можлива як результат складання похибок взаємного розташування елементів. Отже, допуск поділяємо за елементами наступним чином:

- 1) радіальне биття поверхні оправлення - 140 мкм;
- 2) не перпендикулярність торця до осі шпинделя -140 мкм.

Опис пристрою і роботи пристосування.

Пристосування являється допоміжним змінним пристроєм до верстата, та призначений для правильної установки та закріплення заготовки при механічній обробці деталі.

Деталь встановлюється в трьохкулачковому патроні котрий закріплюється на верстаті. При подачі стиснутого повітря в штокову порожнину пневмо-камери циліндру 6, за допомогою рукоятки 11 на пневмо-вимикачі, поршень 1, під тиском повітря зі штоком 8, переміщується вниз. Потім прихватом 4, остаточно затискається деталь. Після закінчення фрезерування пазу повітря подається в безштокову порожнину за допомогою рукоятки 11 на пневмо-вимикачі пневмо-камери шток 8, переміщується вгору та звільняє деталь.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 55 |

ВИСНОВОК

В дипломному проекті проведений аналіз конструкції та технологічності, службового призначення деталі, визначено тип виробництва – середньосерійний та визначена партія випуску деталей – 82 шт. Форма організації виробництва - групова.

Розроблений та проаналізований технологічний процес для виготовлення деталі вал шліцьовий, проведено аналіз варіантів отримання заготовки, порівняно схеми базування на операціях, розроблена схема розміщення припусків на обробку розміру $\varnothing 70k6$, розраховано режими різання та норми часу.

В якості методу отримання заготовки був прийнятий метод ГKM.

При аналізі технічних вимог були описані властивості сталі 40X, та проаналізовані вимоги, що запропоновані при виготовленні деталі.

Важливим етапом при проектуванні технології обробки є маршрутний технологічний процес, ріжучий інструмент, вибір обладнання та верстатного пристосування.

В результаті проведеного технологічного процесу на виготовлення валу-шліцьового, були розроблені та спроектовані наступні технологічні операції : 005 Фрезерно-центрувальна та 050 Круглошліфувальна.

В ході виконання роботи були вирішені технологічні завдання, розроблено оптимальні умови для створення обробки, досягнута краща ефективність з найбільш непомітними для виробництва витратами, розглянуте питання з охорони праці.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 56 |

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин и др.; Под ред. В.Г. Сорокина – М.: Машиностроение, 1989, 640с
2. Методичні вказівки практичних робіт з дисципліни «Технологічні основи машинобудування» / Укладач О.У. Захаркін. – Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 53 с.
3. Горбацевич А. Ф. 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.
4. ГОСТ 26645-85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – М.: Издательство стандартов, 1989.
5. Справочник технолога - машиностроителя: 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 1 - 656 с.
6. Справочник технолога - машиностроителя: В 2 т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1986. - Т. 2. - 496 с.
7. Справочник инструментальщика/ И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. Под общ.ред. И.А. Ординарцева. - Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987
8. Панов А.А., Аникин В.В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога; Под ред. А.А. Панова. 2-е изд.,перераб. и доп.-М.: Машиностроение, 2004.-784 с.
9. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М.: Машиностроение, 1974. - 434 с.
10. Общемашиностроительные нормативы для режимов резания для нормирования работ на металлорежущих станках. - Ч. 1. Токарные, карусельные, сверлильные, фрезерные станки. - М.: Машиностроение, 1974.- 416 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТМ 20090051-00 ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 57 |

11. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. - М.: Машиностроение, 1974. - 203 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. Методичні вказівки до оформлення документації при виконанні розрахунково-графічних і курсових робіт, курсових і дипломних проектів з технології машинобудування: у 2 частинах. – Ч. 2. Приклади оформлення технологічної документації / укладачі: В. Г. Євтухов, В. О. Іванов. – Суми : Сумський державний університет, 2011. – 59 с.

14. 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.

15. 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.

16. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. –44 с.

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.

19. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений в

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 58 |

машиностроении / В.С. Корсаков – М.: Машиностроение, 1971. - 288 с.

20. Родин, П.Р. Металлорежущие инструменты / П.Р. Родин. – К.: Вища школа, 1974.-400 с.

21. 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.

22.Методические указания к выполнению курсового и дипломного проектов / Составители: В.Г. Евтухов, О. У. Захаркин, А. В. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2007 г.- 52 с.

23. 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.

24. ДБН В.2.2-28:2010. Будинки адміністративного та побутового призначення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011 – 26 с.

25. 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.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|--------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ТМ 20090051-00 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 59 |

ДОДАТКИ

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Фактори, які визначають наслідки ураження електричним струмом людини.

Види уражень

Фактори, які впливають на характер та наслідки уражень електричним струмом, надзвичайно різноманітні. Їх можна поділити на три групи: фактори електричного характеру (напруга і струм, який проходить крізь людину, вид і частота струму, опір людини електричному струму); фактори неелектричного характеру (особливі властивості людини, фактор уваги, тривалість дії струму, шлях струму крізь людину); фактори навколишнього середовища.

