

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Технології машинобудування
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

магістр

(освітній рівень)

на тему: **Розроблення проекту ділянки механічного цеху для виготовлення
колеса конічного лівого КС6В-47.638 з дослідженням впливу кривини
на шорсткість поверхні, сформованої токарною обробкою**

Виконав: студент 6 курсу, групи МТм-61

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Королишин Ю. Т.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Ткаченко І. Г.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Дячун А. Є.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Факультет *інженерії машин, споруд та технологій*

Кафедра *технології машинобудування*

Освітній рівень *магістр*

Спеціальність *131 «Прикладна механіка»*

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *проф. Пилипець М.І.*

« 27 » *вересня* 2019 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Королишину Юрію Тарасовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Розроблення проекту ділянки механічного цеху для виготовлення колеса конічного лівого КС6В-47.638 з дослідженням впливу кривини на шорсткість поверхні, сформованої токарною обробкою*

керівник проекту (роботи) *Ткаченко Ігор Григорович, к.т.н., доцент*
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 27 » *вересня* 2019 року № *4/7-855*

2. Термін подання студентом проекту (роботи) *16 грудня 2019 р.*

3. Вихідні дані до проекту (роботи) *Робоче креслення колеса КС6В-47.638, базовий технологічний процес виготовлення деталі. Річна програма випуску – 2500 шт.*

Наукова література, присвячена дослідженням кривирни на шорсткість оброблюваних поверхонь.

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

Вступ. 1. Аналітична частина. 2. Науково-дослідна частина. 3. Технологічна частина.

4. Конструкторська частина. 5. Спеціальна частина. 6. Проектна частина. 7. Обґрунтування економічної ефективності. 8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 9. Екологія.

Загальні висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Плакати до науково-дослідної частини – 2А1; Креслення заготовки колеса КС6В-47.638 – А2;

Карти технологічних налагоджень – 3А1. Складальне креслення пристрою для свердління

8 отв. Ø11 – А1. Складальне креслення головки свердильної 8-ми шпindelної – А1.

Складальне креслення пристрою для шліфування торця деталі – А1. Складальне креслення

головки різцевої для нарізання зубів – А1. Складальне креслення оправки для нарізання зубів – А1.

Складальне креслення пристрою для контролю деталі – А1. Ділянка механічного цеху для виготовлення колеса конічного лівого КС6В-47.63 – А1.

РЕФЕРАТ

Королишин Юрій Тарасович, кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» на тему: «Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення колеса конічного лівого КС6В-47.638 з дослідженням впливу кривини на шорсткість поверхні, сформованої токарною обробкою». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, кафедра технології машинобудування, група МТм-61. Керівник – к.т.н., доц. Ткаченко Ігор Григорович.

Робота складається зі вступу, дев'яти частин, загальних висновків, переліку посилань із 28 найменувань та додатків. Обсяг основної частини становить 124 сторінки, 18 рисунків, 37 таблиць, додатків – 30 сторінок. Графічна частина включає 11 аркушів формату А1.

Ключові слова: механічний цех, технологія, процес, параметр, шорсткість, кривина поверхні.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення колеса конічного лівого КС6В-47.638.

Мета проекту – розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення колеса конічного лівого КС6В-47.638.

Наукова новизна – отримані експериментальні графічні залежності, що дозволяють встановити взаємозв'язки між кривиною і шорсткістю циліндричної поверхні, сформованої токарною обробкою.

Прийняті в роботі інженерні рішення дозволили спроектувати технологічний процес механічного оброблення колеса конічного лівого КС6В-47.638 і досягнути суттєвого покращення окремих показників технологічного процесу, розробити спеціальне технологічне оснащення, спроектувати дільницю механічного цеху, що дало змогу підвищити якість виготовлення деталі.

Прогнозований економічний ефект від зниження собівартості деталі – 62985 грн при річній програмі випуску 2500 штук.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					3	1
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>				ТНТУ, ФМТ, гр. МТм-61		
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами. Актуальність теми роботи	8
1.2 Методи вирішення поставленої проблеми	11
1.3 Висновки та постановка задач на дипломну роботу	16
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	17
2.1 Розроблення дослідного зразка для визначення впливу кривини на шорсткість поверхні, сформованої токарною обробкою	17
2.2 Результати досліджень впливу кривини циліндричної поверхні, сформованої токарною обробкою на її шорсткість	19
2.4 Висновки та пропозиції щодо використання результатів досліджень ..	23
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	24
3.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва. Аналіз технічних умов	24
3.2 Аналіз технологічності конструкції виробу	27
3.3 Аналіз типу та організаційної форми виробництва	30
3.4 Вибір та техніко-економічне обґрунтування способу одержання заготовки	34
3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз	36
3.6 Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання	39
3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки	41
3.8 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту	46
3.9 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу	49

					КРМ 18-381.00.00		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>			4	3	
ЗМІСТ					ТНТУ, ФМТ, гр. МТм-61		
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>					
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>					

3.10	Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання	56
4	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	61
4.1	Головка свердлильна 8-ми шпindelьна	61
4.2	Кондуктор для свердління 8-ми отворів Ø11	64
4.3	Пристрій для шліфування	66
4.4	Головка різцева для нарізування зубів	67
4.5	Пристрій для контролю деталі	68
5	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	70
5.1	Основні завдання систем автоматизованого проектування технологічних процесів	70
5.2	Методика проектування технологічних процесів виготовлення деталей за допомогою пакету прикладних програм «ТехноПро»	73
5.3	Підготовка вихідних даних для автоматизованого проектування технологічного процесу	75
5.4	Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу	75
5.5	Аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР ТП	78
6	ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	79
6.1	Уточнення програми виробництва на дільниці	79
6.2	Складання розгорнутої програми виробництва на дільниці	79
6.3	Розрахунок верстатомісткості і трудомісткості. Уточнення номенклатури виробів	80
6.4	Розрахунок кількості обладнання дільниці і цеху	82
6.5	Визначення кількості працюючих в цеху за категоріями	84
6.6	Вибір типу і розрахунок кількості транспортних засобів	85
6.7	Визначення складу і розмірів основних і допоміжних площ цеху	87
6.8	Вибір типу та основних параметрів будівлі	90
7	ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	91
7.1	Розрахунок показників економічної ефективності проекту дільниці	91
7.2	Техніко-економічні показники проекту та їх аналіз	96

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	109
8.1 Правила техніки безпеки під час експлуатації абразивних кругів	109
8.2 Конструкція і розрахунок системи стружко- і пиловидалення із зони різання верстата	113
8.3 Ліквідація надзвичайних ситуацій	114
9 ЕКОЛОГІЯ	117
9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища	117
9.2 Забруднення довкілля, що виникнуть в результаті реалізації проекту	118
9.3 Заходи щодо зменшення забруднення довкілля	118
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	121
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	122
ДОДАТКИ	125

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Сучасні умови функціонування промислового комплексу визначають необхідність прийняття рішень, пов'язаних з використанням раціональних технологій виробництва машин і устаткування. Серед найважливіших завдань сучасного машинобудування особливе місце посідає підвищення ефективності обробки поверхонь деталей машин. Це завдання включає в себе досягнення високої продуктивності із забезпеченням якості виготовлення виробів. Розширення обсягів використання у машинобудуванні важкооброблюваних матеріалів та проблема їхньої обробки вимагають удосконалення існуючих технологічних процесів.

Розвиток та вдосконалення технологічних процесів неможливий без розробки та поширення високонадійного, сучасного інструменту, який здатен технологічно забезпечити якість обробленої поверхні, а відтак і конкурентну здатність деталі та машини.

Головним завданням при проектуванні механічних цехів є забезпечення високих показників продуктивності праці, собівартості і якості продукції та відповідність сучасним вимогам за умовам праці. Для вирішення цього завдання проектування повинно проводитися на основі максимального урахування новітніх досягнень науки і техніки в даній галузі виробництва, застосування в проектованому цеху найбільш прогресивних технологічних процесів, високопродуктивного обладнання, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів, а також передових форм організації і управління виробництвом.

Шорсткість поверхні є однією з основних характеристик поверхневого шару деталі, тому вивчення факторів, що впливають на неї під час механічної обробки є актуальним завданням.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					7	1
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>				ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_м-61		
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами.

Актуальність теми роботи

Практично усі види руйнувань тіла деталі починаються з поверхні і залежать від її стану. Будова поверхневого шару і його стан визначають процеси, що виникають при взаємодії з іншим тілом або з навколишнім середовищем, наприклад, при зношуванні, контактній деформації, втомі, корозії тощо. Поверхневий шар формується в результаті різноманітних технологічних процесів, які не лише утворюють необхідну форму деталі і змінюють властивості матеріалу, але і викликають рід побічних явищ біля його поверхні. Фізико-хімічні параметри поверхневого шару, його структура і напружений стан, як правило, відчутно відрізняються від властивостей всього матеріалу

Шорсткість поверхні є однією з основних характеристик поверхневого шару деталі, тому вивчення факторів, що впливають на неї під час механічної обробки є актуальним завданням.

Шорсткість поверхні оцінюють за нерівностями профілю (частіше поперечного), який одержаний шляхом перетину реальної поверхні площиною [1]. На практиці профіль поверхні отримують за допомогою профілометра. Для оцінки параметрів профілю проводять середню лінію, що має форму номінального профілю, а також лінії виступів і западин, еквідистантно до середньої лінії. Середня лінія m є базою для визначення параметрів шорсткості. Для відокремлення шорсткості поверхні від інших нерівностей з відносно великими кроками (відхилення форми і хвилястості) її розглядають в межах певної ділянки, яка називається базовою довжиною (рис. 1.1). Базова довжина задається на кресленні або визначається залежно від числового значення параметра висоти елементів шорсткості поверхні, заданого на кресленні.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					8	9
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						
						ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_м-61		

Параметр R_z застосовують при нормуванні невеликих нерівностей (діапазон від 0,025 до 0,1 мкм) і на малих за розмірами поверхнях, де практично неможливо застосувати прилади, які працюють контактним методом, а також при нормуванні вимог до великих нерівностей поверхні (діапазон від 10 до 1600 мкм). Для переходу від одного параметра до іншого часто користуються співвідношеннями:

- $R_a \approx 0,25 R_z$ при $R_z \geq 8$ мкм,
- $R_a \approx 0,2 R_z$ при $R_z < 8$ мкм.

Інші параметри зазвичай застосовуються у разі, коли існують особливі експлуатаційні вимоги до поверхні. Тому далі докладніше розглянемо лише параметр R_a і R_z .

Середнє арифметичне відхилення профілю R_a – середнє арифметичне із абсолютних значень відхилень профілю в межах базової довжин визначають за формулою

$$R_a = \frac{1}{l} \cdot \int_0^l |y(x)| dx \approx \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n |y_i|, \quad (1.1)$$

де l – базова довжина;

n – число вибраних точок профілю на базовій довжині;

y_i – відхилення профілю від середньої лінії.

Шорсткість поверхні визначають також за десятьма точками (п'ятьма найглибшими западинами і п'ятьма найвищими вершинами). Висота нерівностей за десятьма точками R_z – сума середніх абсолютних значень висот п'яти найбільших виступів профілю і глибин п'яти найбільших западин профілю в межах базової довжини

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5}, \quad (1.2)$$

де y_{pi} – висота i -го найбільшого виступу профілю;

y_{vi} – висота i -ї найбільшої западини профілю.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Методи вирішення поставленої проблеми

У загальному випадку шорсткість обробленої поверхні, ступінь її зміцнення, величина і знак залишкових напружень залежать від технологічних режимів оброблення зусилля деформування і подачі, вихідної шорсткості заготовки, фізико-механічних властивостей матеріалу заготовки, типу застосовуваного інструменту і його конструктивних параметрів [2, 3, 4].

Для визначення висоти мікронерівностей, яка досягається в результаті механічної обробки, рядом авторів отримані залежності, що пов'язують величину подачі, радіус кривизни ролика, початкову висоту нерівностей, питомий тиск, профільний радіус ролика, пружну деформацію. Так наприклад Папшевим Д. Д. [5] запропоновано наступну залежність для визначення висоти мікронерівностей:

$$R_z = \frac{S_0^2}{8 \cdot R} \left(1 - \frac{k-1}{k} \right) \cdot k_\xi \cdot k_p \quad (1.3)$$

де k – коефіцієнт, що характеризує збільшення радіуса матеріалу;

k_ξ – коефіцієнт, що враховує пластичні властивості матеріалу;

k_p – коефіцієнт, що враховує тиск на контактній площі.

В формулі Меньшакова В. І. [6] враховується початкова висота мікронерівностей і фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу:

$$R_z = R_{z0} \cdot \left(1 - K_C \cdot K_M \cdot \lg \frac{P}{\lambda \cdot \beta \cdot F} \right) \quad (1.4)$$

де R_{z0} – початкова висота нерівностей;

K_M – коефіцієнт, що враховує фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу;

λ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

F – площа контакту, яка розраховується за формулою

$$F = 2,7 \cdot \sqrt{\frac{R_\partial \cdot R_{np} \cdot R}{R_\partial + R}} \cdot \left(\Delta h + \varepsilon + \sqrt{(\Delta h + \varepsilon) \cdot \varepsilon} \right) \quad (1.5)$$

R_{np} – профільний радіус ролика;

ε – величина пружної деформації;

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Δh – повна деформація в зоні контакту.

В розрахунковій формулі, запропонованій Браславским В. М. [7] величина R_z пов'язана з величиною подачі і кривизною деформувального елемента

$$R_z = R_{np} - \frac{\sqrt{4 \cdot R_{np}^2 - S_0^2}}{2} \quad (1.6)$$

де R_z – висота нерівностей за 10-ма точками;

R_{np} – радіус кривизни профілю;

S_0 – подача.

Більш складний зв'язок встановлений Барацем Я. І. [8]

$$R_z = R_{z0} \cdot (1 - K_C \cdot (104 - \sigma_T)) \lg \frac{P}{\lambda}, \quad (1.7)$$

де R_{z0} – початкова висота нерівностей,

K_C – коефіцієнт, що залежить від способу обробки;

λ – коефіцієнт, що залежить від характеру розподілення напружень в осередку деформації;

σ_T – границя текучості,

P – навантаження.

Існує також кілька аналітичних залежностей для розрахунку граничної глибини пластичної деформації Хейфецем М. Л. запропонована залежність, що зв'язує глибину, зусилля і межу текучості матеріалу [9]

$$t = \sqrt{\frac{P}{2 \cdot \sigma_s}} \quad (1.8)$$

де P – зусилля;

σ_s – границя текучості оброблюваного матеріалу.

Еліптична поверхня контакту в даному випадку апроксимується як коло. Папшев Д. Д. довів, що товщина наклепаного шару залежить від площі контакту деформувального елемента з оброблюваною деталлю [5]

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

$$\Delta = k \cdot \sqrt{F_k}, \quad (1.9)$$

де k – коефіцієнт, що залежить від розмірів і матеріалу деталі;

F_k – площа контакту;

A – товщина зміцненого шару.

Таким чином, аналіз літературних джерел показав, що існує досить багато формул для визначення показників якості обробленої поверхні в залежності від шорсткості, профільного радіуса, пластичних властивостей матеріалів, площі контакту. Велика кількість відомих формул дозволяє провести глибокий аналіз і осмислення фізики процесу обробки. Однак, наведені вище залежності відображають окремі особливості розглянутих процесів і містять експериментальні коефіцієнти, що підлягають визначенню при зміні умов різання.

Мною проведено аналіз відомих літературних джерел та патентів, де дослідниками досліджувався вплив впливу геометричних параметрів оброблюваних заготовок на шорсткість циліндричних поверхонь сформованих токарною обробкою [2, 3, 4].

Також проведено аналіз існуючих аналітичних залежностей для визначення параметрів шорсткості обробленої поверхні на базовій довжині [2-7].

На основі цього аналізу встановлено, що у науковій літературі відомостей про вплив кривини поверхні в поперечному січенні на її шорсткість немає. Також встановлено, що у роботі [10] автором досліджено вплив кривизни обробленої поверхні на складові сили різання. Крім цього в роботі [11] авторами доведений значний вплив кривизни оброблюваної поверхні на пластичну деформацію шару матеріалу, який зрізається під час оброблення. В роботах [1, 12] наведено дані про те, що одним із факторів, що впливають на параметр шорсткості є пластична деформація залишкових площ поперечного перерізу зрізуваного шару.

Проаналізувавши вище перелічені публікації зроблено висновок про те, що кривизна поверхні циліндричних деталей в поперечному перерізі має

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

суттєвий вплив на параметрів шорсткості цієї поверхні. Тому необхідно враховувати цей конструктивний параметр.

Найширше вплив кривизни поперечних перерізів на шорсткість поверхні описаний в роботі [10]. Спосіб визначення впливу кривизни на шорсткість полягає в тому, що використовують дослідний зразок у вигляді суцільного пустотілого конуса. Цей зразок закріплюють у патроні токарного верстату, обладнаного токарними прохідними і розточними різцями з однаковими геометричними параметрами. Після цього, на верстаті встановлюють однакові елементи режиму різання, зокрема: глибину – t , подачу – s і швидкість – V . Після підготовчих операцій починають процес точіння спочатку по внутрішній, а потім по зовнішній поверхнях. Після цього дослідний зразок знімають і встановлюють його на робочому столі профілометра знімають профілограму або визначають параметр шорсткості. Після цього будують залежність, де отримані значення параметра шорсткості на певних діаметрах внутрішньої і зовнішньої поверхонь, які відповідають значенням кривини відповідно ρ_e , ρ_z . За отриманими даними встановлюють вплив кривини ρ обробленої поверхні на параметри шорсткості R_a і R_z .

Суттєвим недоліком цього методу є те, що його використання потребує наявності високоточного обладнання.

Суть методу описаного в роботі [13] полягає у наступному. На підготовчому етапі виготовляють дослідний зразок у вигляді товстостінного пустотілого зрізаного конуса. Після цього виготовляють дві конічно-циліндричні оправки. Особливістю їх є те, що одна з них має внутрішню конічну поверхню, а друга – зовнішню конічну поверхню. За допомогою цих поверхонь і здійснюється спряження з дослідним зразком (див рис. 1.2, 1.3).

Реалізація описаного способу здійснюється наступним чином.

Використавши токарний верстат з ЧПК та розточний та прохідний різці з однаковими геометричними параметрами забезпечують постійні значення елементів режиму різання.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

При цьому здійснюють на цих режимах процес точіння і розточування конічних поверхонь дослідного зразка. При цьому утворюються відповідні діаметри d_6 , d_3 , $D_{вн}$, D_3 . Встановлюють дослідний зразок зовнішньою конічною поверхнею у спеціальну призму таким чином, щоб твірна циліндричної поверхні зайняла горизонтальне положення і, використовуючи профілограф, знімають профілограму з конічної поверхні.

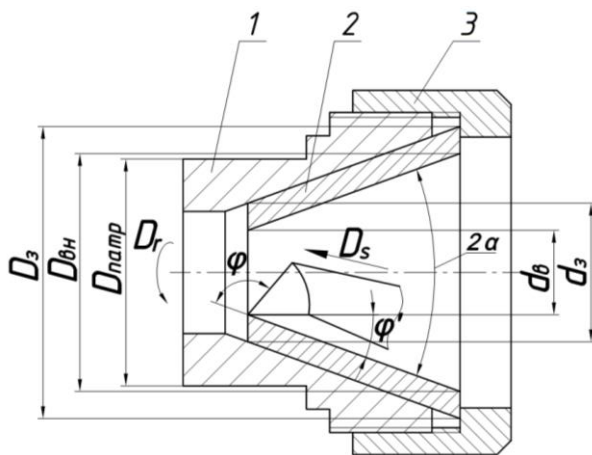


Рисунок 1.2 – Процес розточування внутрішньої циліндричної поверхні дослідного зразка:

1 – оправка конічна; 2 – дослідний зразок; 3 – гайка спеціальна

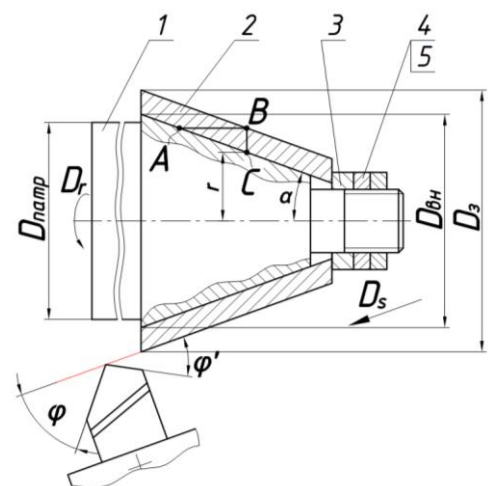


Рисунок 1.3 – Процес обточування зовнішньої циліндричної поверхні дослідного зразка:

1 – оправка конічна; 2 – дослідний зразок; 3 – шайба; 4, 5 – гайка спеціальна і контргайка

Дослідний зразок встановлюють внутрішньою конічною поверхнею на конічну оправку. Після цього зразок, закріплюють і повертають оправку на кут α , щоб твірна зовнішньої конічної поверхні зайняла горизонтальне положення. Після цих операцій оправку фіксують і знімають із зовнішньої конічної поверхні профілограму поверхні.