Фактори електричного характеру. Струм, який проходить крізь людину, є головним вражаючим фактором при електротравмі. Різний за рівнем струм впливає по-різному на людину. Людина починає відчувати дію малого струму, який проходить крізь неї: 0,6-1,5 мА при змінному струмі, частота якого 50 Гц; 5-7 мА при постійному струмі. При збільшенні струму понад відчутний, у людини з'являються спазматичні скорочення м'язів та сильний біль у пальцях та кистях рук. Руки важко, але ще можна відірвати від електродів (в експерименті). Цей струм – до 6-10 мА частотою 50 Гц – отримав назву відпускаючого (для постійного струму 30-40 мА).

Значення порогового невідпускаючого струму, що викликає при проходженні крізь людину незупинне спазматичне скорочення м'язів руки, яка стискає провідник, становить 11-15 мА при частоті 50 Гц та 50-80 мА при постійному струмі. Струм понад 50 мА частотою 50 Гц при тривалій дії викликає зупинку дихання та фібриляцію серця. Ці струми отримали назву фібриляційних. Струм 100 мА частотою 50 Гц вже протягом 2-3 секунд викликає фібриляцію серця та параліч дихання, тобто клінічну смерть.

Верхньою межею фібриляційного струму промислової частоти є струм 5А. При постійному струмі пороговим (найменшим) фібриляційним буде струм 300 мА.

Струм понад 5 А, як при постійній напрузі, так і при частоті 50 Гц фібриляцію серця не викликає. Внаслідок його дії виникає зупинка серця, минаючи стан фібриляції. Сила струму, що проходить крізь будь-яку ділянку тіла людини, залежить від прикладеної напруги та електричного опору, який чинить струмові ця ділянка тіла. При цьому зі збільшенням прикладеної напруги струм зростає швидше. Це пояснюється, головним чином, нелінійністю людини чинити електричний опір. Провідність живої тканини, на відміну від звичайних провідників, зумовлена не тільки їх фізичними властивостями, а й складними біохімічними та біофізичними процесами, притаманними тільки живій матерії.

Опір шкіри людини – змінна величина, що нелінійно залежить від багатьох факторів: її складу, щільності та площі контактів, значення прикладеної напруги, сили протікаючого струму і часу його дії. Найбільший опір чинить чиста суха непошкоджена шкіра. Збільшення площі і частоти контактів зі струмопровідними частинами знижує опір шкіри. З підвищенням прикладеної напруги опір шкіри також зменшується внаслідок пробою її верхнього шару.

Зростання сили струму або часу його протікання викликає більше нагрівання верхнього шару шкіри та інтенсивніше потовиділення у місцях контакту, що теж зменшує електричний опір шкіри.

Найбільший електричний опір має верхній роговий шар шкіри, який не містить кровоносних судин.

Опір внутрішніх органів залежить, у цілому, від прикладеної напруги. Оскільки опір тіла людини електричному струму є нелінійним та нестабільним і вести розрахунки з такими опорами складно, дійшли висновку, що опір тіла людини становить 1000 Ом.

Найбільш небезпечним для людини є струм із частотою 20-200 Гц. Зі зниженням і підвищенням частоти небезпека ураження зменшується та цілком

зникає при частоті 450-500 кГц, хоча ці високочастотні струми зберігають небезпеку опіків.

Постійний струм, який проходить крізь тіло людини, порівняно зі змінним струмом з такими ж параметрами, викликає менш неприємні відчуття. Однак це справедливо лише для напруг до 300 В.

З подальшим підвищенням напруги небезпека постійного струму зростає і в інтервалі напруг 400-600 В практично дорівнює небезпеці змінного струму з частотою 50 Гц, а при напрузі понад 600 В постійний струм є значно небезпечнішим, ніж змінний. Різкі больові відчуття при підключенні під постійну напругу виникають у момент вмикання і розмикання кола. Вони зумовлюються струмами перехідного процесу, які викликають судомне скорочення м'язів.

Фактори неелектричного характеру. Зростання тривалості протікання струму крізь людину збільшує тяжкість ураження за таких обставин: із зростанням часу протікання струму опір тіла зменшується (за рахунок зволоження шкіри від поту), струм підвищується, з часом вичерпуються захисні сили організму, які протистоять дії електричного струму.

Напрямок струму крізь людину суттєво впливає на наслідок ураження. Небезпечність ураження особливо велика, якщо струм, який проходить крізь життєво важливі органи - серце, легені, головний мозок - впливає безпосередньо на всі органи. Якщо струм не проходить крізь ці органи, то його дія на них є тільки рефлекторною й імовірність ураження зменшується.

Шляхи струму по тілу людини називають "петлями" струму. Найчастіше трапляється петля "права рука – ноги". До випадків з тяжкими та смертельними наслідками призводять наступні петлі струму: "рука – рука" (40% випадків), "права рука – ноги" (20% випадків); "ліва рука – ноги" (17% випадків); "нога – нога" (80% випадків).