Визначивши параметри шорсткості R_a і R_z при певних значеннях кривини $\rho_x = 1/r_x$, визначають її вплив на шорсткість поверхні. Визначивши параметри R_{a_A} ; R_{a_B} і R_{z_A} ; R_{z_B} у околі точок A і B (рис. 1.3) і прийнявши до уваги, що

$AB = (D_3 - D_{вн})/2\text{tg}\alpha$, знаходять вплив опуклості та увігнутості при однаковій кривизні на шорсткість обробленої циліндричної поверхні.

1.3 Висновки та постановка задач на дипломну роботу

В результаті аналізу завдання до дипломної роботи, а також літературних джерел щодо визначення параметрів шорсткості поверхні при точінні або розточуванні встановлено, що жодна із існуючих теоретичних залежностей належним чином не враховує кривини в якості елемента, що впливає на параметр шорсткості поверхні R_a . Тому, можемо окреслити наступні задачі, які потрібно вирішити в процесі виконання дипломної роботи [14]:

- дослідити вплив кривини поверхні на параметр шорсткості R_a при точінні та розточуванні циліндричних поверхонь.
- розробити раціональний технологічний процес механічного оброблення колеса конічного лівого КС6В-47.638, у тому числі із застосуванням засобів САПР ТП;
- спроектувати спеціальне технологічне оснащення для розробленого технологічного процесу виготовлення деталі;
- провести техніко-економічне обґрунтування прийнятих проектних рішень;
- спроектувати дільницю механічного цеху для виготовлення колеса конічного лівого КС6В-47.638;
- розробити заходи з охорони праці, безпеки у надзвичайних ситуаціях, екології.

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Розроблення дослідного зразка для визначення впливу кривини на шорсткість поверхні, сформованої токарною обробкою

Дослідження параметрів, які впливають на формування шорсткості поверхні при токарній обробці здійснюється за допомогою аналітичних залежностей, які досить представлені в роботах [2, 4]. При цьому, вплив кривини зовнішньої циліндричної поверхні на параметр шорсткості в жодну з аналітичних залежностей не увійшов.

Методи дослідження впливу геометричних параметрів заготовки на шорсткість в процесі точіння описані в роботі [3]. Однак, недоліком даного технічного рішення є постійна кривина по всій довжині дослідного зразка та той факт, що в роботі не згадана внутрішня циліндрична поверхня. Це не дає можливості встановити вплив режимів різання на шорсткість внутрішньої циліндричної поверхні [15].

Для дослідження впливу геометричних параметрів оброблюваної циліндричної поверхні на її шорсткості було використано методику з роботи [16].

У якості дослідного зразка використовували валик, виконаний у вигляді пустотілого ступінчастого циліндра 1 (рис. 2.1) з різними діаметрами D і довжиною $L \leq 8D$, в тілі валика, вздовж його осі обертання виконано ступінчастий отвір.

На зовнішній поверхні валика виконані рівномірно розміщені циліндричні ступені 2, 3, 4, 5, 6 діаметром відповідно: $D_1; D_2; D_3; D_4; D_5$ і довжиною відповідно $L_1; L_2; L_3; L_4; L_5$. При цьому повинна виконуватися умова $D_1 < D_2 < D_3 < D_4 < D_5$.

На внутрішній поверхні валика виконані рівномірно розміщені циліндричні ступені 7, 8, 9, 10 і 11 діаметром відповідно $d_1; d_2; d_3; d_4; d_5$ і довжиною відповідно $l_1; l_2; l_3; l_4; l_5$. При цьому повинна виконуватися умова $d_1 < d_2 < d_3 < d_4 < d_5$. Ступені 7, 8, 9, 10, 11 розділені між собою канавками 12, 13, 14 і 15.

					КРМ 18-381.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Королишин				НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.	Ткаченко						17	7
Н. контр.	Дячун					ТНТУ, ФМТ, гр. МТм-61		
Затв.	Пилипець							

Швидкість різання визначають за відомою формулою

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (2.1)$$

де D – діаметр оброблюваної циліндричної поверхні, мм;

n – частота обертання шпинделя, об/хв.

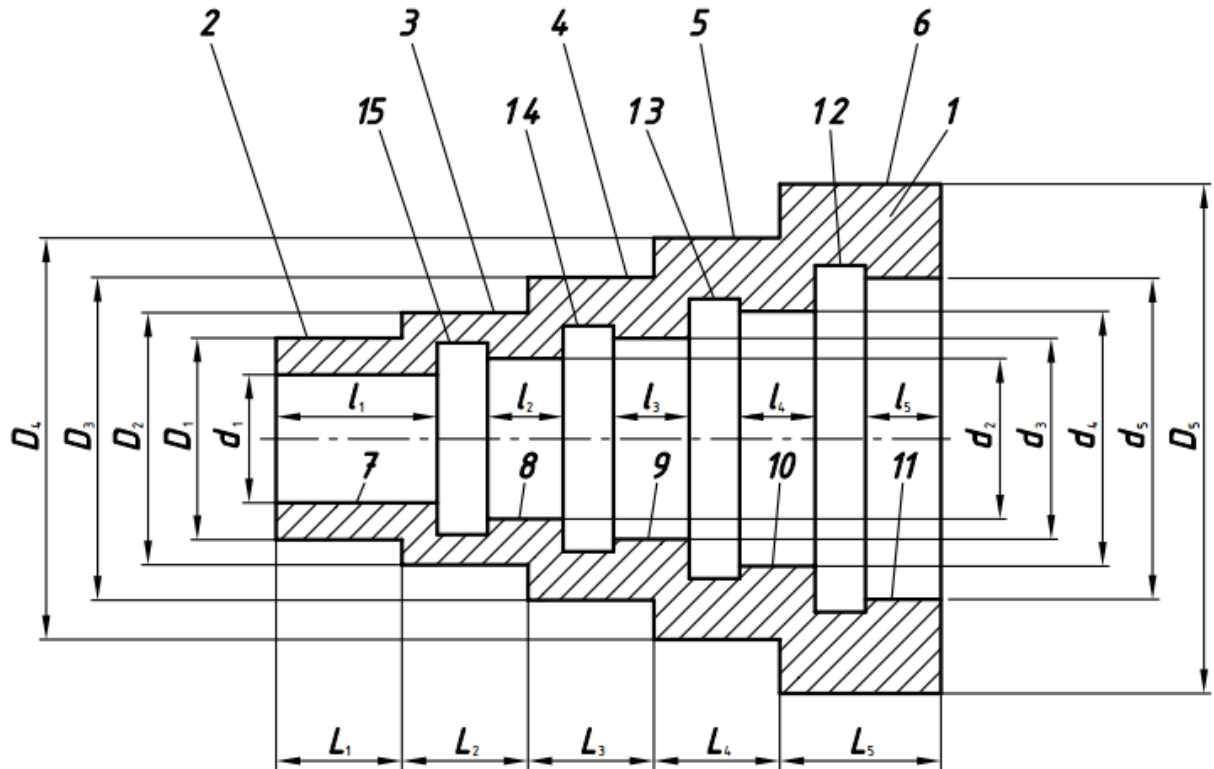


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд дослідного зразка

Для того, щоб забезпечити однакову швидкість різання на кожній ступені, конкретні значення діаметрів визначають за формулами

$$D_i = \frac{1000 \cdot V}{\pi n}; \quad (2.2)$$

$$d_i = \frac{1000 \cdot V}{\pi n}, \quad (2.3)$$

де D_i – зовнішній діаметр i -ї ступені на зовнішній циліндричній поверхні валика, м;

d_i – внутрішній діаметр i -ї ступені на внутрішній циліндричній поверхні валика, м;

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

n – частота обертання шпинделя згідно паспорта верстата, при обробці i -ї ступені валика;

V – встановлена швидкість різання, яка допускається різальною здатністю матеріалу інструменту відповідно до фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, м/хв.

2.2 Результати досліджень впливу кривини циліндричної поверхні, сформованої токарною обробкою на її шорсткість

Для визначення впливу кривини поверхні на параметр шорсткості R_a були використані методики, описані в роботах [10, 11, 13].

Спочатку задавалися значенням необхідної швидкості різання. В наших дослідженнях було вибране значення $V = 100$ м/хв. В залежності від паспортних частот обертання шпинделя верстату, на якому будуть здійснюватися дослідження, виготовили дослідний зразок з розмірами ступеней, які попередньо були визначені за формулою (2.2) для зовнішніх циліндричних поверхонь та (2.3) для внутрішніх циліндричних таким чином, щоб швидкість різання була однаковою (100 м/хв). Це дасть можливість забезпечити однакову швидкість різання на всіх ступенях досліджуваного валика і виключити цей параметр як такий, що чинить вплив на процес формування шорсткості поверхні. Інші елементи режиму різання також повинні бути однаковими, наприклад подачу доцільно призначати такою, яка відповідає чистовій обробці, $s = 0,1-0,2$ мм/об, а глибину різання $t = 0,05-0,8$ мм. Це дозволить сформувати поверхні з меншою шорсткістю та зменшити дисперсію отриманих значень параметра R_a .

Для чистової обробки характерними є наступні режими різання: глибина різання $t = 0,5$ мм; подача $s = 0,10-0,15$ мм/об; швидкість різання $V = 100$ м/хв.

Взявши до уваги паспортні дані верстату 16К20, для проведення експериментальних досліджень частоти обертання його шпинделя вибрали наступними: $n_1 = 1000$ об/хв.; $n_2 = 800$ об/хв.; $n_3 = 630$ об/хв.; $n_4 = 500$ об/хв.; $n_5 = 400$ об/хв.; $n_6 = 315$ об/хв.

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Після цього, за формулою (2.2) для зовнішніх циліндричних поверхонь та формулою (2.3) для внутрішніх циліндричних визначили значення діаметрів ступеней дослідного зразка:

$$d_{1H} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 1000} = 31,83 \text{ мм};$$

$$D_{1H} = d_{2H} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 800} = 39,79 \text{ мм};$$

$$D_{2H} = d_{3H} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 630} = 50,53 \text{ мм};$$

$$D_{3H} = d_{4H} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 500} = 63,66 \text{ мм};$$

$$D_{4H} = d_{5H} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 400} = 79,58 \text{ мм};$$

$$D_{5H} = \frac{1000 \cdot 100}{3,14 \cdot 315} = 101,1 \text{ мм}.$$

Після розрахунків отримали наступні номінальні діаметри поверхонь, які після заокруглень прийняли рівними: $d_{1H} = 32 \text{ мм}$; $D_{1H} = d_{2H} = 40 \text{ мм}$; $D_{2H} = d_{3H} = 50 \text{ мм}$; $D_{3H} = d_{4H} = 64 \text{ мм}$; $D_{4H} = d_{5H} = 80 \text{ мм}$; $D_{5H} = 100 \text{ мм}$.

З урахуванням значень припусків для напівчистових і чистових операцій при підготовці дослідного зразка до експериментальних досліджень встановлено наступні значення зовнішніх і внутрішніх діаметрів заготовки:

$$D_{13} = 44 \text{ мм}; D_{23} = 54 \text{ мм}; D_{33} = 68 \text{ мм}; D_{43} = 84 \text{ мм}; D_{53} = 104 \text{ мм}.$$

$$d_{1B} = 36 \text{ мм}; d_{2B} = 44 \text{ мм}; d_{3B} = 54 \text{ мм}; d_{4B} = 68 \text{ мм}; d_{5B} = 84 \text{ мм}.$$

Слід відмітити, що обробку проводять за один установ з використанням одного і того ж інструменту для кожного виду поверхонь (зовнішнього і внутрішнього).

Схеми механічної обробки елементів дослідного зразка подані на рис. 2.2.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

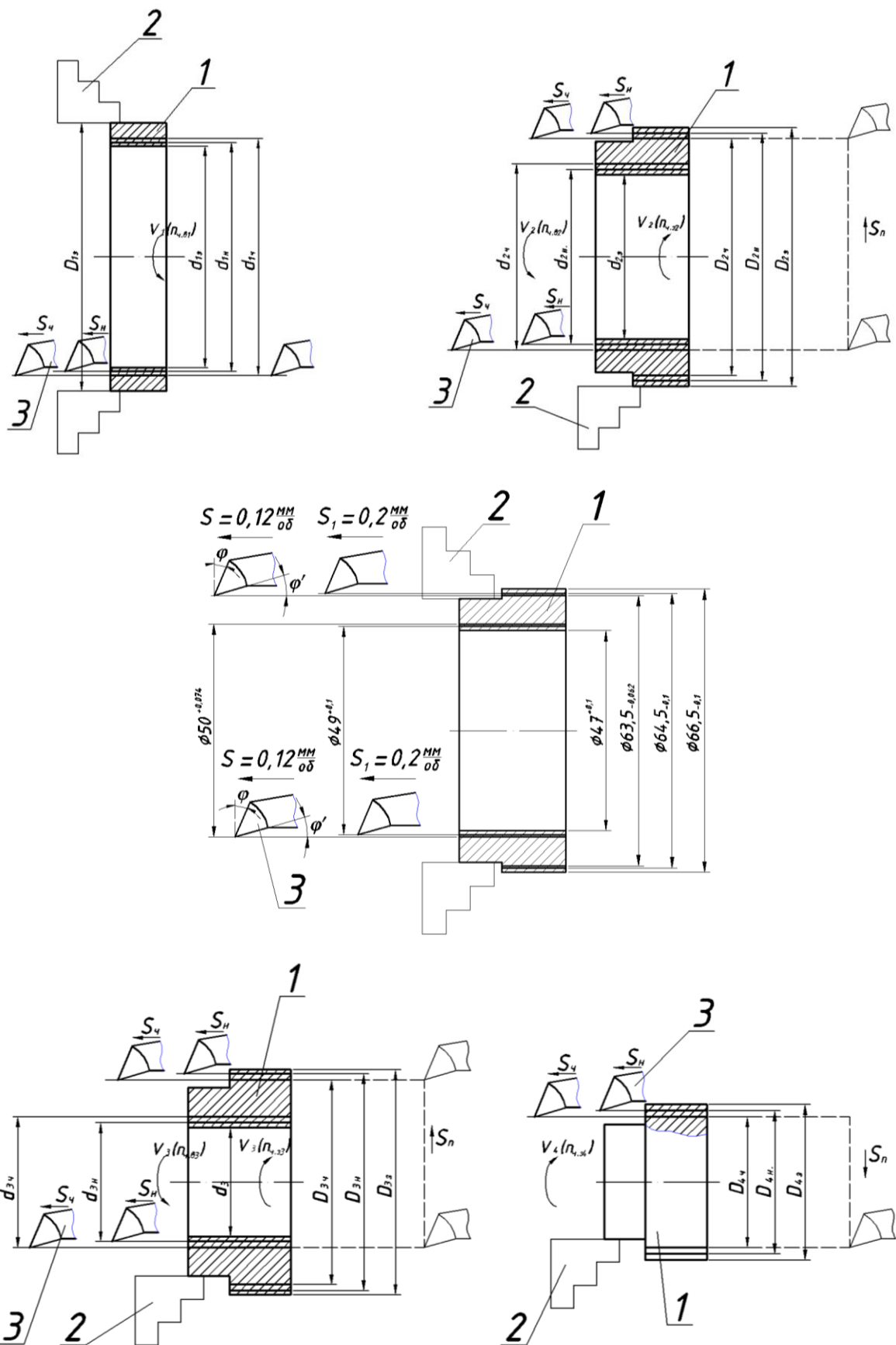


Рисунок 2.2 – Схеми обробки елементів дослідного зразка:

1 – дослідний зразок; 2 – кулачковий патрон; 3 – інструмент (різець)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KPM 18-381.00.00

Арк.

21

Після оброблення, було здійснено вимірювання шорсткості циліндричних поверхонь дослідного зразка за допомогою профілометра моделі 296. Для цього кожна із досліджуваних поверхонь як внутрішніх так і зовнішніх вимірювали на десяти рівномірно розміщених по колу трасах. Результати вимірів подані у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати вимірів шорсткості R_a

Діаметри D , мм – чисельник; кривина ρ , 1/мм – знаменник					
32/0,063	40/0,050	50/0,040	64/0,031	80/0,025	100/0,020
Значення параметрів шорсткості R_a , мкм для зовнішніх (чисельник) і внутрішніх (знаменник) циліндричних поверхонь					
-1,98	1,48/1,96	1,16/1,87	1,17/1,50	1,27/1,50	1,15/-
-2,06	1,38/1,92	1,36/1,91	1,01/1,41	0,87/1,34	0,89/-
-1,89	1,34/1,86	1,48/1,93	0,93/1,26	1,19/1,48	1,13/-
-1,91	1,31/1,87	1,29/1,48	1,29/1,60	0,96/1,37	1,21/-
-1,84	1,11/1,75	1,19/1,51	1,25/1,46	1,15/1,53	1,05/-
-1,92	1,24/1,53	1,33/1,66	1,48/1,56	1,07/1,46	0,97/-
-1,77	1,39/1,62	1,24/1,81	1,15/1,43	1,01/1,41	1,10/-
-1,88	1,29/1,49	1,06/1,54	0,96/1,37	1,11/1,10	0,99/-
-2,01	1,37/1,88	1,11/1,67	1,01/1,31	0,91/1,36	0,97/-
-1,85	1,41/1,64	1,23/1,44	1,29/1,32	1,21/1,15	1,16/-
Середні значення параметрів шорсткості R_a , мкм					
-1,913	1,332/1,752	1,245/1,682	1,154/1,422	1,075/1,370	1,062/-

Графічні залежності шорсткості від діаметра (кривини) оброблюваних поверхонь зображено на рисунку 2.3.

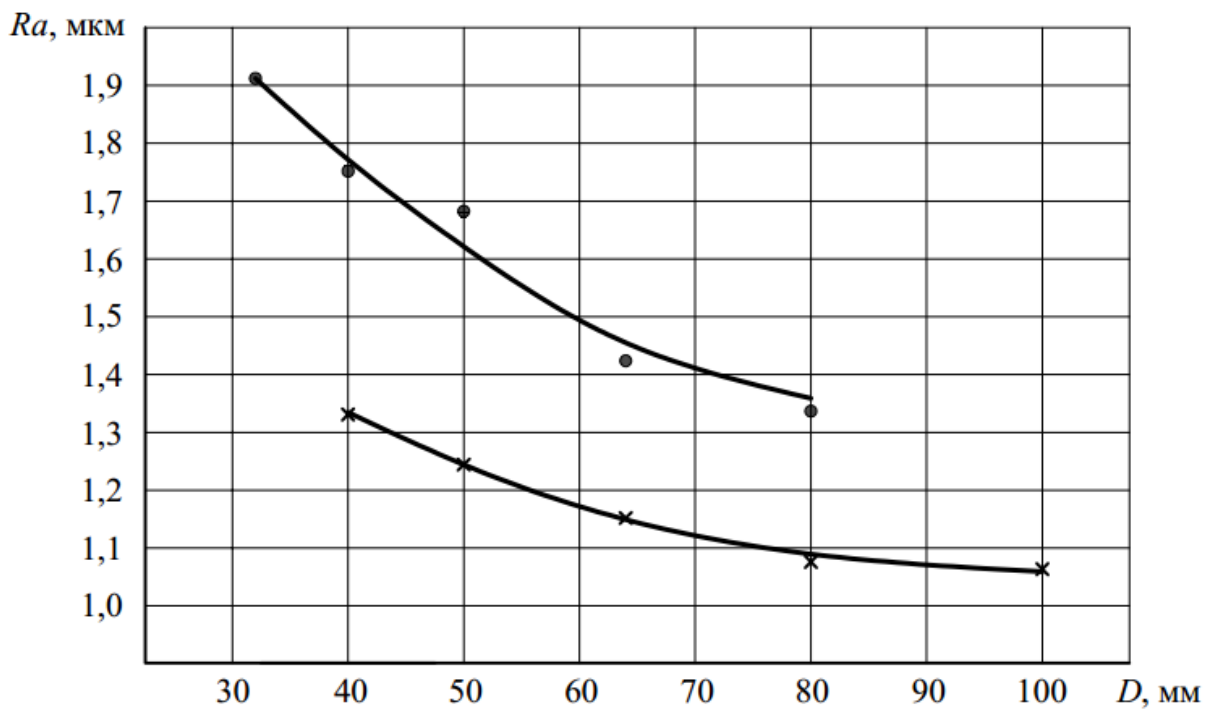


Рисунок 2.3 – Залежності шорсткості R_a від діаметра D оброблюваних поверхонь:

× – для зовнішніх поверхонь; ● – для внутрішніх поверхонь

2.3 Висновки та пропозиції щодо використання результатів досліджень

1. На основі отриманих результатів експериментальних досліджень встановлено, що кривина ρ циліндричних поверхонь суттєво впливає на параметр шорсткості R_a в процесі їх механічної обробки. Із збільшенням ρ параметр R_a відчутно зростає. У зв'язку з цим, в теоретичні залежності для визначення параметру шорсткості R_a доцільно ввести параметр кривини оброблюваної поверхні.

2. Аналітичні залежності для визначення параметру шорсткості R_a можуть містити емпіричні складові щодо кривини ρ оброблюваної поверхні, для встановлення значень яких можуть бути використані результати даних експериментальних досліджень.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва.

Аналіз технічних умов

Деталь «Колесо конічне ліве КС6В-47 638» входить до складу редуктора копача дискового викопуючого пристрою самохідного коренезбиральної машини КС-6Б.

Деталь має форму кільця з зовнішнім конічним зубчастим вінцем, а з внутрішньої сторони – отвір з точними базуючими поверхнями.

За допомогою 8 отворів деталь в вузлі з'єднується з маточиною і разом з нею через шліцеву поверхню маточини закріплена на шліцевому валу в підшипникових вузлах корпусу. Зубчастий вінець колеса з'єднується з вал-шестернею, яка закріплена також у корпусі і передає обертання на робочі органи комбайна – диски копачів.

За призначенням поверхні деталі поділяються на основні базові, робочі, допоміжні базові і вільні поверхні (рис. 3.1).

Робочі поверхні деталей – це поверхні, за допомогою яких дана деталь виконує своє службове призначення.

Основні базові поверхні – це поверхні, за допомогою яких визначається положення даної деталі у вузлі.

Допоміжні базові поверхні – це поверхні, за допомогою яких визначається положення інших деталей у вузлі відносно даної деталі.

Вільні поверхні – це поверхні, що не виконують експлуатаційних функцій, але необхідні для отримання замкнутого геометричного контуру на робочому кресленні деталі.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					24	37
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>				ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_м-61		
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

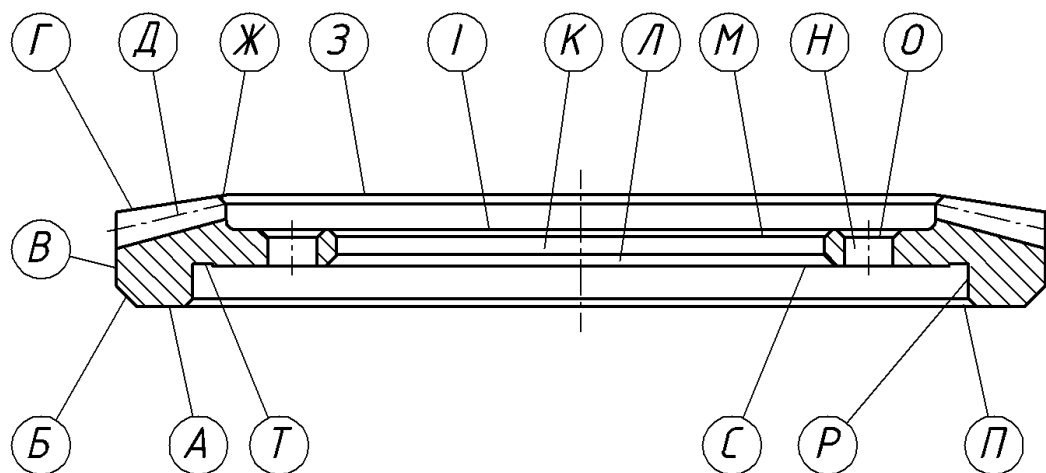


Рисунок 3.1 – Позначення поверхонь деталі

Класифікація поверхонь деталі за призначенням наведена в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Класифікація поверхонь деталі за призначенням

Поверхні деталі	Призначення поверхні
Д	Робоча поверхня деталі
Р, С	Основні поверхні деталі
Н, І	Допоміжні базуючі поверхні
А, Б, В, Г, Ж, З, К, Л, М, О, П, Т	Вільні поверхні

Основними поверхнями деталі з найвищими вимогами до якості оброблення є поверхні зубчастого вінця ($m = 5,5$, $z = 38$, тип зуба – круговий), посадочна поверхня $\varnothing 175H7$, поверхні 8 отворів $\varnothing 11H14$, тобто поверхні Д, Р, С, Н, І.

Поверхні А, Б, В, Г, Ж, З, К, Л, М, О, П є допоміжними і призначені для побудови конструкції деталі.

Основна поверхня Р виконується з допуском 0,04 мм, зубчастий вінець Д – по степені точності 10-9-9-В, поверхні отворів Н за якітетом Н14.

Виходячи з аналізу основних технічних вимог, методи їх досягнення і контролю наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Аналіз технічних умов

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
<i>P</i>	Забезпечити точність виконання по Н7 з допуском 0,04 і шорсткістю поверхні <i>Ra</i> 1,25.	Точіння чорнове і напівчистове і шліфування	Контроль розмірів здійснюється індикаторними калібрами відповідального розміру
<i>P, C</i>	Забезпечити радіальне і торцеве биття поверхонь відносно зубчастого вінця <i>D</i> не більше 0,08 мм.	Чистове шліфування	Контроль здійснюється спеціальним пристроєм для перевірки биття зубчастого вінця
<i>H</i>	Забезпечити точність виконання по 14 квалітету.	Свердління	Штангенциркуль
<i>H</i>	Забезпечити виконання отворів з позиційним зміщенням не більше 0,25 мм відносно поверхні <i>P</i> .	Обробка отворів по кондуктору через кондукторні втулки.	Калібр на розміщення отворів.
<i>D</i>	Забезпечити виконання зубчастого вінця по степені точності 10-9-9В шорсткістю <i>Ra</i> 6,3	Зубофрезерування по методу обкату за два проходи на верстаті класу точності А спеціальними зуборізними головками	Контроль здійснюють спеціальними пристроями для контролю зубчастих коліс.

Матеріалом для виготовлення деталі служить штамповка із сталі 18ХГТ ГОСТ 4543-2016. Основні властивості матеріалу і його хімічний склад зведені в таблицях 3.3 і 3.4.

Таблиця 3.3 – Хімічний склад сталі 18ХГТ ГОСТ 4543-2016

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
			не більше				
0,16-0,22	0,17-0,37	0,8-1,10	0,035		1,0-1,3	<0,30	<0,30

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 3.4 – Механічні властивості сталі 18ХГТ ГОСТ 4543-2016

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
не менше				
80	80	9	6	240-270

3.2 Аналіз технологічності конструкції виробу

Технологічний контроль креслення і аналіз технологічності конструкції мають на меті встановити відповідність конструкції деталі сучасному розвитку техніки і технології, ступінь економічності обробки, вибір найбільш раціональних методів виготовлення, які забезпечують якість деталі.

Деталь має достатню жорсткість для оброблення її різними різальними інструментами і можливість закріплення її в різних технологічних пристроях.

Штамповка деталі є середньою по складності, не габаритною і вимагає застосування спеціального штампового оснащення для її отримання.

Деталь має зовнішній зубчастий вінець з круговими зубами, виконаний по степені точності 10-9-9В, який жорсткими вимогами прив'язаний до внутрішніх посадочних поверхонь. Виконання їх технологічно можливе методом шліфування внутрішніх поверхонь з базуванням на зубчастий вінець. Технологія виготовлення є складною і вимагає застосування відповідного обладнання. Крім цього, необхідно врахувати похибки складного процесу термообробки – цементації, гартування і відпущення.

Нетехнологічним і складним в конструкції є базування деталі по зубчастому вінцю, що вимагає точності виконання пристрою складної конструкції.

У цілому деталь є в достатній мірі технологічною з можливістю забезпечення технічних вимог оброблення на універсальних і спеціалізованих верстатах нормальної точності з застосуванням спеціального оснащення.

Технологічність конструкції характеризується рядом кількісних показників:

- а) Оцінка технологічності конструкції за точністю обробки.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Коефіцієнт точності обробки визначається за формулою

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{T_{сер}}, \quad (3.1)$$

$$T_{сер} = \frac{\sum T_i n_i}{\sum n_i}, \quad (3.2)$$

де T_i – квалітет точності відповідної поверхні;

n_i – кількість розмірів певного квалітету точності.

$$T_{сер} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 8 + 3 \cdot 10 + 2 \cdot 12 + 3 \cdot 14}{13} = 10,1;$$

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{10,1} = 0,9.$$

б) Оцінка технологічності конструкції за шорсткістю.

Рівень технологічності конструкції за шорсткістю характеризується коефіцієнтом шорсткості поверхні і визначається за формулою

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{сер}}; \quad (3.3)$$

$$Ш_{сер} = \frac{\sum Ш_i n_i}{\sum n_i}, \quad (3.4)$$

де $Ш_i$ – параметр шорсткості відповідної поверхні;

n_i – кількість поверхонь певного параметра шорсткості.

$$Ш_{сер} = \frac{1 \cdot 1,25 + 1 \cdot 2,5 + 1 \cdot 6,3 + 5 \cdot 12,5}{8} = 9,0;$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{9,0} = 0,89.$$

в) Оцінка технологічності конструкції за трудомісткістю.

Рівень технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення деталі характеризується коефіцієнтом трудомісткості і визначається за формулою

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$K_{mp} = \frac{T_B}{T_{баз}}, \quad (3.5)$$

де T_B і $T_{баз}$ – відповідно досягнута і базова трудомісткість виготовлення виробу;

$T_B = 122,6$ – див. розділ 3.9;

$T_{баз} = 146,62$ – базова трудомісткість.

$$K_{mp} = \frac{122,6}{146,62} = 0,84.$$

г) Оцінка технологічності деталі за використанням матеріалу.

Рівень технологічності деталі за використанням матеріалу характеризується коефіцієнтом використання матеріалу і визначається за формулою

$$K_{vm} = \frac{M_{\partial}}{M_m}, \quad (3.6)$$

де M_{∂} – маса готової деталі, кг;

M_m – маса матеріалу, витраченого на виготовлення деталі, кг.

Технологічність конструкції деталі за використанням матеріалу остаточно визначається після добору способу виготовлення заготовки й розрахунку припусків на обробку. Для нашого випадку $M_{\partial} = 2,33$ кг, $M_m = 3,2$ кг.

$$K_{vm} = \frac{2,33}{3,2} = 0,72.$$

д) Показник оброблюваності матеріалу.

Кількісну оцінку оброблюваності матеріалу сталі 18ХГТ приймемо

$K_{OM} = 0,8$ [17].

Результати визначення показників технологічності зведені в таблиці 3.5.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 – Зведені показники технологічності деталі

№ з/п	Назва показника технологічності	Позначення	Ваговий коефіцієнт	Числове значення
1	Коефіцієнт точності	$K_{тч}$	0,6	0,9
2	Коефіцієнт шорсткості	$K_{ш}$	0,6	0,89
3	Коефіцієнт трудомісткості	$K_{тр}$	0,7	0,84
4	Коефіцієнт використання матеріалу	$K_{вм}$	0,5	0,72
5	Показник оброблюваності матеріалу	$K_{ОМ}$	0,5	0,8
	Комплексний коефіцієнт технологічності	$K_m = \frac{\sum K_i \varphi_i}{\sum \varphi_i}$		0,49
	Загальний коефіцієнт технологічності	$K_{заг} = K_m$		0,49

3.3 Аналіз типу та організаційної форми виробництва

В машинобудуванні умовно виділяють три основних типи виробництва: одиничний, серійний і масовий. В кожному з цих типів технологічні процеси мають свої характерні особливості, і кожному з них притаманна певна форма організації роботи.

Згідно ГОСТ 3.1108-74, тип виробництва визначають за коефіцієнтом закріплення операцій. Значення коефіцієнта закріплення операцій приймають для планового періоду, що дорівнює одному місяцю, і визначають за формулою

$$K_{зо} = \frac{O}{P}, \quad (3.7)$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць з різними операціями.

Річна програма випуску деталей $N = 2500$ шт.

Оскільки існує базовий варіант технологічного процесу, розрахунок типу виробництва та організаційної форми виробництва проводимо за маршрутом і трудомісткістю базового варіанту, який приведений нижче (таблиця 3.6).

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.6 – Базовий технологічний маршрут

№ операції	Назва операції	Верстат	$T_{ум}$, хв.
005	Токарна з ЧПК	16А20Ф3	11,40
010	Токарна з ЧПК	16А20Ф3	10,35
015	Вертикально-свердлильна	2Н150	8,3
020	Вертикально-свердлильна	2Н150	4,02
025	Токарно-гвинторізна	Кусон 3	20,53
030	Зубофрезерна	5С270П	30,37
035	Зубофрезерна	5С270П	33,8
040	Слюсарна		3,4
045	Зубообкатна	5А725	3,5
050	Термообробка		
055	Токарно-гвинторізна	Кусон 3	20,52
060	Промивка		
065	Приймальний контроль		

Число операцій, закріплених за одним робочим місцем визначається за формулою [17]

$$O = \frac{60 \cdot F_m \cdot \kappa_e \cdot \eta}{T_{ум} \cdot N_m}, \quad (3.8)$$

де F_m – місячний фонд часу роботи обладнання при двозмінному режимі, год;

κ_e – середній коефіцієнт виконання норм часу, $\kappa_e = 1,3$;

η – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta = 0,8$;

N_m – місячна програма випуску деталей, шт;

$T_{ум}$ – штучно-калькуляційний час виконання операції на даному верстаті, хв.

Місячний фонд часу роботи обладнання визначаємо за формулою

$$F_m = \frac{F_d}{12}, \quad (3.9)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання при двохзмінному режимі;

$F_d = 4015$ год.;

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_m = 4015/12 = 334,5 \text{ год};$$

$$N_m = \frac{N}{12}; \quad (3.10)$$

$$N_m = 2500/12 = 208 \text{ шт};$$

$$005 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{11,40 \cdot 208} = 8,81;$$

$$010 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{10,35 \cdot 208} = 9,70;$$

$$015 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{8,3 \cdot 208} = 12,10;$$

$$020 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{4,02 \cdot 208} = 24,98;$$

$$025 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{20,52 \cdot 208} = 4,89;$$

$$030 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{30,37 \cdot 208} = 3,31;$$

$$035 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{33,8 \cdot 208} = 2,97;$$

$$045 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{3,5 \cdot 208} = 28,69;$$

$$055 = \frac{60 \cdot 334,5 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{20,52 \cdot 208} = 4,89;$$

$$K_{30} = \frac{8,81 + 9,7 + 12,10 + 24,98 + 4,89 + 3,31 + 2,97 + 28,69 + 4,89}{9} = 11,48.$$

Значення відповідає середньосерійному типу виробництва.

Для такого типу виробництва характерне використання універсального, спеціалізованого і, частково, спеціального обладнання. Широко застосовуються верстати з ЧПК, оброблюючі центри.

Технологічне оснащення, в основному, універсальне, однак, в багатьох випадках, використовується високопродуктивна технологічна оснастка.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

В якості вимірювального інструменту використовують як універсальний так і спеціальні контрольні пристрої, калібри, шаблони.

Необхідна точність досягається як методами автоматичного отримання розмірів, так і методами пробних ходів і промірів з частковим використанням розмітки.

Різальний інструмент, що використовується – універсальний і спеціальний.

Форма організації виробничого процесу – предметно-потокова, розміщення обладнання – за ходом технологічного процесу.

Такт виробництва визначаємо за формулою

$$t_g = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \quad (3.11)$$

де F_d – дійсний фонд часу роботи обладнання в плановому періоді (рік),

$F_d = 4015$ год;

N – річна програма випуску деталей, $N = 2500$ шт.

$$t_g = \frac{4015 \cdot 60}{2500} = 96.$$

При груповій формі організації виробництва запуск виробів проводиться партіями з певною періодичністю, що і є ознакою серійного виробництва.

Кількість деталей в партії для одночасного запуску визначаємо спрощеним способом за формулою [17]

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (3.12)$$

де N – річна програма випуску деталей, шт;

F – число робочих днів в році, $F = 250$;

a – число днів, на яке необхідно мати запас деталей (періодичність запуску).

Приймаємо $a = 5$ днів, тоді

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$n = \frac{2500 \cdot 5}{250} = 50 \text{ шт.}$$

Приймаємо предметну форму організації виробництва. Верстати розміщують в послідовності технологічних операцій для одної або декількох деталей, які потребують однакової послідовності обробки. В тій же послідовності проходить рух деталей. Деталі обробляються на верстатах партіями; при цьому час виконання операцій на окремих верстатах може бути не узгодженим з іншими верстатами.

3.4 Вибір та техніко-економічне обґрунтування вибору способу одержання заготовки

Спосіб отримання заготовки визначається конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, серійністю випуску, а також економічністю виготовлення.

Матеріалом для проектної деталі служить Сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-2016.

Раціональними можуть бути два основних способи отримання заготовки: вільне гаряче кування на молотах і гаряча штамповка в штампах.

Перевагу слід надавати способу з кращими техніко-економічними показниками.

Із двох варіантів для прийняття кінцевого рішення вибираємо той, собівартість якого нижча. Вартість заготовок, що отримують методом кування визначаємо згідно літератури [18] за формулою

$$S_{заг} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot \kappa_T \cdot \kappa_c \cdot \kappa_g \cdot \kappa_m \cdot \kappa_n \right) - (Q - g) \cdot \frac{S_{відх}}{1000} \quad (3.13)$$

де C_i – базова вартість 1 тонни заготовок, грн,

Q – маса заготовки, кг;

κ_T – коефіцієнт, що залежить від класу точності;

κ_c – коефіцієнт, що залежить від групи складності;

κ_g – коефіцієнт, що залежить від маси заготовки;

κ_m – коефіцієнт, що залежить від матеріалу заготовки;

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

κ_n – коефіцієнт, що залежить від об'єму випуску заготовок;

g – маса готової деталі, кг;

$S_{відх}$ – вартість однієї тонни відходів, грн.

Варіант 1 – вільна гаряча штамповка на молотах.

$C_i = 48000$ грн, $\kappa_T = 1,1$; $\kappa_C = 1,21$; $\kappa_\epsilon = 1$; $\kappa_M = 1$; $\kappa_n = 1,2$; [18].

$S_{відх} = 4000$ грн; $Q = 4,5$ кг; $g = 2,33$ кг.

Розраховуємо вартість заготовки 1

$$S_{заг1} = \left(\frac{48000}{1000} \cdot 4,5 \cdot 1,10 \cdot 1,21 \cdot 1 \cdot 1,2 \right) - (4,5 - 2,33) \cdot \frac{4000}{1000} = 336,32 \text{ грн.}$$

Варіант 2 – гаряча штамповка в штампах.

$C_i = 49000$ грн, $\kappa_T = 1,20$; $\kappa_C = 1,21$; $\kappa_\epsilon = 1,20$; $\kappa_M = 1$; $\kappa_n = 1$ [18].

$S_{відх} = 4000$ грн; $Q = 3,2$ кг; $g = 2,33$ кг.

Розраховуємо вартість заготовки 2

$$S_{заг2} = \left(\frac{49000}{1000} \cdot 3,2 \cdot 1,20 \cdot 1,21 \cdot 1,20 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (3,2 - 2,33) \cdot \frac{4000}{1000} = 269,73 \text{ грн.}$$

Як бачимо із розрахунків, дешевшою є заготовка, отримана гарячою штамповкою у штампах.

Визначаємо річний економічний ефект за формулою

$$E = (S_{заг1} - S_{заг2}) \cdot N,$$

де N – річна програма випуску, шт.

$$E = (336,32 - 269,73) \cdot 2500 = 166475 \text{ грн.}$$

Беручи до уваги тип та організаційну форму виробництва, форму та розміри даної деталі, вибираємо спосіб одержання заготовки гарячою штамповкою у штампах.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

3.5 Вибір методів оброблення, технологічних і вимірювальних баз

Одним із найскладніших і принципових розділів проектування технологічних процесів є вибір методів оброблення та призначення технологічних і вимірювальних баз. Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залежать:

- фактична точність виконання розмірів;
- правильність взаємного розміщення оброблюваних поверхонь;
- ступінь складності пристроїв, ріжучих та вимірювальних інструментів;
- загальна продуктивність виготовлення деталі.

Вихідними даними при виборі баз є: робоче креслення деталі, технічні умови на її виготовлення, вид заготовки та стан її поверхонь, бажаний ступінь автоматизації.

При достатньо високих вимогах до точності обробки необхідно вибрати таку схему базування, яка забезпечує найменшу похибку установки. Для забезпечення точності виготовлення деталі необхідно дотримуватись принципу суміщення баз – технологічних, вимірювальних, установочних, намагатись забезпечити їх постійність при наступних операціях обробки.

У нашому випадку на токарних операціях, та операції шліфування базування відбувається в трикулачковому патроні по поверхнях *B, D* і *I, C*

Для обробки отворів *H*, базовими будуть служити поверхні *P* і *C*.




При нарізуванні зубів, базовими будуть поверхні *P* і *C*.