Найбільш небезпечні петлі струму – це "голова – руки", "голова – ноги", "рука – рука", а найнебезпечніший шлях – "нога – нога".

Індивідуальні особливості людини значно впливають на тяжкість ураження при електротравмах, наприклад, струм, що є невідпускаючим для одних людей, може бути пороговим для інших. Характер дії струму одних і тих самих параметрів залежить від маси людини і її фізичного розвитку. Для жінок порогове значення струму приблизно у 1,5 рази нижче, ніж для чоловіків. Ступінь впливу струму залежить від стану нервової системи, депресії, хвороби (особливо захворювань шкіри, серцево-судинної і нервової систем тощо). Крім того, помічено, що сп'яніла людина значно чутливіша до протікаючого струму. Важливу роль відіграє і фактор уваги. Якщо людина підготовлена до електричного удару, то ступінь небезпеки різко зменшується, у той час як несподіваний удар призводить до набагато тяжчих наслідків.

Фактори навколишнього середовища. Неприятливий вплив факторів навколишнього середовища на небезпечність ураження електричним струмом знайшов своє відображення в нормативних матеріалах. Виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відповідно до ПУЕ і ГОСТу 12.1.013-78 поділяють на три категорії.

1) Приміщення без підвищеної небезпеки характеризуються нормальною вологістю та відсутністю пилу, наявністю неструмопровідної (ізолюваної) підлоги. В них відсутні ознаки двох інших класів. У більшості випадків до приміщень без підвищеної небезпеки належать кабінети, зали, лабораторії, приладні ділянки машинобудівних заводів.

2) Приміщення з підвищеною небезпекою має одну з наступних ознак:

- підвищена температура (температура повітря тривалий час перевищує 35С або короткочасно перевищує 40°С незалежно від пори року і різноманітних теплових випромінювань);
- підвищена (понад 75%) відносна вологість повітря;
- наявність струмопровідного пилу (металевий, вугільний тощо) на обладнанні та провіднику;

- струмопровідна підлога (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо);
- можливість одночасного доторкання людини до металоконструкції будівлі, яка не має сполучення з землею, та технологічного апарата або механізмів, з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання - з іншого.

До цієї групи приміщень належать складські неопалювані приміщення, механічні цехи та ділянки з нормальною температурою, вологістю, без виділення пилу, але зі струмопровідною підлогою.

3) Приміщення особливо небезпечні, які характеризуються наявністю однієї з таких ознак:

- особлива сирість (відносна вологість повітря близько 100%, коли стеля, стіни, підлога та предмети в приміщенні вологі);
- хімічно активне середовище (приміщення, в яких постійно або тривало наявні пари або утворюються відкладення, що діють руйнівно на ізоляцію та струмопровідні частини електрообладнання);
- одночасна наявність двох або більше умов підвищеної небезпеки.