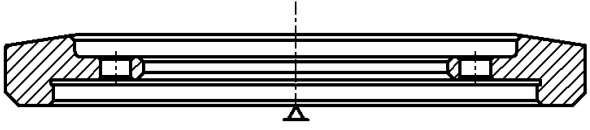
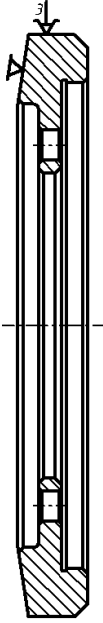
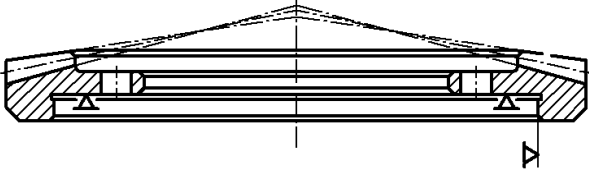
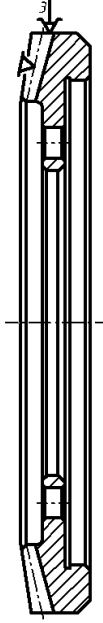
Отже в результаті аналізу вибору технологічних баз ми бачимо, що технічні вимоги радіального биття, співвісності та точності розміщення отворів будуть витримані, оскільки витримується принцип постійності баз (обробка поверхонь проводиться з чистих постійних, а не чорнових баз).

Результати вибору баз зводимо в таблицю 3.7.

					<i>KPM 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Таблиця 3.7 – Вибір технологічних баз

Позначення оброблюваних поверхонь	Технологічні бази	Теоретична схема базування та закріплення
1	2	3
<p><i>A, Б, К, Л, П, Р, С, Т</i></p>	<p><i>В, І</i></p>	
<p><i>В, Г, Ж, З, І, М</i></p>	<p><i>Р, С</i></p>	
<p><i>Н</i></p>	<p><i>Р, С</i></p>	

1	2	3
O	P, C	
P, C	B, Г	
Д	P, C	
P, C	B, Д	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

KPM 18-381.00.00

3.6 Формування маршрутно-операційного технологічного процесу виготовлення виробу з вибором технологічного обладнання

Складемо два варіанти технологічного процесу механічної обробки деталі та представимо їх у вигляді таблиць 3.8. і 3.9.

Таблиці 3.8 – Перший варіант технологічного маршруту

№ опер.	Назва операції, переходи	Оброблювана поверхня	Базові поверхні	Верстат
005	Токарна з ЧПК 1.Точити поверхні по програмі. 2.Розточити отвори, фаски. 3.Точити канавку.	<i>A, B, П, Р, С, К, Л, Т</i>	<i>В, Г</i>	16А20Ф3
010	Токарна з ЧПК 1.Точити поверхні по програмі. 2.Точити поверхню по програмі. 3.Розточити отвір, поверхні.	<i>Г, В В Ж, З, І, М</i>	<i>Р, С</i>	16А20Ф3
015	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити 8 отв. Ø11 послід.	<i>Н</i>	<i>Р, С</i>	2Н150
020	Вертикально-свердлильна 1.Зенкувати 16 фасок	<i>О</i>	<i>Р, С</i>	2Н150
025	Токарно-гвинторізна 1.Розточити отв. Ø174+0,1 2.Підрізати торець в розмір 12,59	<i>Р С</i>	<i>В, Г</i>	Кусон 3
030	Зубофрезерна 1.Фрезерувати зуби $m=5,5, z=38$.	<i>Д</i>	<i>Р, С</i>	5С270П
035	Зубофрезерна 1.Фрезерувати зуби на чисто.	<i>Д</i>	<i>Р, С</i>	5С270П
040	Слюсарна 1.Зняти заусенці по контуру зубів.	<i>В</i>		
045	Контрольно-обкатна 1.Обкатати колесо з вал-шестернею.	<i>Д</i>	<i>Р, С</i>	5А725
050	Термічна обробка (по окремому технологічному процесу)			
055	Токарно-гвинторізна 1.Розточити отв. Ø175+0,04. 2.Підрізати торець в розмір 12,29.	<i>Р С</i>	<i>В, Д</i>	Кусон 3
060	Промивка			М2А
065	Приймальний контроль			

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиці 3.9 – Другий варіант технологічного маршруту

№ опер.	Назва операції, переходи	Оброблювана поверхня	Базові поверхні	Верстат
005	Токарна з ЧПК 1.Точити поверхні по програмі. 2.Розточити отвори, фаски. 3.Точити канавку.	<i>A, B</i> <i>П, Р, С, К, Л</i> <i>Т</i>	<i>В, Г</i>	16А20Ф3
010	Токарна з ЧПК 1.Точити поверхні по програмі. 2.Точити поверхню по програмі. 3.Розточити отвір, поверхні.	<i>Г, В</i> <i>В</i> <i>Ж, З, І, М</i>	<i>Р, С</i>	16А20Ф3
015	Вертикально-свердлильна 1.Свердлити 8 отв. Ø11 одночасно.	<i>Н</i>	<i>Р, С</i>	2Н150
020	Вертикально-свердлильна 1.Зенкувати 16 фасок.	<i>О</i>	<i>Р, С</i>	2Н150
025	Внутрішліфувальна 1.Шліфувати отв. Ø174+0,1. 2.Шліфувати торець в розмір 12,59.	<i>Р</i> <i>С</i>	<i>В, Г</i>	3К228
030	Зубофрезерна 1.Фрезерувати зуби $m=5,5, z=38$.	<i>Д</i>	<i>Р, С</i>	5С270П
035	Зубофрезерна 1.Фрезерувати зуби на чисто.	<i>Д</i>	<i>Р, С</i>	5С270П
040	Слюсарна 1.Зняти заусенці по контуру зубів.	<i>В</i>		
045	Контрольно-обкатна 1.Обкатати колесо з вал-шестернею.	<i>Д</i>	<i>Р, С</i>	5А725
050	Термічна обробка (по окремому технологічному процесу)			
055	Внутрішліфувальна 1.Шліфувати отв. Ø175+0,04. 2.Шліфувати торець в розмір 12,29.	<i>Р</i> <i>С</i>	<i>В, Г</i>	3К228
060	Промивка			М2А
065	Приймальний контроль			

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Другий варіант має наступні відмінності від першого:

1. Токарні операції 025 і 055 виконують як шліфувальні на внутрішшліфувальному верстаті 3К228.

2. На операції 015 виконують одночасне свердління 8 отв. $\varnothing 11$ з використанням 8-шпindelної свердлильної головки.

Другий варіант технологічного маршруту є більш раціональним. Тому, приймаємо його для подальшого проектування. Обґрунтування економічної ефективності вибраного варіанту подано у розділі 7.

3.7 Визначення припусків на оброблення та розмірів заготовки

Проведемо визначення припусків та міжопераційних розмірів на обробку отвору $\varnothing 175H7(+0,04)$.

Технологічний маршрут обробки поверхні складається з наступних переходів:

1. Розточування чорнове.
2. Розточування напівчистове.
3. Шліфування.

Розрахунок припусків на обробку поверхні ведемо шляхом складання таблиці, в яку записуємо технологічний маршрут обробки поверхні і всі значення елементів припуску (таблиця 3.10).

Для штамповки: $R_z + T = 800$ мкм.

1 Розточування: $R_z = 100$ мкм, $T = 100$ мкм.

2. Розточування: $R_z = 50$ мкм, $T = 50$ мкм.

3. Шліфування: $R_z = 5$ мкм, $T = 15$ мкм.

Сумарне значення просторових відхилень при базуванні деталі в 3-х кулачковому патроні визначаємо за формулою

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{зм}^2}, \quad (3.14)$$

де $\rho_{кор}$ – величина короблення отвору, мкм;

$\rho_{зм}$ – величина зміщення отвору, мкм.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Величину короблення отвору

$$\rho_{кор} = k \cdot D, \quad (3.15)$$

де k – величина питомого короблення, $k = 1,5$ мкм/мм [17];

D – діаметр оброблюваного отвору, мм, $D = 220$ мм.

$$\rho_{кор} = 1,5 \cdot 220 = 330 \text{ мкм.}$$

Враховуючи, що сумарне зміщення отвору в штамповці відносно зовнішньої поверхні представляє допуск на штамповку, одержимо $\rho_{зм} = 1200$ мкм.

Таким чином

$$\rho_3 = \sqrt{330^2 + 1200^2} = 1245 \text{ мкм.}$$

Величина залишкового просторового відхилення після першого переходу

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 1245 = 62 \text{ мкм;}$$

$$\varepsilon_1 = \sqrt{420^2 + 0^2} = 420 \text{ мкм.}$$

Залишкова похибка установки при другому переході

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot \varepsilon_1 = 0,05 \cdot 420 = 21 \text{ мкм.}$$

Розрахунок мінімальних значень між операційних припусків проводимо за формулою

$$2z_{\min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right) \quad (3.16)$$

де Rz_{i-1} – висота нерівностей, отримана на попередньому технологічному переході, мкм;

T_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому технологічному переході, мкм;

ρ_{i-1} – просторові відхилення в розташуванні оброблюваної поверхні відносно базових поверхонь, отримані на попередньому технологічному переході, мкм;

ε_i – похибка встановлення на даному технологічному переході.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 3.10 – Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічних переходах на обробку отвору $\varnothing 175 \text{ H7 } (+0,04)$

Технологічні переходи обробки поверхні $\varnothing 175 \text{ H7}$	Елементи припуску, мкм			Розраху- нковий припуск, $Z_{z,\text{min}}$, мкм	Розраху- нковий розмір, D_p , мм	Допуск δ , мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм		
	Rz	T	ρ				ϵ	D_{min}	D_{max}	$Z_{z,\text{min}}^{\text{np}}$	$Z_{z,\text{max}}^{\text{np}}$
Заготовка	800		1245	-	170,082	1200	168,8	170	-	-	
1. Розточування чорнове	100	100	62	420	174,309	400	173,9	174,3	4300	5100	
2. Розточування напівчистове	50	50		21	174,840	200	174,6	174,8	500	700	
3. Шліфування	5	15	-	-	175,040	40	175	175,4	240	400	
Сумарне значення									5040		6200

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

KPM 18-381.00.00

Арк.

43

Мінімальний припуск під чорнове розточування

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot \left(800 + \sqrt{1245^2 + 420^2} \right) = 2 \cdot 2114 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск під напівчистове розточування

$$2z_{\min 2} = 2 \cdot \left(100 + 100 + \sqrt{62^2 + 21^2} \right) = 2 \cdot 266 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск під шліфування

$$2z_{\min 3} = 2 \cdot (50 + 50) = 2 \cdot 100 \text{ мкм.}$$

Розрахунковий розмір D_p в таблицю заповнюємо починаючи з кінцевого розміру послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

$$D_{p3} = 175,040 \text{ мм;}$$

$$D_{p2} = 175,040 - 0,200 = 174,840 \text{ мм;}$$

$$D_{p1} = 174,840 - 0,531 = 174,309 \text{ мм;}$$

$$D_{p0} = 174,309 - 4,227 = 170,082 \text{ мм.}$$

Граничний розмір D_{\max} одержуємо по розрахункових розмірах, закругляючи до точності допуску відповідного переходу.

D_{\min} визначається із найбільших граничних розмірів відніманням допусків відповідних переходів.

$$D_{\max \text{ заг}} = 170 \text{ мм;}$$

$$D_{\max 1} = 174,30 \text{ мм;}$$

$$D_{\max 2} = 174,80 \text{ мм;}$$

$$D_{\max 3} = 175,04 \text{ мм.}$$

$$D_{\min \text{ заг}} = 170 - 1,20 = 168,8 \text{ мм;}$$

$$D_{\min 1} = 174,30 - 0,40 = 173,90 \text{ мм;}$$

$$D_{\min 2} = 174,80 - 0,20 = 174,60 \text{ мм;}$$

$$D_{\min 3} = 175,04 - 0,04 = 175 \text{ мм.}$$

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Мінімальні граничні значення припусків z_{\min} дорівнюють різниці максимальних граничних розмірів виконаного і попереднього переходів, а максимальні – z_{\max} відповідно різниці мінімальних граничних розмірів:

$$2z_{\max 3} = 175 - 174,60 = 0,40 = 400 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 2} = 174,60 - 173,90 = 0,70 = 700 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 1} = 173,90 - 168,80 = 5,10 = 5100 \text{ мкм}.$$

$$2z_{\min 3} = 175,04 - 174,80 = 0,24 \text{ мм} = 240 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 2} = 174,80 - 174,30 = 0,50 \text{ мм} = 500 \text{ мкм};$$

$$2z_{\max 1} = 174,30 - 170 = 4,30 \text{ мм} = 4300 \text{ мкм}.$$

Загальний номінальний припуск

$$z_{0 \text{ ном}} = z_{0 \text{ min}} + B_3 - B_d = 5040 + 600 - 40 = 5600 \text{ мкм}.$$

Номінальний розмір заготовки

$$D_{\text{заг ном}} = D_{\text{д ном}} - z_{0 \text{ ном}} = 175,0 - 5,6 = 169,40 \text{ мм}.$$

На основі даних розрахунку будуємо схему графічного розміщення припусків і допусків при обробці отвору $\varnothing 175\text{H}7$ (рис. 3.2).

Проводимо перевірку правильності розрахункових припусків і розмірів.

$$z_{\max 3} - z_{\min 3} = \delta_2 - \delta_3;$$

$$400 - 240 = 200 - 40;$$

$$z_{\max 2} - z_{\min 2} = \delta_1 - \delta_2;$$

$$700 - 500 = 400 - 200;$$

$$z_{\max 1} - z_{\min 1} = \delta_3 - \delta_1;$$

$$5100 - 4300 = 1200 - 400;$$

Розрахунки виконано вірно.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

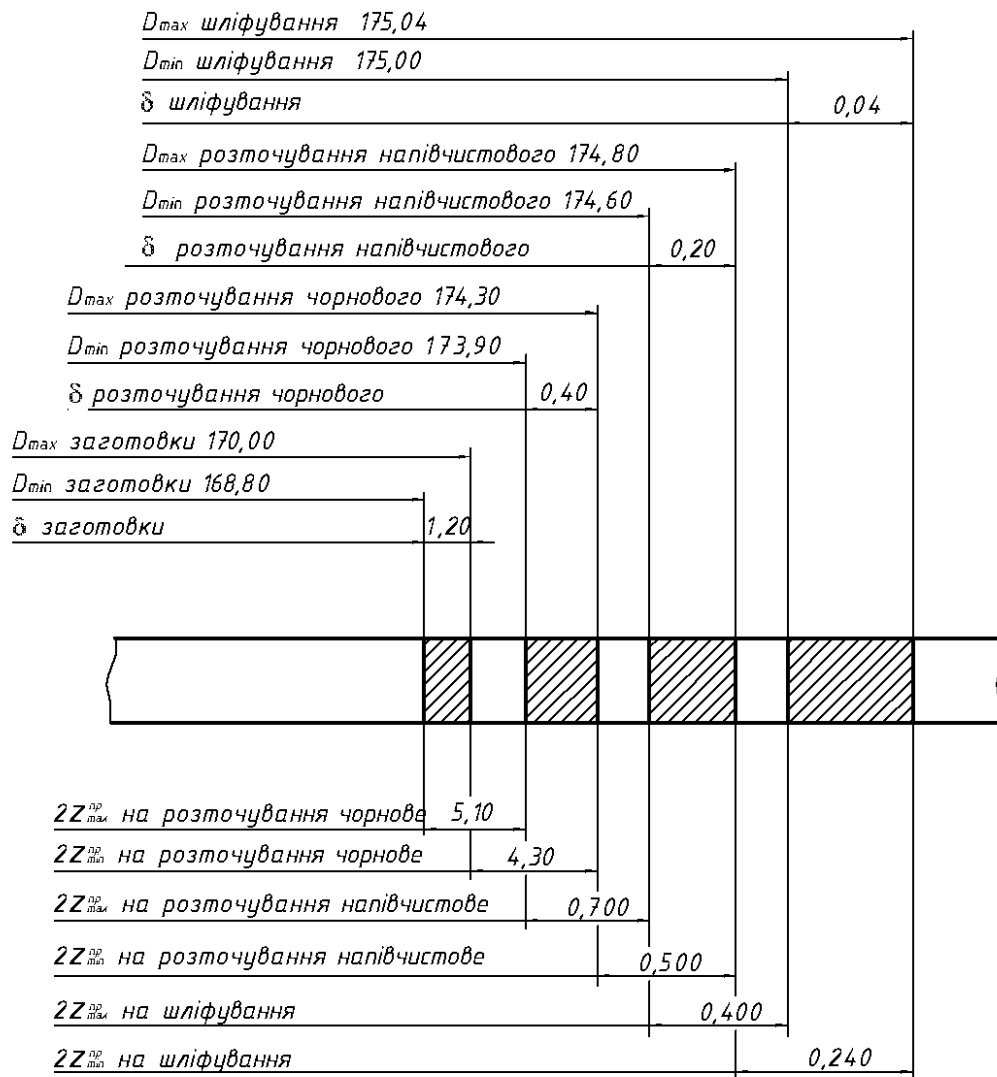


Рисунок 3.2 – Схема графічного розташування припусків та допусків на обробку отвору $\varnothing 175H7$

3.8 Вибір різального, допоміжного та контрольно-вимірювального інструменту

При виборі типу і конструкції різального інструменту слід враховувати характер виробництва, метод обробки, тип верстата, розмір, конфігурацію і матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні, точність обробки.

Метод обробки, прийнятий для виконання операцій, визначає тип інструменту. Тип верстата впливає на вибір інструменту в тому відношенні, що він, з одного боку, вид обробки, а з другого – конструктивно вирішує спосіб

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

закріплення інструменту і тим самим визначає конструкцію його посадочного місця.

Розмір і конфігурація оброблюваної деталі впливає на вибір інструменту щодо розмірів і конструкції останнього. Матеріал оброблюваної деталі впливає на вибір матеріалу різального інструменту і на геометричні параметри його різальної частини. Необхідна якість поверхні впливає на вибір конструкції інструменту і його геометрію.

Паралельно з вибором ріжучого інструменту вибираємо також вимірювальний інструмент.

При виборі конструкції і типу вимірювального інструменту, пристрою або приладу враховують такі основні фактори:

- точність необхідного виміру,
- характер виробництва,
- розмір і якість вимірювальної поверхні.

Вибір засобів контролю регламентується ГОСТ 14.306–73.

Результати вибору металорізального і вимірювального інструменту для виготовлення колеса зубчастого КС6В-47 638 оформляємо у вигляді таблиці 3.11 .

Таблиця 3.11 – Вибір різального та вимірювального інструменту
для виготовлення колеса зубчастого КС6В-47 638

№ операції	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
1	2	3	4
005	Токарна з ЧПК	Різець 2102-4095-01 Т5К10 Різець 2102-4210-01 Т5К10 Різець 2128-4353 Т5К10	Штангенциркуль ШЦ–І–125–0,1 ГОСТ 166–89; Штангенциркуль ШЦ–ІІ–250–0,05 ГОСТ 166–89

3.9 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

Режим обробки деталі – найважливіший фактор протікання технологічного процесу. Різання – це найбільш розповсюджений метод досягнення необхідної якості деталі. Елементи режимів різання повинні підбиратись так, щоб досягти бажаної продуктивності праці при найменшій собівартості даної технологічної операції. Ця вимога досягається при використанні інструменту раціональної конструкції а також якщо верстат не обмежує його ріжучих можливостей. Розрахунок режимів різання проводимо розрахунково – аналітичним методом і шляхом розрахунку по довідникових таблицях режимів різання.

Операція 005 – Токарна з ЧПК. Верстат – 16А20Ф3

Різальний інструмент – різець підрізний з пластинкою твердого сплаву Т15К6.

Глибина різання – $t = 2$ мм.

Кількість проходів – $i = 2$.

Подача – $S = 0,25$ мм/об.[19].

Швидкість різання визначаємо за формулою [19]

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v, \quad (3.17)$$

де C_v , – постійний коефіцієнт;

T – період стійкості різця, хв.;

m, x, y – коефіцієнти;

k_v – поправочний коефіцієнт швидкості [19].

$$k_v = \frac{75}{\sigma_{зр}}, \quad (3.18)$$

$$k_v = \frac{75}{88} = 0,85.$$

$C_v = 292; m = 0,35; x = 1,5; y = 0,35; T = 120$ [19].

$$V = \frac{292}{120^{0,35} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,25^{0,35}} \cdot 0,85 = 68,0 \text{ м/хв.}$$

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \quad (3.19)$$

де D – діаметр оброблюваного отвори, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 68}{3,14 \cdot 210} = 103,1 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту обертання по паспортним даним верстата: $n = 100$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість:

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 210 \cdot 100}{1000} = 66 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо потужність різання:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 102} \text{ кВт.} \quad (3.20)$$

де P_z – вертикальна сила різання, кг.

Визначаємо силу різання за формулою [19]:

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^{Pr} \cdot k_m, \quad (3.21)$$

$C_p = 384$; $x = 0,80$; $y = 0,55$; $Pr = -0,15$ [19].

$$k_m = \frac{\sigma_{zp}}{75}; \quad (3.22)$$

$$k_m = \frac{88}{75} = 1,17;$$

$$P_z = 384 \cdot 2^{0,80} \cdot 0,25^{0,55} \cdot 66^{-0,15} \cdot 1,17 = 194,6 \text{ кг.}$$

Ефективна потужність різання

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{194,6 \cdot 66}{60 \cdot 102} = 2,1 \text{ кВт.}$$

Визначаємо основний час

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} \quad (3.23)$$

$$L = I + Y1 + Y2 = 36 + 2 + 2 = 40 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{40 \cdot 2}{100 \cdot 0,25} = 3,2 \text{ хв.}$$

Операція 015 – Вертикально-свердлильна. Верстат – 2Н150.

Різальний інструмент – свердло $\varnothing 11$.

Глибина різання – $t = 5,5$ мм.

Кількість проходів – $i = 1$.

Подача – $S = 0,40$ мм/об.[19].

Швидкість різання визначаємо за формулою [19]

$$V = \frac{C_v \cdot D^z}{T^m \cdot S^y} \cdot k_v, \quad (3.24)$$

де C_v , – постійний коефіцієнт;

T – період стійкості різця, хв.;

m, y – коефіцієнти;

k_v – поправочний коефіцієнт швидкості [19].

$$k_v = \frac{48,70}{\sigma_{зр}^{0,9}} = 0,87, \quad (3.25)$$

$C_v = 8,9; m = 0,25; z = 0,30; y = 0,30; T = 30$ [19].

$$V = \frac{8,9 \cdot 11^{0,30}}{30^{0,25} \cdot 0,40^{0,30}} \cdot 0,87 = 10,28 \text{ м/хв.}$$

Частоту обертання шпинделя визначаємо за формулою

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}; \quad (3.26)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10,28}{3,14 \cdot 11} = 297,6 \text{ об/хв.}$$

Коректуємо частоту обертання за паспортними даними верстата:
 $n = 300$ об/хв. Тоді дійсна швидкість різання складе

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 300}{1000} = 10,3 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо ефективну потужність різання [19]

$$N = \frac{M_k \cdot n}{9750} \text{ кВт.} \quad (3.27)$$

де M_k – крутний момент, кг мм.

Визначаємо крутний момент за формулою [19]

$$M_k = 10 \cdot C_m \cdot D^{2,0} \cdot S^y \cdot k_m, \quad (3.28)$$

$C_m = 39$; $y = 0,80$ [19].

$$k_m = \left(\frac{\sigma_{zp}}{75} \right)^{0,75} = \left(\frac{88}{75} \right)^{0,75} = 1,13. \quad (3.29)$$

$$M_k = 10 \cdot 39 \cdot 11^{2,0} \cdot 0,40^{0,80} \cdot 1,13 = 25,6 \text{ Н м.}$$

Ефективна потужність різання

$$N = \frac{25,6 \cdot 300}{9750} = 0,79 \text{ кВт.}$$

Визначаємо основний час

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n};$$

$$L = I + Y1 + Y2 = 9,5 + 2 + 3,5 = 15 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{15 \cdot 1}{63 \cdot 0,40} = 0,63 \text{ хв.}$$

Решту режимів призначаємо табличним способом. Результати розрахунку заносимо в таблицю 3.12

Таблиця 3.12 – Режими різання по операціях і переходах

№ п/п	Назва операції, переходу	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/хв	v, м/хв	T ₀ , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005	Токарна з ЧПК. 1. Точити торець. 2. Розточити отв. фаски. 3. Точити канавку.	40 80 5	3 3 3	2 2 1	0,25 0,25 0,05	100 100 130	66 70 70	8,88 3,20 4,92 0,76	2,1
010	Токарна з ЧПК 1. Точити торець. 2. Точити поверхню. 3. Розточити отв., пов.	38 35 68	3 3 2	2 2 1	0,25 0,25 0,20	100 100 140	66 66 70	7,91 3,04 2,8 2,07	2,1
015	Вертикально-свердлильна	15	5,5	1	0,40	63	10,3	0,63	1,32
020	Вертикально-свердлильна	4	1	16	0,07	250	9,4	2,50	0,17
025	Внутрішліфувальна 1. Шліфувати отв. 2. Шліфувати торець.	9,25 32,5	0,8 0,3		0,003 0,112	100 100	55 55	9,24 3,84 5,4	1,2
030	Зубофрезерна	25	10	38		50	28	27,8	5
035	Зубофрезерна	25	10	38		50	28	31,0	4
040	Слюсарна								
045	Зубообкатна							3,0	0,4
050	Термообробка								
055	Внутрішліфувальна 1. Шліфувати отв. 2. Шліфувати торець.	9,25 32,5	0,8 0,3		0,003 0,112	100 100	55 55	9,24 3,84 5,4	1,2
060	Промивка								
065	Приймальний контроль								

Нормуванням називають встановлення технічно обґрунтованих норм часу. Нормування технологічного процесу проводять для кожної операції.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Технічною нормою часу називають час, необхідний для виконання технологічної операції в певних організаційно-технічних умовах конкретного виробництва.

Технічні норми часу визначаємо розрахунково-аналітичним способом.

Штучний час на операцію визначаємо за формулою

$$T_{ум} = T_o + T_{\delta} + T_{об} + T_{від} = T_{он} + T_{об} + T_{від}, \quad (3.30)$$

де T_o – основний (машинний) час, хв;

T_{δ} – допоміжний час, хв;

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{від}$ – час на відпочинок, хв;

$T_{он}$ – оперативний час, хв.

Сума основного і допоміжного часу складає оперативний час.

$$T_{он} = T_o + T_{\delta}, \quad (3.31)$$

В серійному виробництві розраховують штучно-калькуляційного час за формулою

$$T_{шк} = T_{ум} + \frac{T_{нз}}{n}, \quad (3.32)$$

де n – кількість деталей в партії, шт. $n = 50$ шт;

$T_{нз}$ – підготовчо-заклучний час, що встановлюється за нормативами, хв;

$T_{ум}$ – штучний час на виконання однієї операції, хв;

Розраховуємо норму штучного часу на операцію 005 – токарну з ЧПК.

Основний час на операцію: $T_o = 8,88$ хв.

Підраховуємо об'єм допоміжної роботи і час її виконання:

1). Встановити заготовку в пристрій і зняти після виконання операції:

$T_{уст} = 0,30$ хв [21].

2). Допоміжний час, зв'язаний з управлінням верстатом: $T_{упр} = 1,20$ хв [21].

3). Допоміжний час, який необхідний на вимірювання деталі після проведення операції: $T_{вим} = 0,18$ хв [21].

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Загальний допоміжний час

$$T_{\partial} = T_{уст} + T_{упр} + T_{вим} = 0,30 + 1,20 + 0,18 = 1,68 \text{ хв.}$$

Оперативний час на операцію: $T_{он} = 8,88 + 1,68 = 10,56 \text{ хв.}$

Час на обслуговування робочого місця $T_{об}$ складає 4% від оперативного часу [21]: $T_{об} = 0,04 \cdot 10,56 = 0,42 \text{ хв.}$

Час на відпочинок і природні потреби $T_{від}$ складає 4% від оперативного часу [21]: $T_{від} = 0,04 \cdot 10,56 = 0,42 \text{ хв.}$

Штучний час на операцію: $T_{шт} = 10,56 + 0,42 + 0,42 = 11,40 \text{ хв.}$

Підготовчо-заключний час: $T_{пз} = 28 \text{ хв [21].}$

Штучно-калькуляційного час

$$T_{шк} = 11,40 + \frac{28}{50} = 11,68 \text{ хв}$$

Розраховуємо норму штучного часу на операцію 015 – вертикально-свердлильну.

Основний час на операцію: $T_o = 0,63 \text{ хв.}$

Підраховуємо об'єм допоміжної роботи і час її виконання:

$T_{уст} = 0,14 \text{ хв [21];}$

$T_{упр} = 0,18 \text{ хв [21];}$

$T_{вим} = 0,08 \text{ хв [21].}$

Загальний допоміжний час

$$T_{\partial} = T_{уст} + T_{упр} + T_{вим} = 0,14 + 0,18 + 0,08 = 0,40 \text{ хв.}$$

Оперативний час на операцію: $T_{он} = 0,63 + 0,40 = 1,03 \text{ хв.}$

Час на обслуговування робочого місця $T_{об}$ складає 4% від оперативного часу [21]: $T_{об} = 0,04 \cdot 1,03 = 0,04 \text{ хв.}$

Час на відпочинок і природні потреби $T_{від}$ складає 4% від оперативного часу [21]: $T_{від} = 0,04 \cdot 1,03 = 0,04 \text{ хв.}$

Штучний час на операцію: $T_{шт} = 1,03 + 0,04 + 0,04 = 1,1 \text{ хв.}$

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Підготовчо-заклучний час: $T_{пз} = 18$ хв [21].

Штучно-калькуляційного час

$$T_{шк} = 1,1 + \frac{18}{50} = 1,28 \text{ хв.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших операцій технологічного процесу, значення складових і власне норми часу для всіх операцій зводимо в таблицю 3.13.

Таблиця 3.13 – Розрахунок норм часу по операціях технологічного процесу

№	Назва операції	T_o , хв	T_d , хв			$T_{оп}$, хв	$T_{об}$, хв	$T_{від}$, хв	$T_{шт}$, хв	$T_{пз}$, хв	n , шт	$T_{шк}$, хв
			$T_{уст}$	$T_{упр}$	$T_{вим}$							
005	Токарна з ЧПК.	8,88	0,30	1,20	0,18	10,56	0,42	0,42	11,40	28	100	11,68
010	Токарна з ЧПК.	7,91	0,30	1,20	0,18	9,59	0,38	0,38	10,35	28	100	10,63
015	Вертик.–свердл.	0,63	0,14	0,18	0,08	1,03	0,04	0,04	1,10	18	100	1,28
020	Вертик.–свердл.	2,50	0,28	0,90	0,04	2,77	0,12	0,12	4,02	18	100	4,20
025	Внутр.–шліф.	9,24	0,60	1,00	0,25	11,04	0,44	0,44	11,98	27	100	12,25
030	Зубофрезерна	27,8	0,24	0,06	0,02	28,12	1,12	1,12	30,37	35	100	30,72
035	Зубофрезерна	31,0	0,24	0,06	0,02	31,32	1,25	1,25	33,82	35	100	34,17
040	Слюсарна								7,8	10	100	7,9
045	Зубообкатна	3,0	0,24	0,06	0,02	3,32	0,13	0,13	3,58	30	100	3,88
050	Термообробка											
055	Внутр.–шліф.	9,24	0,60	1,00	0,25	11,04	0,44	0,44	11,98	27	100	12,25
060	Промивка								0,47	10	100	0,57
065	Прийм. контроль											

3.10 Визначення кількості обладнання. Побудова графіків завантаження та використання обладнання

Розрахункова кількість верстатів за операціями технологічного процесу визначається як відношення штучно-калькуляційного часу на даній операції $T_{шк}$ до такту випуску t_v

$$m_p = \frac{T_{шк}}{t_v}, \quad (3.33)$$

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Величина такту випуску розраховується за формулою

$$t_g = \frac{F_d \cdot 60}{N}, \text{ хв./шт.} \quad (3.34)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $F_d = 4015$ год;
 N – річна програма випуску деталей, $N = 2500$ шт.

$$t_g = \frac{4015 \cdot 60}{2500} = 96 \text{ хв./шт.}$$

Розрахункова кількість верстатів:

$$16A20\Phi3: m_{p1} = \frac{22,31}{96} = 0,23; \text{ приймаємо 1 верстат;}$$

$$2H150: m_{p3} = \frac{5,48}{96} = 0,06; \text{ приймаємо 1 верстат;}$$

$$3K228: m_{p5} = \frac{24,5}{96} = 0,25; \text{ приймаємо 1 верстат;}$$

$$5C270П: m_{p2} = \frac{64,89}{96} = 0,68; \text{ приймаємо 1 верстат;}$$

$$5A725: m_{p4} = \frac{3,88}{96} = 0,04; \text{ приймаємо 1 верстат.}$$

Коефіцієнт завантаження обладнання визначається як відношення розрахункової кількості верстатів, зайнятих на даній операції технологічного процесу до фактичного числа верстатів

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n}. \quad (3.35)$$

$$16A20\Phi3: \eta_{z1} = \frac{0,23}{1} = 0,23;$$

$$2H150: \eta_{z3} = \frac{0,06}{1} = 0,06;$$

$$3K228: \eta_{z5} = \frac{0,25}{1} = 0,25;$$

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$5C270П: \eta_{32} = \frac{0,68}{1} = 0,68;$$

$$5A725: \eta_{34} = \frac{0,04}{1} = 0,04.$$

Визначимо середній коефіцієнт завантаження обладнання

$$\eta_3^{сеп} = \frac{0,23 + 0,06 + 0,25 + 0,68 + 0,04}{5} = 0,25.$$

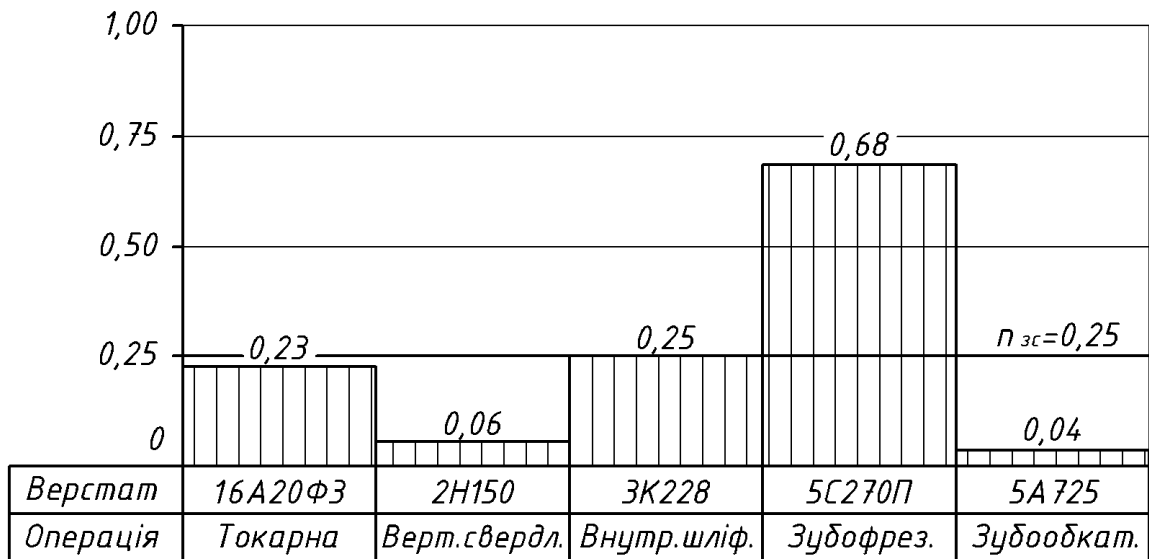


Рисунок 3.3 – Графік завантаження обладнання

Коефіцієнт використання обладнання за основним часом η_o свідчить про частку машинного часу в загальному часі роботи верстата. Цей коефіцієнт визначається як відношення основного часу до штучно-калькуляційного:

$$\eta_o = \frac{T_o}{T_{шк}}. \quad (3.36)$$

$$16A20Ф3: \eta_{o1} = \frac{16,79}{22,31} = 0,75;$$

$$2Н150: \eta_{o3} = \frac{3,13}{5,48} = 0,57;$$

$$3К228: \eta_{o5} = \frac{18,48}{24,5} = 0,75;$$

$$5C270П: \eta_{o2} = \frac{58,8}{64,89} = 0,90;$$

$$5A725: \eta_{o4} = \frac{3,0}{3,88} = 0,77.$$

Визначаємо середній коефіцієнт використання обладнання за основним часом

$$\eta_o^{сep} = \frac{0,75 + 0,57 + 0,75 + 0,90 + 0,77}{5} = 0,75.$$

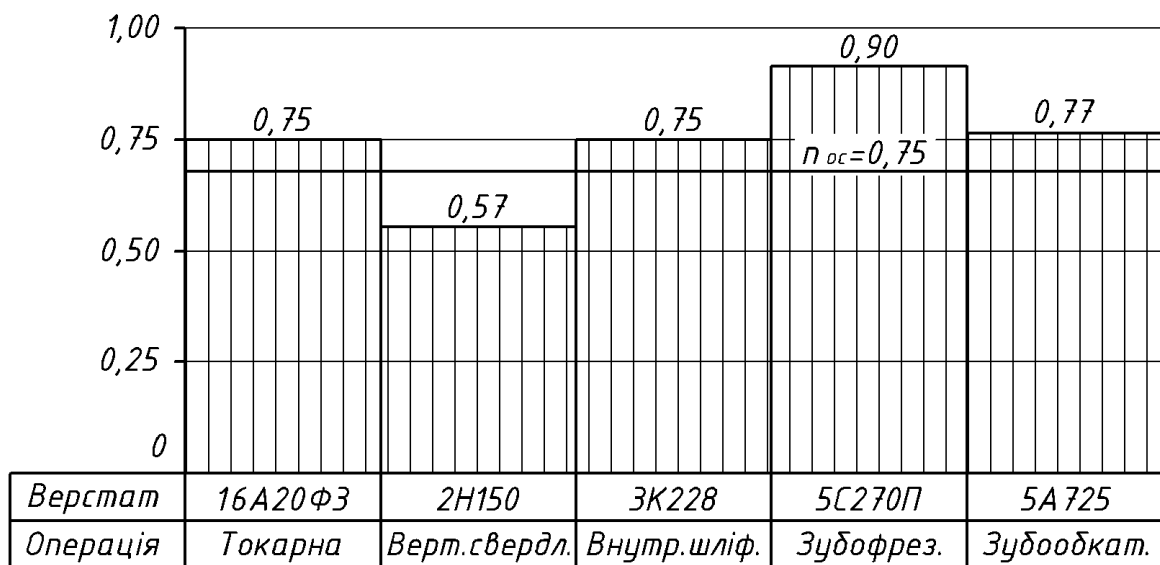


Рисунок 3.4 – Графік використання обладнання за основним часом

Використання обладнання за потужністю приводу характеризує коефіцієнт використання обладнання за потужністю, який визначають за формулою

$$\eta_n = \frac{N_{np}}{N_{дв}}, \quad (3.37)$$

де N_{np} – необхідна потужність різання, кВт;

$N_{дв}$ – потужність електродвигуна верстата, кВт.

$$16A20Ф3: \eta_{n1} = \frac{2,1}{7,5} = 0,28;$$

$$2H150: \quad \eta_{n3} = \frac{1,32}{4} = 0,33;$$

$$3K228: \quad \eta_{n5} = \frac{1,2}{5} = 0,24;$$

$$5C270П: \quad \eta_{n2} = \frac{5}{10} = 0,5;$$

$$5A725: \quad \eta_{n4} = \frac{0,4}{1,20} = 0,33.$$

Визначаємо середній коефіцієнт використання обладнання за потужністю

$$\eta_n^{сep} = \frac{0,28 + 0,33 + 0,24 + 0,50 + 0,33}{5} = 0,33.$$

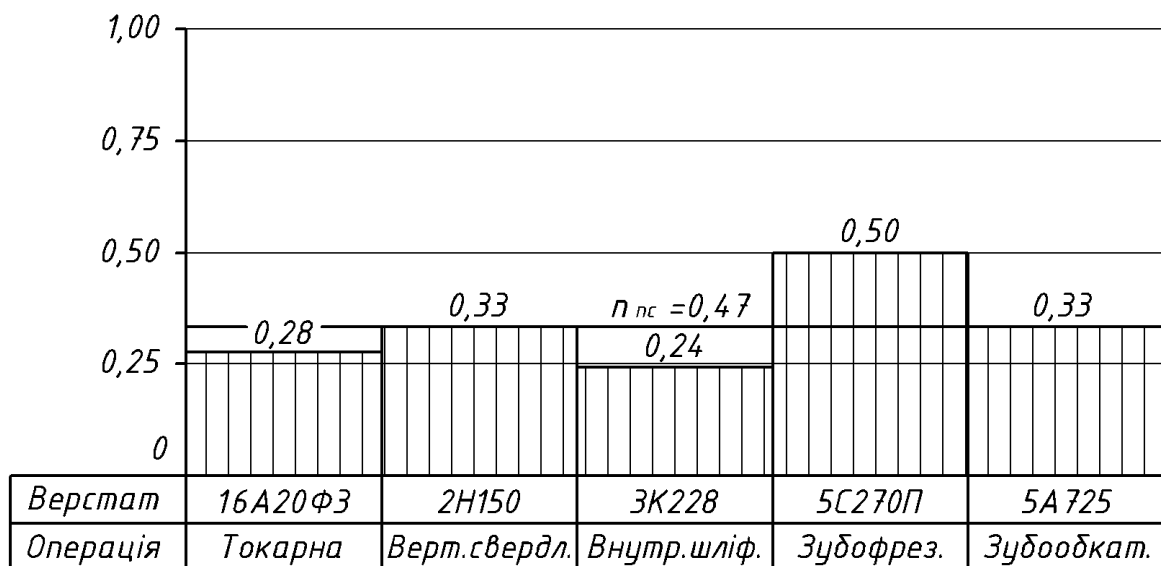


Рисунок 3.5 – Графік використання обладнання за потужністю

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Головка свердлильна 8-шпindelьна

4.1.1 Будова і робота головки свердлильної

Головка свердлильна 8-шпindelьна (рис. 4.1) призначена для свердління 8-ми отворів $\varnothing 11$.

Основою головки служать скріплені між собою корпус 15, фланець 1 і плита 2.

Головка кріпиться до шпindelя вертикально-свердлильного верстата 2Н150 з допомогою хомута.