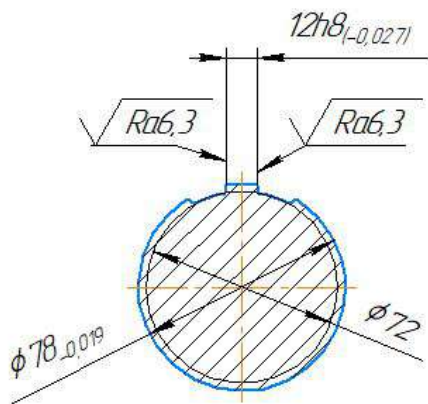
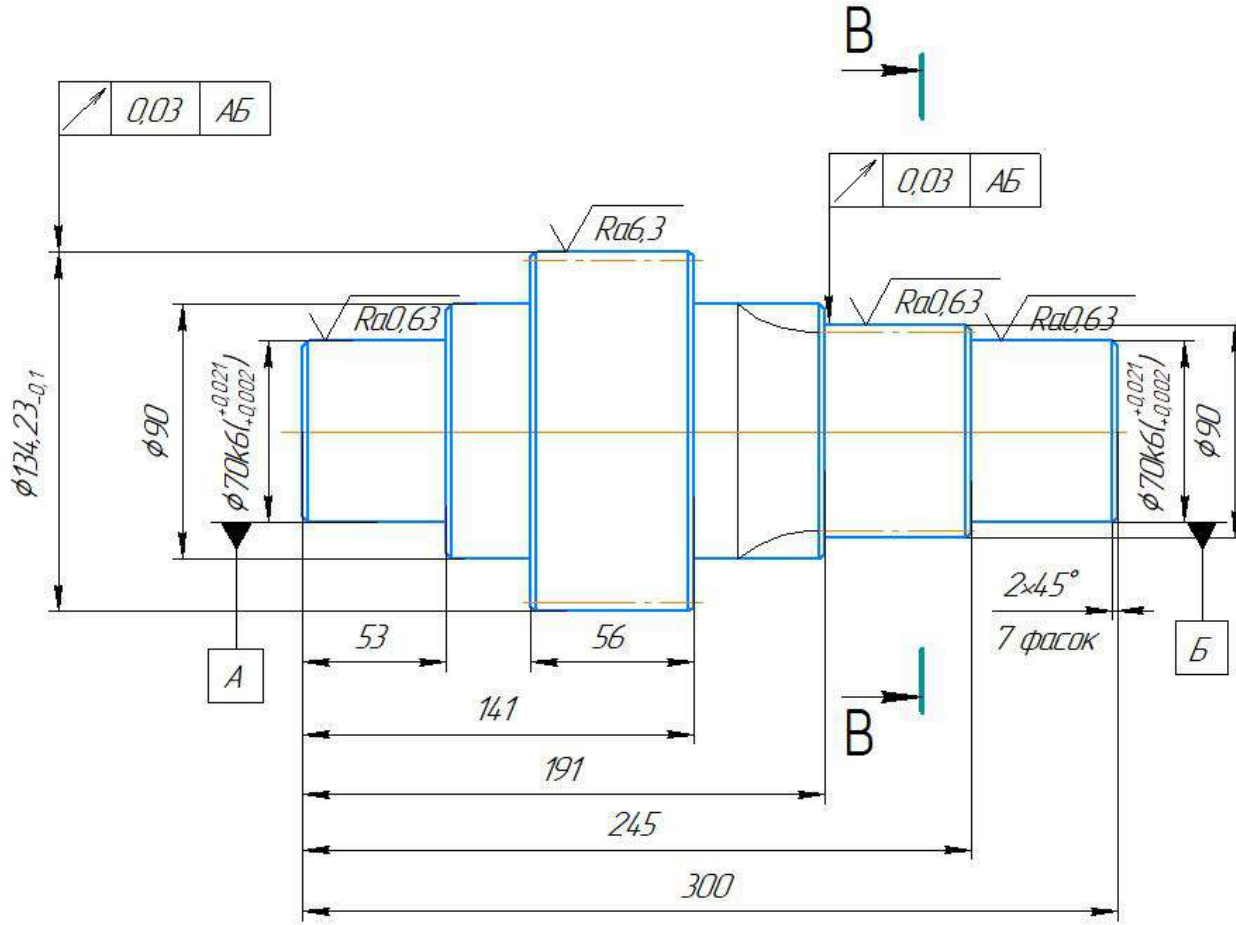
Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях.

Види робіт за ступенем електробезпечності поділяються за тими самими ознаками на роботу без підвищеної небезпеки, підвищеної небезпеки та особливо небезпечну.

Клас приміщень за небезпечністю ураження струмом враховують при виборі допустимої напруги переносних світильників, яка в приміщенні без підвищеної небезпеки становить 42 В, з підвищеною небезпекою - 24 В, в особливо небезпечних - 12 В.

700.003.01

$\sqrt{Ra12,5(\sqrt{V})}$



1 H14, h14, ± IT14/2

| | | |
|---------------------------------------|-----------------|--------|
| Модуль в номінальному перерізі | m | 5,0 |
| Число зубів | z | 24 |
| Кут нахилу | β | 15° |
| Напрямок лінії зубу | - | лівий |
| Коефіцієнт зміщення | x | 0 |
| Ділильний діаметр | d | 124,23 |
| Ступінь точності по ГОСТ 1643-81 | - | 8-B |
| Позначення шліців згідно ГОСТ 1139-80 | 10x72x78h8x12h8 | |

Перв. примен.

Спраб. №

Падп. и дата

Инд. № зубца

Взам. инд. №

Падп. и дата

Инд. № подл.

| | | | |
|------------------------|----------------|-------------------|--------|
| 700.003.01 | | | |
| Изм. Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Разраб. | Циганок А.П. | | |
| Пров. | Приходько О.М. | | |
| Т.контр. | | | |
| Н.контр. | Динник О.Д. | | |
| Утв. | Іванов В.О. | | |
| Вал-шестерня | | Лит. | Масса |
| | | Б Р | 15,4 |
| | | Лист | Листов |
| | | | 12 |
| Сталь 40X ГОСТ 4543-71 | | СумДУ, гр. ТМ-91к | |

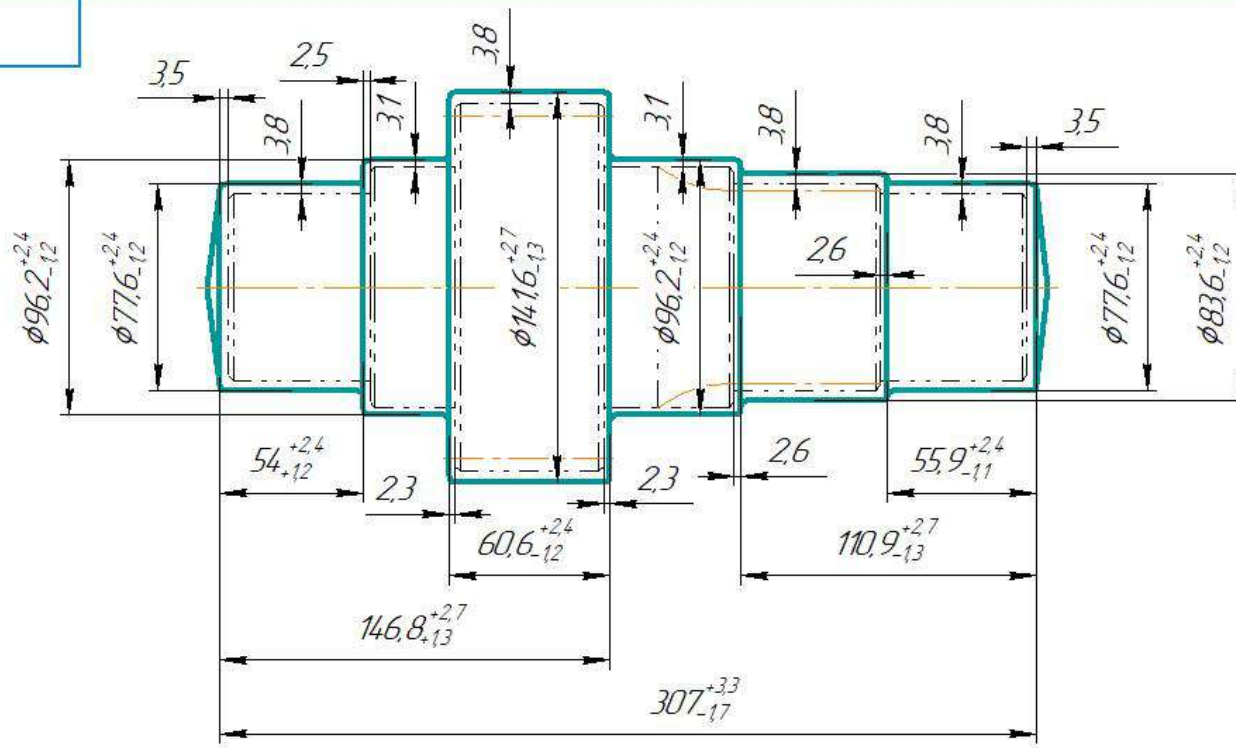
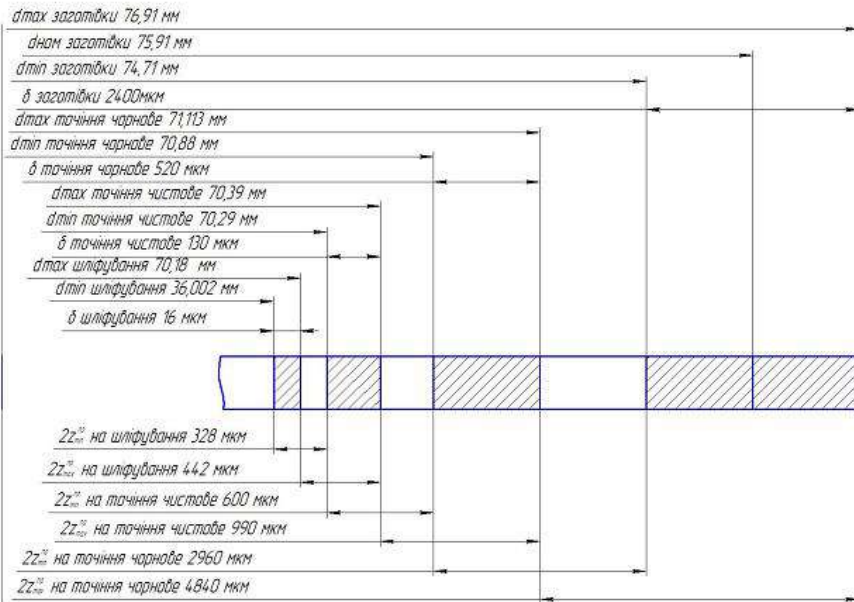


Схема розташування полів припусків



1. T3; C1; M2; вихідний індекс -11
2. Допустиме зміщення по поверхні роз'єму штапу 0,3 мм
3. Допустиме відхилення вигнутості 0,6 мм
4. Невказані радіуси 3...5 мм
5. Невказані ухили 5°
6. Поверхневі дефекти допускаються на глибину не більше 0,5 фактичного припуску на механічну обробку

| | | | | | | |
|-----------|----------------|--|------|------------|-------|------------------|
| | | | | 700.003.01 | | |
| Изм. Лист | № док.м. | Подп. | Дата | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | Циганок А.П. | | | Б Р | 18,5 | 12 |
| Пров. | Прихадько О.М. | | | Лист 1 | | |
| Т.контр. | | | | Листов 1 | | |
| Н.контр. | Динник О.Д. | Штамповка Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 | | | | СумДУ, зр.ТМ-91к |
| Утв. | Іванов В.О. | | | | | |