Привід головки отримує від поводка, який вставляється в водило 6. Поводок приводить до обертання водило 6 з внутрішнім зубчастим вінцем.

Водило з'єднане з 8-ми шестернями 12, які насаджені на шпindelі 10.

Водило і шпindelі в головці закріплені на підшипниках кочення 32 і 30. Упорні підшипники 31 передбачені для сприйняття осьової сили різання при свердлінні.

Втулки шпindelів 9 мають конус Морзе 1 під свердла $\varnothing 11$.

Свердлильна головка з'єднується з колонками кондуктора через направляючі втулки 7 в плиті 2. Втулки закріплені до плити за допомогою гайок 23.

Головка заповнюється маслом для надійної роботи зубчастих коліс і підшипників. Пробка 8 призначена для заповнення головки маслом.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>					61	9
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>						
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>					ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_м-61	

Ділильний діаметр визначаємо за формулою [23]

$$d_2 = \frac{(2 \cdot A_w \cdot i)}{i - 1}, \quad (4.2)$$

$$d_2 = \frac{(2 \cdot 57 \cdot 4,82)}{4,82 - 1} = 143,8 \text{ мм.}$$

$$T_2 = 10 \cdot C_m \cdot D^{2,0} \cdot S^{Y_m} \cdot k_m,$$

$C_m = 39, Y_m = 0,8$ [4, с. 396].

$$T_2 = 10 \cdot 39 \cdot 11^{2,0} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,75 = 5609 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$$

Для восьми свердел: $T_2 = 8 \cdot 5609 = 44872 \text{ Н}\cdot\text{мм.}$

$$m = \frac{2 \cdot 6,8 \cdot 424721}{143,8 \cdot 25 \cdot 75} = 2,26 \text{ мм.}$$

Приймаємо модуль $m = 2$.

$d_2 = m \cdot z_2 = 2 \cdot 82 = 164 \text{ мм}$ – діаметр зубчастого вінця колеса.

$d_1 = m \cdot z_1 = 2 \cdot 17 = 34 \text{ мм.}$ – діаметр зубчастого вінця шестерні.

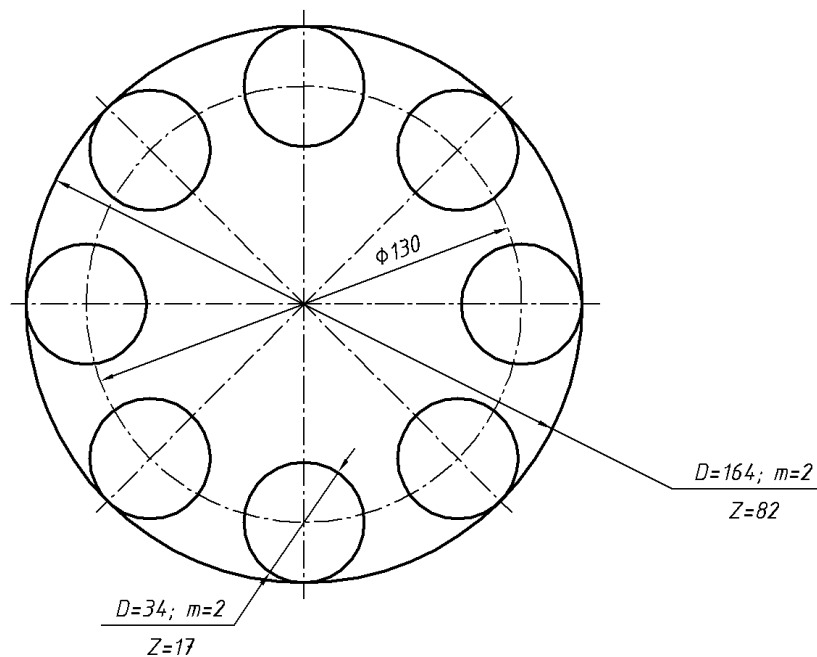


Рисунок 4.2 – Кінематична схема свердлильної головки

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

4.2 Кондуктор для свердління 8-ми отворів Ø11

4.2.1 Опис роботи кондуктора

Кондуктор (рис. 4.3) призначений для свердління 8 отворів Ø11 в колесі конічному лівому КС6В-47.638.

Основою кондуктора служить корпус 2 зварної конструкції в направляючі гнізда якого вставлені колонки 6. Кондукторна плита 3 закріплена на колонках. В ній розміщені вісім кондукторних втулок 14 для направлення свердел. Колонки фіксуються від провертання стопорними болтами через пази в колонках.

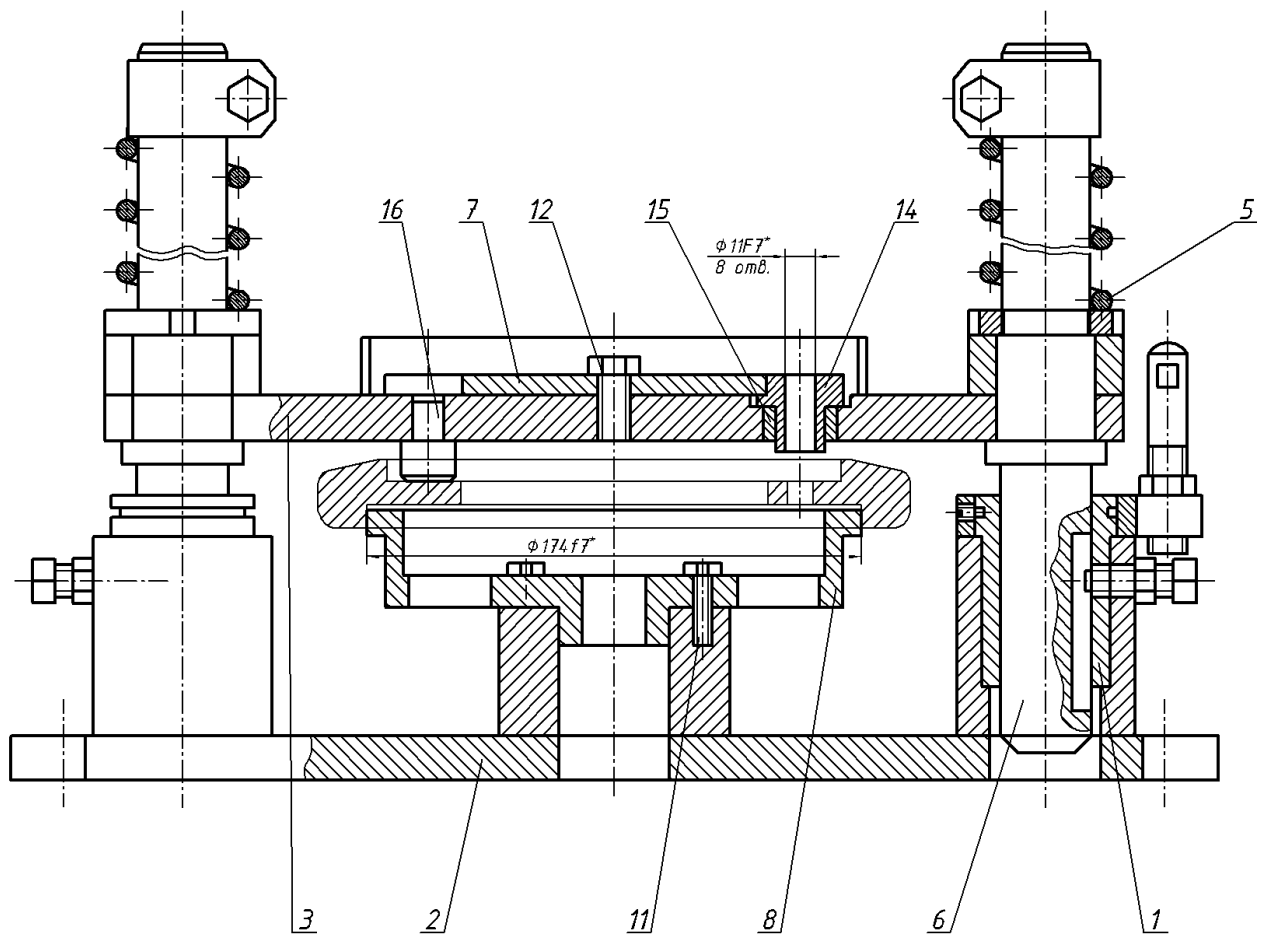


Рисунок 4.3 – Кондуктор для свердління 8-ми отворів Ø11

Деталь встановлюється на базову опору 8. Притиск деталі здійснюється двома болтами 16 через пази в нижній плиті корпуса кондуктора.

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Універсальний комплект 1 кондуктора включає два фіксуючі хомути в верхній частині колонок і поворотний упор для фіксації плити в процесі завантаження і зняття деталі.

Кондуктор встановлюють на вертикально-свердлильному верстаті 2Н150 і працює разом з 8-ми шпиндельною свердлильною головкою, яка кріпиться на двох колонках 6.

4.2.2 Розрахунок точності кондуктора

Точність свердління в кондукторі обумовлена такими основними факторами:

- відхиленням віддалі між центрами отворів в кондукторній плиті;
- величиною зазору в посадочному отворі змінної робочої втулки;
- величиною зазору в направляючому отворі робочої втулки під свердло;
- величиною зазору між направляючим пояском кондукторної плити і базовим отвором заготовки;
- ексцентриситетом робочої втулки;
- довжиною направляючого отвору робочої втулки;
- віддаллю між нижнім торцем направляючої втулки і заготовкою.

$$\begin{aligned}
 +Y L_{\text{вир}} = & +F \cdot Y L_{\text{конд}} + k \cdot \frac{D_{\text{зг}} - D_k}{2} + k \cdot \frac{D_{\text{вн}} - D_{\text{см}}}{2} + \\
 & + k \cdot \frac{d_{\text{вн}} - d_{\text{см}}}{2} + m \cdot E_{\text{рв}} + P \cdot (d_{\text{вн}} - d_{\text{св}}) \cdot \frac{h+b}{l},
 \end{aligned}
 \tag{4.3}$$

де Y – граничне відхилення розмірів кондуктора, $Y = 0,1$;

$D_{\text{зг}}$ – найменший діаметр базового пояса заготовки;

D_k – найбільший діаметр базового направляючого пояса кондуктора;

$D_{\text{вн}}$ – найбільший діаметр отвору під змінну робочу втулку;

$D_{\text{см}}$ – найменший діаметр отвору робочої втулки;

$d_{\text{вн}}$ – найбільший діаметр отвору робочої втулки;

$d_{\text{св}}$ – найменший діаметр свердла;

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$E_{pв}$ – ексцентриситет робочої втулки;

h – віддаль між торцем втулки і заготовкою;

b – глибина свердління;

l – довжина направляючого отвору робочої втулки;

F – коефіцієнт ймовірного відхилення координат центрів отворів в кондукторі;

k – коефіцієнт ймовірного відхилення зазорів в спряженнях;

m – коефіцієнт ймовірного відхилення величини ексцентриситету змінної втулки;

P – коефіцієнт ймовірного відхилення величини перекоосу свердла.

$F = 0,8; k = 0,5; m = 0,4; P = 0,35$ [23].

$$\begin{aligned} &+0,25 > +0,8 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot \frac{30,033 - 29,947}{2} + 0,5 \cdot \frac{11,034 - 10,98}{2} + \\ &+0,4 \cdot 0,02 + 0,35 \cdot (11,034 - 10,98) \cdot \frac{15 + 13}{30}; \\ &+0,25 > +0,08 + 0,021 + 0,014 + 0,008 + 0,017; \\ &+0,25 > +0,14. \end{aligned}$$

Кондуктор забезпечує задану точність обробки. Розрахункова точність обробки отворів в кондукторі $+0,14$.

4.3 Пристрій для шліфування

Пристрій (рис. 4.4) призначений для шліфування отвору попередньо до $\varnothing 174+0,5$ і після термообробки до $\varnothing 175H7$, і торця в розмір 8,25 відносно зубчастого вінця деталі.

Пристрій складається з фланця 2, який має посадочний отвір для базування на шпинделі внутрішшліфувального верстата за допомогою трьох болтів 16 і служить основою пристрою.

До фланця кріпиться кришка 4 з планшайбою 11. На планшайбі 11 розміщено 6 пальців 1 з напайними кульками, які служать базами для встановлення зубчастого колеса через зубчастий вінець.

Втулка 12 призначена для попереднього направлення деталі по отвору.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Затиск деталі проводиться за допомогою трьох притискачів 10, які мають направлення в кришці 4 і приводяться в затиск – розтиск коромислом 8 через тягу 5. Тяга з'єднується з гідравлічним приводом верстата.

Устаткування для встановлення пристрою – внутрішшліфувальний верстат моделі 3К228В.

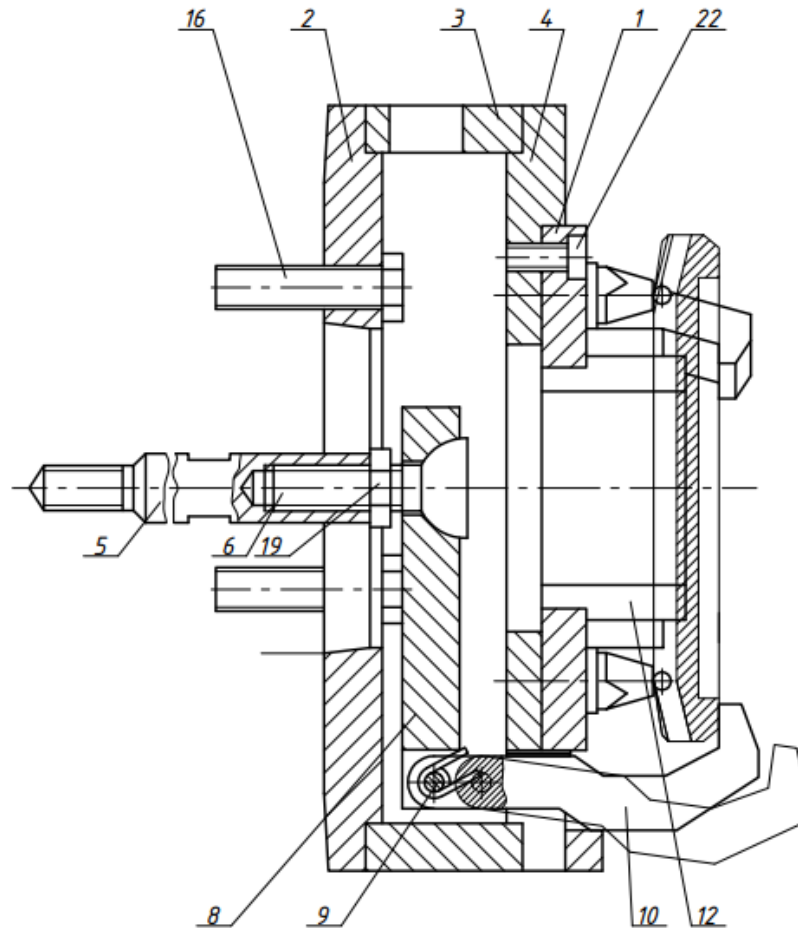


Рисунок 4.4 – Пристрій для шліфування $\varnothing 175H7$ і торця в деталі КС6В-47.638

4.4 Головка різцева для нарізування зубів

Головка різцева (рис. 4.5) призначена для нарізування зубів на колесі кінчному лівому КС6В-47.638.

Головка складається з корпусу 1, до якого за допомогою кільця стопорного 2 та гвинтів 3 і 4 закріплені вісім середніх різців 6, чотири зовнішні різці 8, чотири внутрішні різці 12. Необхідне положення різців регулюють клинами 5, а також підкладками 7, 9 та 13.

Встановлюється головка різцева на зубофрезерному верстаті 5С270П.

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

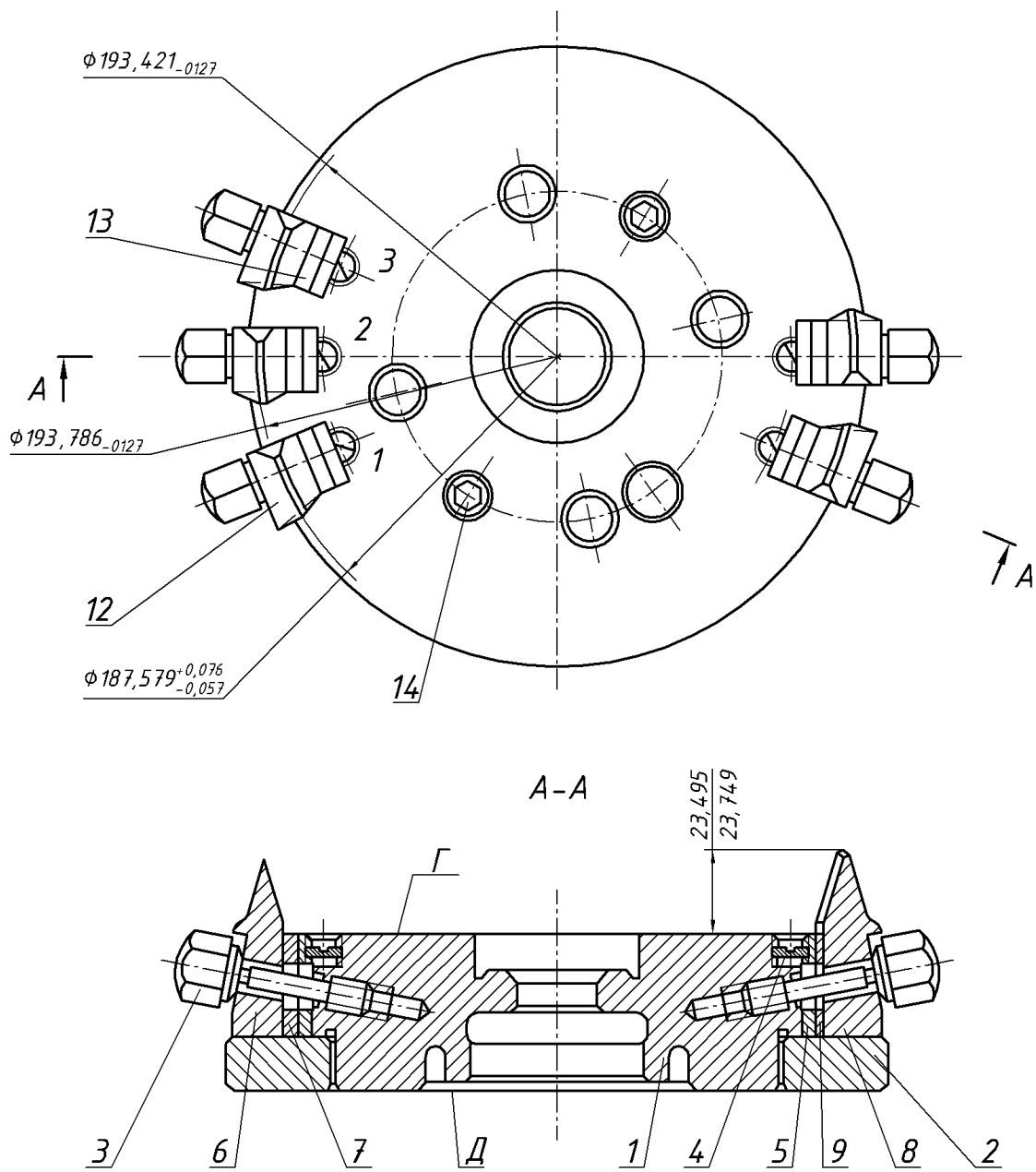


Рисунок 4.5 – Головка різцевої для нарізування зубів

4.5 Пристрій для контролю деталі

Пристрій (рис. 4.6) призначено для вимірювання радіального биття зубчастого вінця деталі відносно отвору $\phi 175H7$ і торця. Технічними умовами передбачено максимальну величину радіального биття зубчастого вінця в межах 0,08 мм.

Пристрій складається з корпусу 2, в якому за допомогою радіально-упорних підшипників 27 закріплена втулка 11 і пробка 12 для базування деталі

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

під час замірів. Пробка 13 через ролик 15 стопорить деталь і вибирає зазори між базою і деталлю. База і деталь повертаються разом в процесі контролю.

Замір радіального биття проводиться індикатором 30, розміщеним на основі 1. Лапка індикатора дотикається до упора 7, який через стержень 6 і наконечник 3 зв'язується з зубчастим вінцем зубчастого колеса.

Пружина 25 підтискує стержень з наконечником до зубчастого вінця.

Різниця показів індикатора 30 на кожному зубі при повертанні деталі на один оберт покаже радіальне биття зубчастого вінця відносно отвору.