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

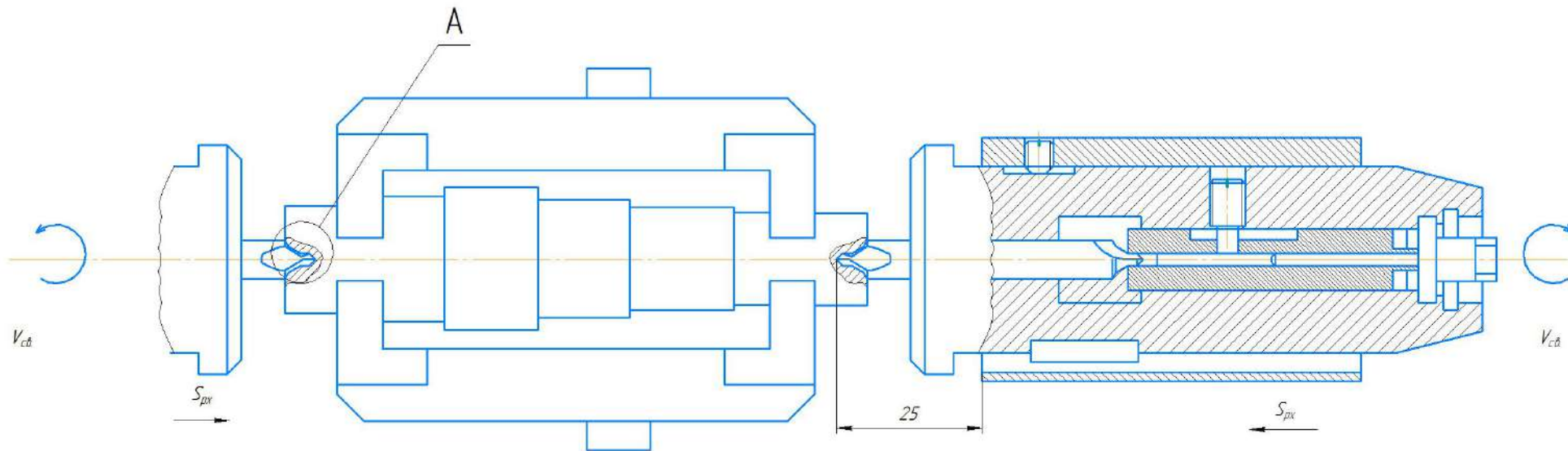
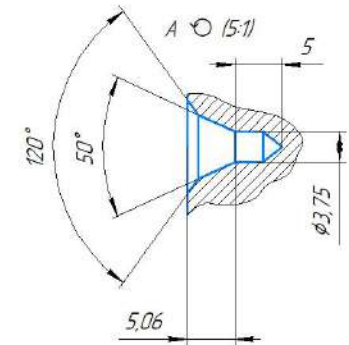
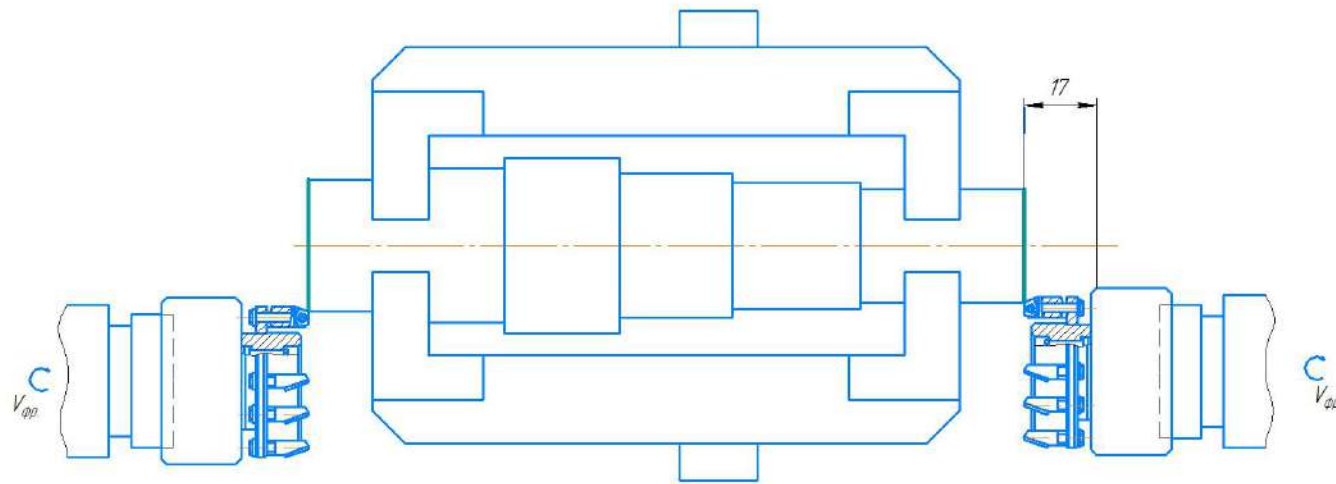
Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

005 Фрезерно-центрувальна верстат моделі МР-71М, потужність 13 кВт



| | | | | | | |
|------------------------------|---------------|-----------|-----------|----------------|-------------|----------------|
| Фреза торцева φ100 мм | 88 | 630 | 2 | 0,2 | 0,307 | 0,96 |
| Свердло центровачне φ3,75 мм | 8,27 | 815 | 1,575 | 0,07 | 0,2 | |
| Найменування інструменту | V_c м/хв | n хв | f мм | s_z мм/об | T_0 хв | $T_{шт}$ хв |

| | | | | | |
|-------------------|----------------|------|------|-------------------------------|--------------------|
| TM 20090051-06 OH | | | | | |
| Як Лист | № докум | Підп | Дата | Фрезерно-центрувальна наладка | Лит. Масса Масштаб |
| Розроб | Шиганок А.П. | | | | Б Р 12 |
| Проб | Приходько В.М. | | | | Лист Листов 1 |
| Т.контр. | | | | | |
| Н.контр. | Ляничук О.Д. | | | МР-71М | СумДУ, гр. ТМ-91к |
| Чтв. | Ванов В.О. | | | | |

Перш. примок

Стор. №

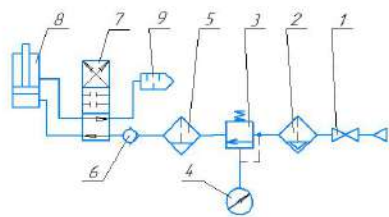
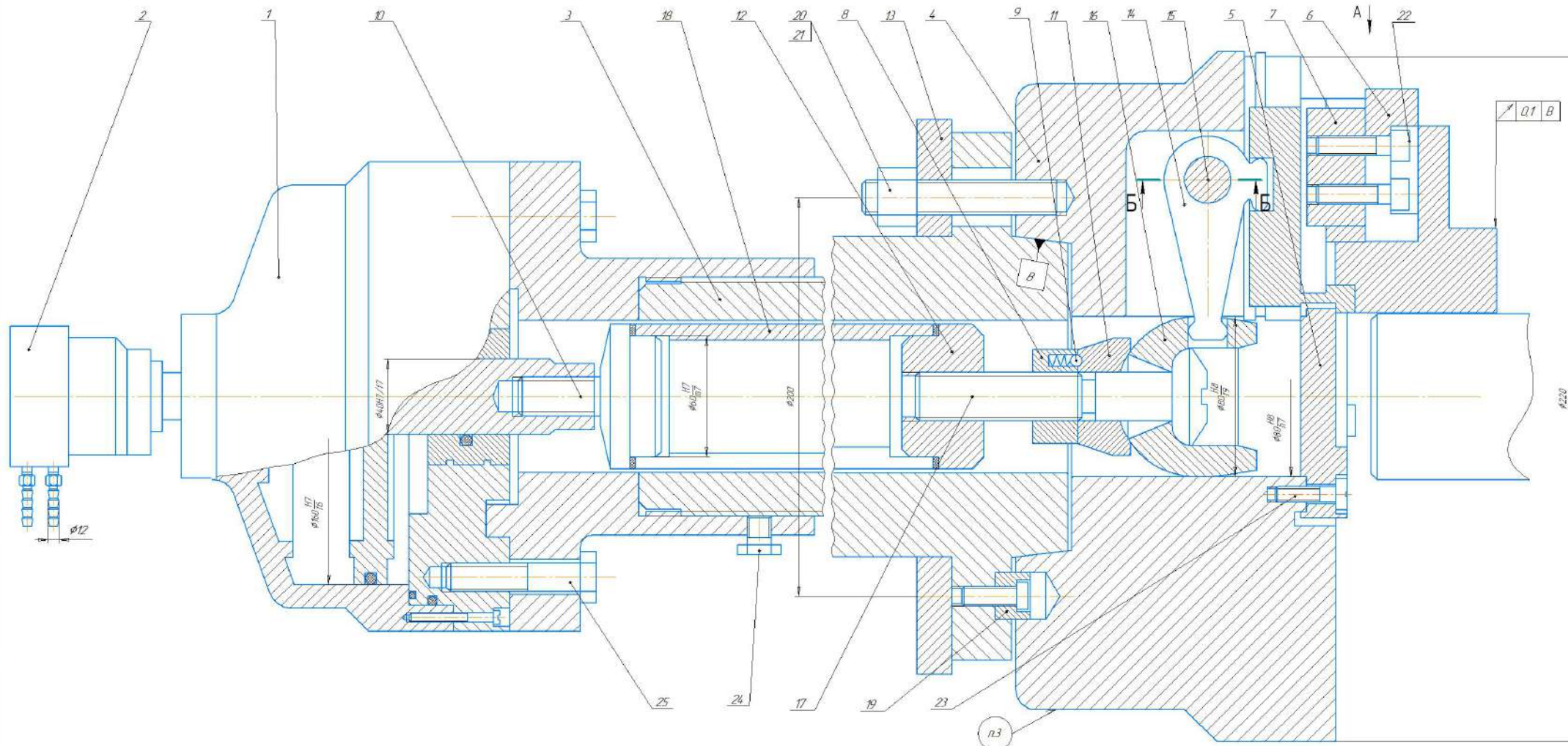
Лист. і дата