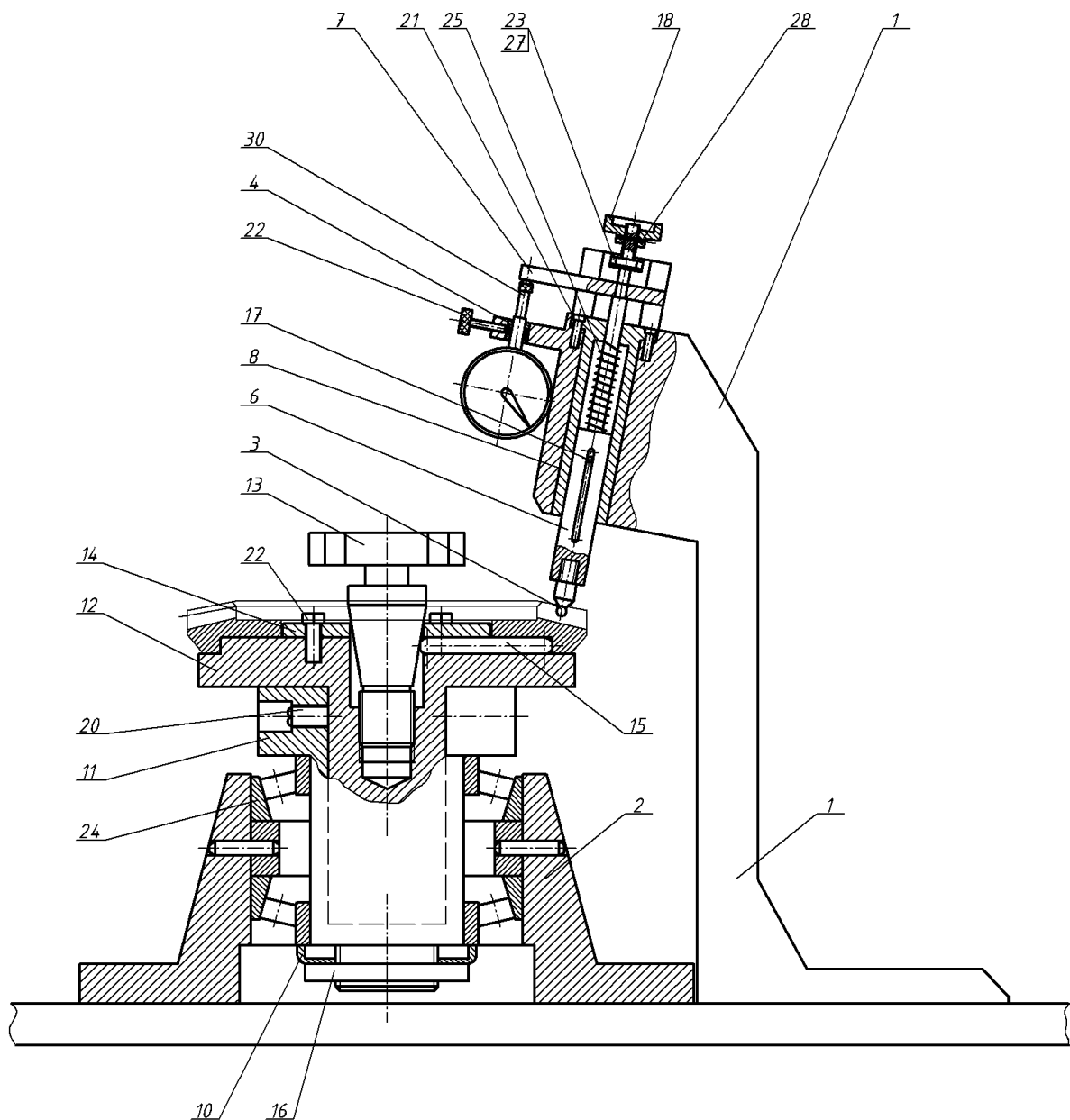


Рисунок 4.6 – Пристрій для контролю деталі

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Основні завдання систем автоматизованого проектування технологічних процесів

Проблеми автоматизації виробництва доцільно вирішувати в складі інтегрованого виробничого комплексу, який охоплює всі стадії виробництва: дослідження, конструювання, технологічну підготовку і організацію виробництва. В зв'язку з цим виникла необхідність розглядати виробничу систему, яку в машинобудуванні розглядають комп'ютеризованим інтегрованим виробництвом. В такій системі організація функціонування виробництва здійснюється шляхом використання інтегрованої бази даних, яка дозволяє автоматизувати управління інформаційними і матеріальними потоками між різними виробничими підсистемами. Вказані підсистеми на різних рівнях виробництва виконують певні функції: організацію виробництва, конструювання виробів і деталей, розробку технологічних процесів виготовлення деталей і складання деталей, планування, диспетчеризацію і оперативне управління виробництвом.

Технологічне проектування є досить трудомістким процесом. В машинобудуванні реальні затрати часу на розробку маршруту технологічного процесу з вибором обладнання для операцій складають до 25 годин; розробка операцій до рівня переходів з вибором оснащення, розрахунком режимів різання та нормуванням – до 80 год.; розробка і оформлення операційних ескізів – 2-40 год.; конструювання спеціального інструменту – 0,5-50 год. Прорахунок декількох варіантів технологічного процесу теж дуже трудомісткий. Звичайно при традиційних методах проектування розробляється лише один варіант і тільки на рівні маршрутного технологічного процесу. Ясно, що такі варіанти не є оптимальними, а сумарні втрати виробництва при цьому значні.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					70	9
<i>Консульт.</i>		<i>Паньків</i>				ТНТУ, ФМТ, гр. МТМ-61		
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

Успішне вирішення вказаних проблем можливе лише при широкому впровадженні САПР ТП, які дозволяють вивільнити проектувальника від виконання часто повторюваних нетворчих задач, різко підвищити продуктивність праці технологічних служб, покращити якість проєктованих технологічних процесів.

Детальний аналіз можливостей застосування обчислювальної техніки і заснованих на них САПР в процесі ТПВ доцільно проводити, розділивши вирішувані при ТПВ технологічні задачі на чотири групи: оформлення документів, пошук інформації, інженерні розрахунки, прийняття рішень.

Перша з вказаних груп задач завжди присутня при проектуванні і звичайно займає біля 30-50% загальних затрат часу. Ці роботи практично повністю можуть виконуватися технічними засобами САПР. Так, при оформленні текстових документів забезпечується продуктивність більше 1000 рядків в хвилину про довжині рядка до 130 символів. При оформленні графічних документів забезпечується продуктивність викреслювання ліній до 800-1000 мм/с.

Друга група задач пов'язана з пошуком необхідної інформації про сортамент матеріалів, характеристики обладнання та оснащення, режими різання, а також пошук аналогів. Ця сфера діяльності при проектуванні, на яку звичайно зараз затрачається 15-20% загального фонду часу, також повністю піддається автоматизації на основі використання інструментальних програмних засобів технологічного призначення.

Третю групу задач, які також піддаються автоматизації, складають інженерні розрахунки, які, як правило, виконуються по вже відомих, раніше випробуваних формулах і алгоритмах, наприклад, розрахунок припусків на обробки, геометрії ріжучого інструменту, елементів пристроїв тощо.

Четверту групу задач складають логічні судження і прийняття рішень, які визначають творчий характер діяльності інженера і слабо піддаються автоматизації. В сучасних умовах при традиційному проектуванні на вирішення цих задач може бути виділено не більше 10%. В той же час власне ці задачі багато в чому визначають ефективність проектування. До них відносяться,

					<i>KPM 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

наприклад, синтез структури ТП, синтез структури операції, вибір баз, розробка конструкцій оснащення і т.п.

САПР ТП дозволяють автоматизувати наступні операції: аналіз завдання замовника і розробку технологічного завдання на проектування, розробку структури технологічного процесу з урахуванням можливості концентрації операцій, вибір структури обладнання, який забезпечує заданий коефіцієнт його використання, отримання в результаті проектування необхідної технічної і технологічної документації.

Основними задачами САПР ТП є:

- підвищення якості і техніко-економічного рівня продукції, яка проектується і випускається;
- підвищення ефективності об'єктів проектування;
- зменшення затрат на створення і експлуатацію об'єктів проектування;
- зменшення термінів і трудомісткості проектування;
- підвищення якості продукції.

Досягнення вказаних задач створення САПР можливо при умовах:

- систематизації і удосконалення процесів проектування на основі використання математичних методів і засобів обчислювальної техніки;
- комплексної автоматизації проектних робіт в проектній організації з необхідною перебудовою її структури і кадрового складу;
- підвищення якості управління проектуванням;
- використання ефективних математичних моделей;
- використання методів багатоваріантного проектування і оптимізації;
- автоматизації трудомістких проектних робіт;
- заміни натурних випробувань і макетування математичним моделюванням;
- створення єдиних банків даних, які містять систематизовані дані довідкового характеру;
- уніфікації і стандартизації методів проектування.

					<i>КРМ 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

5.2 Методика проектування технологічних процесів виготовлення деталей за допомогою пакету прикладних програм «ТехноПро»

«ТехноПро» являє собою універсальну систему автоматизації технологічного проектування і підготовки виробництва.

Система «ТехноПро» містить усі засоби, необхідні для діалогового проектування технологічних процесів (ТП), включаючи автоматичний підбір оснащення, проведення розрахунків і вибір даних з таблиць, а також використання «Умов» і «Сценаріїв».

«ТехноПро» забезпечує проектування операційної технології, включаючи операції: заготівельні; механічної і термічної обробки; нанесення покриттів, слюсарні, технічного контролю, зборки, штампування, зварювання і будь-які інші. Система формує операційні, маршрутно-операційні і маршрутні технологічні карти, карти контролю, відомості оснащення, матеріалів і комплектуючих, титульні аркуші й інші технологічні документи.

При проектуванні ТП технолог оперує знайомими йому поняттями – Специфікація, Деталь, Операції, Переходи, Оснащення, Таблиці, Карти, Ескізи, Коментарі. Заповнюючи дані про деталі, можна вводити з клавіатури або зчитувати з електронного креслення: найменування, позначення деталі, матеріал, профіль і розміри заготовки, інші дані. Формування складального ТП здійснюється на основі специфікації.

У «ТехноПро» проектування ТП може проводитися в різних режимах. Технолог сам вибирає оптимальний режим або їхнє сполучення. Наприклад, початкове наповнення баз системи провадиться в режимі діалогу, потім можна перейти до проектування з використанням техпроцесу-аналога, далі до автоматичного проектування.

У базі даних Конкретних технологічних процесів (КТП) для кожного технологічного процесу є поля посилань на креслення або моделі деталей. Використовуючи засоби класифікації і пошуку, переглядаючи креслення або тривимірну модель, технолог знаходить необхідний техпроцес-аналог. Знайдений техпроцес-аналог копіюється з новим ім'ям і позначенням, а потім

					<i>KPM 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

проглядається і коректується. Коректування полягає в додаванні, видаленні, редагуванні або зміні положення в маршруті операцій і переходів.

При коректуванні ТП вибір оснащення (устаткування, пристосувань, інструментів, матеріалів) здійснюється по технологічному класифікатору з Інформаційній базі системи. Записи оснащення можуть мати різну структуру. Кожен запис може містити параметри для автоматичного підбору або пошуку в діалозі, а також може бути проілюстрований рисунком. Кожне устаткування забезпечується паспортними й обліковими даними.

«ТехноПро» забезпечує гнучкість настроювання вибору даних з довідкових баз, таблиць і проведення розрахунків. Користувач може сформувати «Сценарії», що складаються з набору процедур і підключити їх до будь-якого поля операції, переходу, оснащення або груп інформаційної бази. При цьому немає необхідності заповнення ніяких проміжних таблиць – досить вказати зв'язки курсором.

Такий підхід дозволяє визначати послідовність діалогового проектування, при якій пропоновані технологічні варіанти залежать від вибору, виконаного на попередньому кроці проектування. Наприклад, у залежності від найменування операції, користувачеві пропонується список устаткування, на якому можливо її виконання. Далі вибираються цех і професія робітника. В операцію автоматично вносяться номер інструкції з охорони праці, необхідні пристосування та інше.

Для прискорення формування ТП користувач може створювати набори операцій типових, групових або одиничних технологічних процесів. Можна використовувати принцип дублювання технологій.

«ТехноПро» органічно включається в інтегровані комплекси з будь-якими сучасними конструкторськими САПР, тому що може поставлятися з інтерфейсами до безлічі систем, наприклад, T-FLEX CAD, SolidWorks, SolidEdge, Unigraphics, Pro/ENGINEER, Компас-Графік і інших. Досвід експлуатації системи «ТехноПро» на сотнях підприємств також показав високий ступінь готовності бази даних цієї системи до інтеграції з багатьма АСУП і системами PDM.

					<i>КРМ 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

5.3 Підготовка вихідних даних для автоматизованого проектування технологічного процесу

Для формування маршруту механічної обробки деталі необхідний повий опис деталі (кодування) засобами якої-небудь формалізованої мови. В умовах, коли номенклатура виробів, які випускаються велика, кодування може виявитися дуже трудомісткою процедурою. Тому при невисокому рівні складності деталі виявляється доцільним залишити за технологом етап формування структури маршрутного технологічного процесу. Для простої деталі технологу простіше і швидше задати ЕОМ структуру маршруту, ніж описувати конструкцію деталі, всі розміри і технічні вимоги на формалізованій мові.

При такому підході технолог сам аналізує типовий технологічний процес, вибирає необхідні операції і переходи, а в ЕОМ він вводить тільки змінні частини описів.

Для розробки технологічного процесу механічної обробки з допомогою ППП «ТехноПро» необхідна наступна вихідна інформація:

1. Робоче креслення деталі, технічні умови на виготовлення.
2. Базовий технологічний процес виготовлення деталі.
3. Типовий технологічний процес, оформлений на бланках маршрутних технологічних карт.
4. Змінна інформація, оформлена у вигляді таблиці 5.1.

5.4 Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу

ППП «ТехноПро» містить обслуговуючі підсистеми вводу та контролю вихідної інформації, документування, адаптації інформаційного забезпечення системи до умов конкретного виробництва, інформаційно-пошукову. Інформаційно пошукова підсистема здійснює зберігання типових технологічних процесів та їх пошук. Вихідним документом є маршрутний опис технологічного процесу. Підсистема адаптації САПР призначена для внесення нових типових процесів в архів і видалення непотрібних.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Укрупнена блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування приведена на рисунку 5.1.

Для зменшення машинного часу проектування спочатку проводиться пошук на магнітному диску потрібного типового процесу і перезапис його в пам'ять ЕОМ, тобто створення тимчасового робочого архіву. Потім з робочого архіву вибирається запис з кодом, який відповідає коду першого запису в вихідному документі. Вибраний таким чином запис містить постійну частину опису першого переходу з вихідного документа. В четвертому блоці виконується формування переходу для робочого процесу. Для цього в опис переходу або операції (постійна частина), взятий з архіву операцій і переходів, заноситься відповідна інформація (змінна частина) з вхідного документа.

Таблиця 5.1 – Вихідна інформація для автоматизованого проектування технологічного процесу виготовлення деталі

Назва виробу	Редуктор		Назва деталі	Колесо конічне ліве		
Позначення склад. од.	КС6В-47.100		Позначення деталі	КС6В-47.638		
Матеріал деталі	Заготовка / Сортамент	Профіль і розміри	Твердість	Маса, кг		Програма випуску
				деталі	заготовки	
18 ХГТ	Поковка	–	167-217 НВ	2,33	3,2	2500

Відомості про поверхні деталі					
№ пов.	Вид поверхні	Розміри, що витримуються	Квалітет	Шорсткість	Примітки
1	Зовнішня циліндрична	110,92	14	Ra12,5	
2	Внутрішня циліндрична	86,13	13	Ra12,5	
3	Зовнішня	9,5 _{-0,3}	14	Ra12,5	
4	Зовнішня	27,5 _{-0,3}	14	Ra12,5	
5	Зовнішня конічна	14,6 _{-0,3}	12	Ra12,5	
6	Внутрішня циліндрична	∅175 ^{+0,04}	7	Ra1,25	
7	Зовнішня	12,29 _{-0,05}	8	Ra2,5	
8	Зовнішня циліндрична	∅221,84	9	∅221,84	
9	Зубчастий вінець	-	9	Ra6,3	
10	Внутрішня конічна	1×45°	14	Ra12,5	16 фасок
11	Внутрішня циліндрична	∅11 ^{+0,43}	14	Ra12,5	8 отворів
12	Внутрішня конічна	3×45°	14	Ra12,5	
13	Внутрішня конічна	3,5×45°	14	Ra12,5	
14	Внутрішня конічна	4×45°	14	Ra12,5	

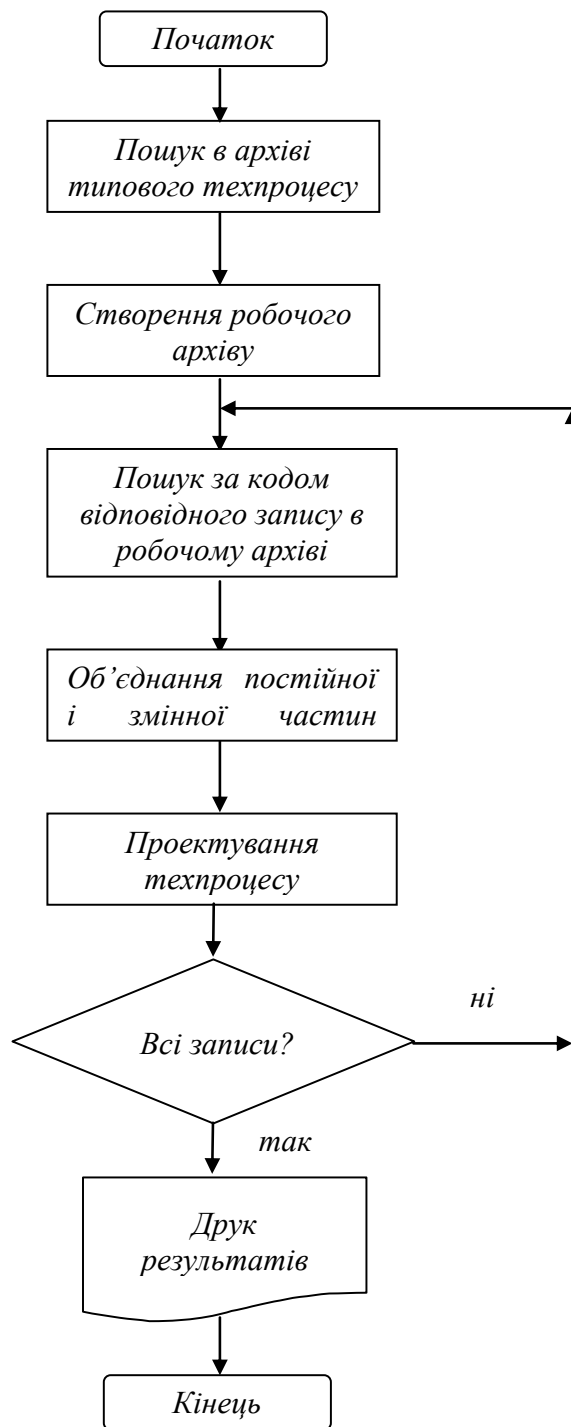


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування «ТехноПро»

Після читання і обробки першого запису вихідного документа відбувається перехід до наступної і так далі до кінця документа.

По закінченню проектування проводиться формування і друк вихідного документа.

5.5 Аналіз технологічного процесу, отриманого за допомогою САПР ТП

Проаналізувавши технологічний процес механічного оброблення колеса конічного лівого, отриманий з допомогою САПР ТП, приходимо до висновку, що побудова операцій і вибір технологічних баз проведений правильно.

На першій операції проводиться підготовка базових поверхонь для наступної обробки.

Першими операціями є токарні з ЧПК, потім – вертикально свердлильні і шліфувальна. Після них виконується нарізання зубів і їх обкатування. Далі слідує термічне оброблення. В кінці проводиться шліфування посадочної поверхні.

Пристрої, ріжучий та вимірювальний інструмент вибрано вірно з урахуванням типу виробництва і забезпеченням мінімального оперативного часу.

Інструмент для обробки вибрано такий, що дозволяє використовувати високопродуктивні методи обробки.

Технологічний процес забезпечує отримання якісної деталі відповідно до робочого креслення і технічних вимог. Він може бути впроваджений у виробництво.

					<i>КРМ 18-381.00.00</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		78

6 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

6.1 Уточнення програми виробництва на дільниці

Цех, що проектується призначений для виготовлення мостів ведучих коліс коренезбиральних машин типу КС-6Б, зернозбиральних комбайнів «Славутич», «Лан», редукторів для викопуючих пристроїв коренезбиральних машин КС-6Б.

Проектна деталь за своєю конфігурацією та конструктивним призначенням обробляється по базовому варіанту на дільниці виготовлення зубчастих коліс.

Номенклатуру дільниці складають:

- шестерня епіциклічна,
- зубчасті колеса,
- зубчасті муфти,
- блоки шестерень,
- вал – шестерні.

Всього в номенклатурі дільниці – 17 найменувань деталей.

В склад цеху входять аналогічних 5 дільниць для обробки деталей машин:

- дільниця шестерень,
- дільниця валів,
- дільниця важелів, кронштейнів,
- дільниця корпусних деталей,
- дільниця складання.

6.2 Складання розгорнутої програми виробництва на дільниці

Номенклатура деталей дільниці і програма їх випуску наведені в таблиці 6.1.