Лист. № докум

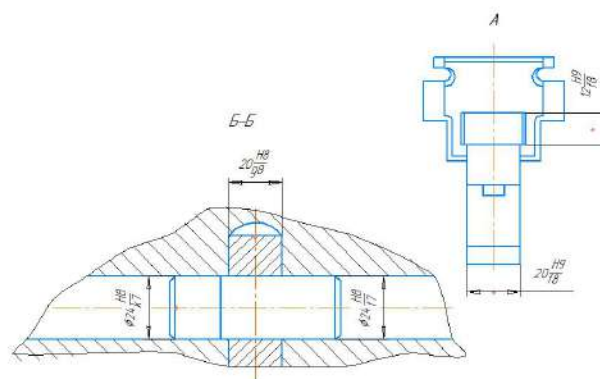
Взам. шиф. №

Лист. і дата

Лист. № докум



- 1 - вентиль; 2 - фільтр - вологовіддільвач; 3 - пневмоклапан;
- 4 - манометр; 5 - фільтр - масляновіддільвач; 6 - зворотний клапан;
- 7 - пневморозподільник чотирьохлінійний;
- 8 - пневмоциліндр; 9 - пневмогидроциліндр.



- 1. Дійсна сила затиску 18506 Н;
- 2. Тиск стиснутого повітря 0,5 МПа;
- 3. Діаметр циліндра Φ 200 мм;
- 4. * розмір для довідок.

| TM 20090051-07 СК | | | | Лист | Маса | Масштаб |
|---------------------|----------------|--------|------|------------------|----------|---------|
| Лист | № докум. | Листів | Лист | Б.Р. | 45 | 1:1 |
| Розроб | Шаронюк А.П. | | | Листів | Листів 1 | |
| Проб | Паладійко В.П. | | | | | |
| Технік | | | | | | |
| Наказ | Відом. 0.0 | | | | | |
| Ваш | Розроб. В.В. | | | | | |
| Патрон пневматичний | | | | ЗМ151 | | |
| | | | | СхемДЧ зр. ТМ-9Ж | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Редуктор

СумДУ 20090051

5

1

СумДУ

700.003.01

СумДУ 20090051

Вал-шестерня

БР

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський Державний університет

УЗГОДЖЕНО

/О.М. Приходько/

«___» _____ 20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

/В.О. Іванов/

«___» _____ 20__ р.

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ
на технологічний процес механічної обробки
«Вал-шестерні 700.003.01»

Нормоконтролер

/О.Д. Динник/

«___» _____ 20__ р.

Розробив студент
групи ТМ-91к

/А.П. Циганок/

«___» _____ 20__ р.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|------------|------------|----------|-------------------------|------|-------------|--------|----------------------|----------------|----|----------------|--------|-------|------|---|---|
| Дубл. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взам. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Оригін. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Редуктор | | | | | | | | | | СумДУ 20090051 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | 700.003.01 | | СумДУ 20090051 | | | | | |
| А | Цех | Діл. | РМ | Опер. | Код, назва операції | | | | Позначення документу | | | | | | | | |
| Б | Код, назва цстаткування | | | | СМ | Проф | Р | УП | КР | КОВД | ОН | ОП | Кшт. | Тп.з. | Тшт. | | |
| к/м | Назва деталі, склад. одиниці або матеріалу | | | | Позначення код | | | | ООП | ОВ | ОН | КВ | Н росх | | | | |
| 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 02 | 292241 патрон поводковий ГОСТ 2571-71; 292153 центр обертання ГОСТ 8742-75; центр плаваючий ГОСТ 13214-79 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 03 | 2. Шліфувати поверхні, витримати розміри 1-4 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 04 | 284111 круг шліфувальний ПП 300x25x76 15А 50 СМ2 10К ГОСТ 2424-85; 401433 калібр-скоби $\phi 70_{k6}$, $\phi 90_{d6}$ ГОСТ 18355-73 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 05 | | | | | | | $\phi 70,2$ | 63 | | 0,005 | 2 | 7,5 | 50 | 35 | | | |
| 06 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 07 | XX | XX | XX | 055 | 0400 Прямивальна | | | | ЮП № XXX-XX | | | | | | | | |
| 08 | XXXXXX | XXXXXX | XXXXXX | Ванна | | | 7 | XXXXXX | 421 | 10 | 1 | 1 | 1 | 30 | 1 | - | - |
| 09 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | XX | XX | XX | 060 | 0200 Технічний контроль | | | | ЮП № XXX-XX | | | | | | | | |
| 11 | XXXXXXXXXX | XXXXXXXXXX | XXXXXXXXXX | Стіл ВТК | | | 4 | 13063 | 321 | 10 | 1 | 1 | 1 | 48 | 1 | - | - |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| МК | | | | | | | | | | | | | | | | | |