					КРМ 18-381.00.00				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>					
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			ПРОЄКТНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>	
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					79	12	
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>							
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>							
						ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_м-61			

Таблиця 6.1 – Номенклатура деталей

№ з/п	Назва деталі	Позначення деталі	Програма випуску
1	Колесо зубчасте	КС6В – 47.638	2500
2	Колесо зубчасте	КС6В – 47.637	5000
3	Колесо зубчасте	МК23М – 03.651	5000
4	Сателіт	МК23М – 03.649	15000
5	Шестерня сонячна	МК23М – 03.646	5000
6	Муфта зубчаста	МК23М – 03.657	5000
7	Вал – шестерня	МК23М – 03.653	5000
8	Вал – шестерня	КС6В – 47.635	5000
9	Вал – шестерня	КС6В – 47.636	2500
10	Шестерня	3518020 – 46.036	5000
11	Шестерня	3518020 – 46.037	5000
12	Шестерня диференціала	3518020 – 46.038	5000
13	Шестерня диференціала	3518020 – 46.152	5000
14	Блок шестерень	3518020 – 46.153	10000
15	Колесо зубчасте	КС6В – 48.604	10000
16	Шестерня	КС6В – 47.603	2500
17	Шестерня	КС6В – 47.605	5000

6.3 Розрахунок верстатомісткості і трудомісткості. Уточнення номенклатури виробів

Верстатомісткість есіх деталей, що входять в номенклатуру проекрованої дільниці, визначаємо за верстатомісткістю основної деталі з використанням приведених коефіцієнтах [24].

Загальний коефіцієнт приведення визначають за формулою

$$k_0 = k_m + k_{сер} + k_{скл}, \quad (6.1)$$

де k_m – коефіцієнт приведення за масою;

$k_{сер}$ – коефіцієнт приведення за серійністю;

$k_{скл}$ – коефіцієнт приведення за складністю.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Коефіцієнт приведення за масою

$$k_i = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^x}, \quad (6.2)$$

де Q – маса деталі-представника;

Q_x – маса приведеної деталі.

Коефіцієнт приведення за серійністю визначають за формулою

$$k_{сер} = \left(\frac{N}{N_x}\right)^{0,15...0,2}, \quad (6.3)$$

де N – виробнича програма деталі-представника;

N_x – виробнича програма приведеної деталі;

0,15 – показник для середнього машинобудування;

0,20 – показник для важкого машинобудування.

Коефіцієнт приведення за складністю визначають за формулою

$$k_{скл} = \sqrt{\frac{H_x}{H}}, \quad (6.4)$$

де H – число оброблювальних поверхонь деталі-представника;

H_x – число оброблювальних поверхонь приведеної деталі.

За загальним коефіцієнтом приведення для кожної деталі і верстатомісткості основної деталі визначаємо їх верстатомісткість за формулою

$$T_x = T \cdot k_0, \quad (6.5)$$

де T – верстатомісткість обробки деталі-представника;

T_x – верстатомісткість обробки приведеної деталі;

k_0 – загальний коефіцієнт приведення.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Таблиця 6.2 – Розрахунок верстатомісткості деталей дільниці

№	Позначення деталі	Програма	Маса	Обробл. пов.	k_m	$k_{ср}$	$k_{кл}$	k_0	$T_{ср}$	$T_e N$, год
1	КС6В–47.638	2500	2,3	11	1	1	1	1	118,6	4942
2	КС6В–47.637	5000	2,3	11	1	1	1	1	118,6	4942
3	МК23М–О3.651	5000	6	8	1,88	1,03	0,85	1,66	197,1	6570
4	МК23М–О3.649	15000	3,3	10	1,26	0,88	0,95	1,06	125,2	12521
5	МК23М–О3.646	5000	5	10	1,67	1,03	0,95	1,64	195,0	6501
6	МК23М–О3.657	5000	6,8	9	2,05	1,03	0,90	1,92	227,4	7578
7	МК23М–О3.653	5000	8	10	2,29	1,03	0,95	2,25	267,2	8907
8	КС6В–47.635	5000	4,8	12	1,62	1	1,04	1,70	201,0	8377
9	КС6В–47.636	2500	4,8	12	1,62	1	1,04	1,70	201,0	8377
10	3518020–46.036	5000	4	11	1,44	1	1	1,44	170,3	7098
11	3518020–46.037	5000	4,2	11	1,48	1	1	1,48	176,0	7334
12	3518020–46.038	5000	4,1	11	1,46	1	1	1,46	173,2	7216
13	3518020–46.152	5000	2,9	10	1,16	0,90	0,95	1,00	118,0	9834
14	3518020–46.153	10000	4,1	10	1,46	1	0,95	1,39	165,1	6880
15	КС6В–48.604	10000	2,6	9	1,08	0,90	0,90	0,88	104,1	8671
16	КС6В–47.603	2500	2,6	9	1,08	1,15	0,90	1,12	132,5	2208
17	КС6В–47.605	5000	3	9	1,18	1,15	0,90	1,23	145,8	2430
		46000								120385

6.4 Розрахунок кількості обладнання дільниці і цеху

6.4.1 Розрахунок кількості обладнання основних дільниць цеху

Маючи загальну верстатомісткість обробки всіх деталей, визначаємо загальну кількість необхідного обладнання за формулою [24]

$$C_n = \frac{T_e \cdot N}{F_0 \cdot k_3}, \quad (6.6)$$

де k_3 – коефіцієнт завантаження верстатів.

$$C_n = \frac{120385}{4015 \cdot 0,8} = 37,5 \text{ верстатів.}$$

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Для механічної обробки виробів на проектованій дільниці необхідно 38 верстатів.

Враховуючи, що в цеху аналогічних 4 дільниці, всього приймаємо металорізального обладнання цеху

$$C_{n.цех} = 38 \cdot 4 = 152 \text{ од.}$$

6.4.2 Розрахунок кількості верстатів допоміжних дільниць цеху

Механоскладальний цех складається з основних і допоміжних дільниць. На допоміжних дільницях не виготовляється основна продукція, але вони необхідні для нормальної роботи основних. До їх складу входять:

- заточувальна дільниця;
- дільниця ремонту оснащення;
- дільниця ремонту обладнання (цехова ремонтна база – ЦРБ).

Заточувальна дільниця використовується для заточування різального інструменту. Основою дільниці є заточувальні верстати.

Необхідна кількість заточувальних верстатів складає 5% від кількості основних верстатів

$$C_{n.зат} = 152 \cdot 0,05 = 7,6.$$

Приймаємо $C_{n.зат} = 8$ верстатів.

Необхідну кількість обладнання дільниці ремонту оснащення визначають за нормою, яка складає 3% від кількості основних верстатів

$$C_{n.р\delta} = 152 \cdot 0,03 = 4,6.$$

Приймаємо $C_{n.р\delta} = 5$ верстатів.

Цехова ремонтна база використовується для міжремонтного обслуговування виробничого обладнання, а також для проведення поточних ремонтних робіт.

Необхідна кількість обладнання дільниці ремонту обладнання береться за нормою, яка складає 2 - 4% від кількості основних верстатів

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						83
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_{n.ЦРБ} = 152 \cdot 0,04 = 6.$$

Приймаємо $C_{n.ЦРБ} = 6$ верстатів.

Загальна кількість обладнання допоміжного виробництва

$$C_o = 8 + 5 + 6 = 19 \text{ верстатів.}$$

6.4.3 Розрахунок кількості верстатів цеху

Загальна кількість верстатів цеху

$$C_{ц} = 152 + 19 = 171 \text{ верстат,}$$

в тому числі:

- основне виробництво – 152 верстати;
- заточувальна дільниця – 8 верстатів;
- дільниця ремонту оснащення – 5 верстатів;
- цехова ремонтна база – 6 верстатів.

6.5 Визначення кількості працюючих в цеху за категоріями

Число робітників-верстатників визначаємо за формулою

$$P_{вер} = \frac{T_v \cdot B}{\Phi_o \cdot k_m},$$

де $P_{вер}$ – розрахункова кількість виробничих робітників-верстатників;

T_v – трудомісткість верстатних робіт;

B – річний об'єм випуску;

Φ_o – дійсний річний фонд часу робітника;

k_m – коефіцієнт багатостатності.

$$P_{вер} = \frac{120385 \cdot 5}{1860 \cdot 1,2} = 270 \text{ робітників.}$$

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Кількість допоміжних робітників при середньосерійному типі виробництва складає 30 – 35%:

$$P_{дон} = 270 \cdot 0,35 = 94 \text{ робітників.}$$

При укрупнених розрахунках число *ІТП*, *СКП*, *МОП* визначається в процентах від всього числа робітників цеху:

$$ІТП - 10 - 12\%,$$

$$СКП - 2,3 - 3,8\%,$$

$$МОП - 1,5 - 3\%.$$

$$P_{ІТП} = (P_{вер} + P_{дон}) \cdot 12\% = (270 + 94) \cdot 0,12 = 44 \text{ працівників,}$$

$$P_{СКП} = (P_{вер} + P_{дон}) \cdot 3,5\% = (270 + 94) \cdot 0,035 = 13 \text{ працівників,}$$

$$P_{МОП} = (P_{вер} + P_{дон}) \cdot 3\% = (270 + 94) \cdot 0,03 = 11 \text{ працівників.}$$

Всього працюючих в цеху

$$P = P_{вер} + P_{дон} + P_{ІТП} + P_{СКП} + P_{МОП} = 270 + 94 + 44 + 13 + 11 = 432 \text{ працівників.}$$

6.6 Вибір типу і розрахунок кількості транспортних засобів

Вибір типу цехового і міжцехового транспорту і визначення його кількості проводиться на базі даних вантажообігу.

Вантажообіг цеху – це загальна кількість всіх видів виробів, матеріалів і напівфабрикатів, що поступають в цех і виходять з нього.

Кількість основних матеріалів, що використовуються дільницею в рік визначається на базі даних таблиці в розділі „Розрахунок верстатомісткості...”, тобто

$$Q_{MO} = \sum(Q_i \cdot B_i), \quad (6.8)$$

де Q_i – чиста маса деталі;

B_i – річна програма випуску деталі.

					<i>KPM 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

Міжопераційний вантажопотік дільниці: $Q_{MO.d} = 181$ т.

При проектуванні цеху нами прийнято кількість дільниць – 5, в тому числі механооброблюючих – 4.

Міжопераційний вантажопотік цеху буде рівний: $Q_{MO.цеху} = 724$ т.

Оскільки міжопераційний вантажопотік з механічного цеху проходить в складальний і термічний цехи, тобто проходить всією номенклатурою готових виробів цеху, то міжопераційний вантажопотік буде рівним міжопераційному.

$$Q_{Mц} = Q_{MO} = 724 \text{ т.}$$

Для перевезення вантажів з прольоту в проліт застосовується електронавантажувачі. Кількість електронавантажувачів для внутріцехових перевозок між дільницями становить

$$N_{mp} = \frac{Q_{MO} \cdot k_n \cdot T_{np}}{q \cdot k_{вст} \cdot \Phi_{d.mp} \cdot 60}, \quad (6.9)$$

де $k_n = 1,25$ – коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів;

$k_{вст} = 0,8$ – коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу;

q – вантажопідйомність одного транспортного засобу;

$\Phi_{d.mp}$ – дійсний річний фонд часу роботи транспортного засобу, год;

T_{np} – середній час тривалості одного рейду, год.

$$T_{np} = \frac{2 \cdot L}{V}, \quad (6.10)$$

де L – середня віддаль при перевозках, м,

V – швидкість транспортного засобу, м/хв, $V = 50$ м/хв.

$$T_{np} = \frac{2 \cdot 200}{50} = 8 \text{ хв.}$$

$$N_{mp} = \frac{724 \cdot 1,25 \cdot 8}{0,5 \cdot 0,8 \cdot 1800 \cdot 60} = 1 \text{ од.}$$

Кількість кранів

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

$$K = \frac{n \cdot i \cdot T_{np}}{m \cdot T_{зм}}, \quad (6.11)$$

де n – число деталей для транспортування краном в зміну;

i – середнє число транспортних операцій на день;

T_{np} – час пробігу одного крана, хв;

m – число деталей, які переміщують одночасно;

$T_{зм}$ – час роботи крана в зміну, хв.

$$T_{np} = \frac{L}{V}, \quad (6.12)$$

де L – довжина пробігу крана, м,

V – середня швидкість крана, м/хв, $V = 50$ м/хв.

$$T_{np} = \frac{200}{50} = 4 \text{ хв.}$$

Укрупнено кількість кранів можна приймати для механічних цехів 1 кран на 40 – 80 м довжини прольоту. Приймаємо для цеху 4 крани.

6.7 Визначення складу і розмірів основних і допоміжних площ цеху

6.7.1 Розрахунок виробничих площ цеху

До виробничих відносяться площі, зайняті верстатами, проходами, проїздами між рядами верстатів (крім магістральних), площадками для заготовок біля верстатів і транспортними пристроями.

При укрупнених розрахунках одним із основних показників цеху є питома площа, що приходить на один виробничий верстат.

Для розрахунку виробничої площі цеху приймаємо норми питомих площ на один верстат механічного цеху $F_{вер} = 25 \text{ м}^2$ для всіх верстатів, оскільки по технологічному процесу і габаритах оброблювальних деталей застосовуються верстати середніх габаритів.

Таким чином, виробнича площа механічного цеху рівна

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{вир} = C_n \cdot F_{вер}.$$

Кількість виробничого обладнання – 152 од.

$$\text{Дільниця валів: } F_1 = C_1 \cdot F_{вер} = 38 \cdot 25 = 950 \text{ м}^2.$$

$$\text{Дільниця важелів, кронштейнів: } F_2 = C_2 \cdot F_{вер} = 38 \cdot 25 = 950 \text{ м}^2.$$

$$\text{Дільниця шестерень: } F_3 = C_3 \cdot F_{вер} = 38 \cdot 25 = 950 \text{ м}^2.$$

$$\text{Дільниця корпусних деталей: } F_4 = C_4 \cdot F_{вер} = 38 \cdot 25 = 950 \text{ м}^2.$$

$$\text{Дільниця складання: } F_5 = 15\% \cdot F_{мех} = 0,15 \cdot 3800 = 570 \text{ м}^2.$$

Площа основного виробництва цеху рівна сумі всіх виробничих дільниць:

$$F_{вир} = (950 \cdot 4) + 570 = 4370 \text{ м}^2.$$

6.7.2 Розрахунок допоміжних площ цеху

До допоміжних відносяться площі, які зайняті ЦРБ, дільницею ремонту оснащення, заточувальною дільницею, складами заготовок і готових деталей, контрольною дільницею тощо.

Заточувальна дільниця передбачає в основному застосування малих заточувальних верстатів в відповідності до габаритів різального інструменту.

$$F_{вер} = 16 \text{ м}^2, C_{н.зат} = 8 \text{ верстатів.}$$

$$F_{зат} = 16 \cdot 8 = 128 \text{ м}^2.$$

Дільниця ремонту оснащення передбачає комплектування верстатами середніх габаритів.

$$F_{вер} = 25 \text{ м}^2, C_{н.р\delta} = 5 \text{ верстатів.}$$

$$F_{р\delta} = 25 \cdot 5 = 125 \text{ м}^2.$$

Цехова ремонтна база – ЦРБ. Дільниця передбачає комплектування верстатами середніх габаритів.

$$F_{вер} = 25 \text{ м}^2, C_{н.ЦРБ} = 6 \text{ верстатів.}$$

$$F_{ЦРБ} = 25 \cdot 6 = 150 \text{ м}^2.$$

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

Площа контрольного відділення береться із розрахунку 5 – 6 м² на одного контролера або 3 – 5 % верстатної площі цеху.

$$F_{\kappa} = 0,03 \cdot 4370 = 131 \text{ м}^2.$$

Площа складів вираховується за формулою:

$$S = \frac{A \cdot Q}{q \cdot k \cdot m}, \quad (6.13)$$

де A – час зберігання заготовок, деталей, $A_{\text{заг}} = 15$ діб, $A_{\text{дет}} = 9$ діб,

Q – маса річного випуску заготовок, деталей, $Q = 724$ т;

q – допустима вантажна потужність площі складу, $q = 1,0$ т/м²;

k – коефіцієнт використання площі складу, $k = 0,6$

m – кількість робочих днів в році, $m = 254$.

Площа складу заготовок

$$S = \frac{15 \cdot 724}{1,0 \cdot 0,6 \cdot 254} = 71 \text{ м}^2.$$

Площа складу деталей

$$S = \frac{9 \cdot 724}{1,0 \cdot 0,6 \cdot 254} = 43 \text{ м}^2.$$

Площа складу

$$F_{\text{скл}} = S_{\text{заг}} + S_{\text{дет}} = 71 + 43 = 114 \text{ м}^2.$$

Площа приміщення для переробки стружки і приготування МОР встановлюється за умовою 1 м² розрахункової площі на одиницю технологічного обладнання

$$F_{\text{стр}} = 1 \cdot 152 = 152 \text{ м}^2.$$

$$F_{\text{доп}} = F_{\text{заг}} + F_{\text{рб}} + F_{\text{ЦРБ}} + F_{\kappa} + F_{\text{скл}} + F_{\text{стр}} + F_{\text{мор}} = 952 \text{ м}^2.$$

Загальною площею цеху називають суму площ виробничих і допоміжних дільниць цеху без службово – побутових приміщень.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

$$F_{цех} = F_{вир} + F_{доп} = 4370 + 952 = 5322 \text{ м}^2.$$

6.7.3 Службово-побутові приміщення

Площа адміністративно-конторських приміщень вираховується з розрахунку 4 м² на одного ІТП, службовця і МОП.

Кількість ІТП, службовців і МОП складає – 68 чол.

$$F_{сл} = 68 \cdot 4 = 272 \text{ м}^2.$$

Площа приміщення для відпочинку складає 0,9 м² на одного виробничого працівника.

$$F_{відп} = 0,9 \cdot 364 = 328 \text{ м}^2.$$

Площа під їдальню і буфет вибирається з розрахунку 1 м² площі на одного працюючого, при цьому вважається, що в одну зміну працює не більше 100 чол.

$$F_{стол} = 250 \text{ м}^2.$$

Площа санітарно – технічних приміщень вибирається з розрахунку 0,9 м² на одного працюючого.

$$F_{стт} = 0,9 \cdot 432 = 389 \text{ м}^2.$$

Загальна площа службово – побутових приміщень:

$$F_{побут} = F_{сл} + F_{відп} + F_{стол} + F_{стт} = 272 + 328 + 250 + 389 = 1239 \text{ м}^2.$$

6.8 Вибір типу та основних параметрів будівлі

Вибираємо головні параметри будівлі цеху:

– ширина прольоту $L = 18$ м,

– крок колон $t = 12$ м,

– висота від підлоги до низу конструкцій перекриття – 7,2 м.

Розрахункова площа будівлі становить 5322 м².

Дійсна площа проектного цеху становить: $72 \cdot 84 = 6048 \text{ м}^2$.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

7 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

7.1 Розрахунок показників економічної ефективності проекту дільниці

Обґрунтування економічної ефективності проведено за методикою [25].

Характеристику варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання оформляємо у вигляді табл. 7.1.1, 7.1.2, 7.2.1, 7.2.2.

Розрахункову кількість робочих місць визначають за формулою

$$C_p = T / \tau, \quad (7.1)$$

де T – трудомісткість механічної обробки;

τ – такт випуску, визначений в технологічній частині.

Кількість основних виробничих робітників визначаємо за формулою

$$P_c = \frac{C_n \cdot \Phi_\delta \cdot k_3}{\Phi_{\delta p} \cdot k_6}, \quad (7.2)$$

де C_n – прийнята кількість обладнання;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

Φ_δ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\Phi_{\delta p}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

k_6 – коефіцієнт багатостатного обслуговування.

Зведені відомості складу працюючих за варіантами технологічних процесів оформляємо у вигляді таблиць 7.3.1 та 7.3.2

Результати розрахунку капітальних витрат за варіантами технологічних процесів зводимо у табл. 7.4.1, 7.4.2.

Річний фонд прямої зарплати основних виробничих робітників при відрядній системі оплати праці визначають за формулою

$$\Phi_{н.в.} = C_1 \cdot K_c \cdot T_{шт} \cdot T_\epsilon, \quad (7.3)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка робітника 1-го розряду відповідної професії, грн;

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					91	18
<i>Консульт.</i>		<i>Дячун</i>				ТНТУ, ФМТ, зр. МТм-61		
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

T_{um} – сумарна трудомісткість оброблення одного виробу (деталі) за всіма технологічними операціями процесу, нормо-годин.

Річний фонд основної зарплати виробничих робітників-відрядників визначають за формулою

$$\Phi_{o.v.} = \Phi_{n.v.} + D_v, \quad (7.4)$$

де D_v – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-відрядників (грн.), які орієнтовно приймають 30...35 % від тарифного заробітку (прямої зарплати).

Річний фонд прямої зарплати робітників-погодинників (допоміжних робітників) визначають на основі дійсного (ефективного) фонду робочого часу одного робітника і прийнятої кількості робітників

$$\Phi_{n.n.} = P \cdot C_1 \cdot K_{cd} \cdot \Phi_{ef}, \quad (7.5)$$

де P – середньоспискова чисельність допоміжних робітників, чол.

Річний фонд основної зарплати робітників-погодинників визначають за формулою

$$\Phi_{o.n.} = \Phi_{n.n.} + D_n, \quad (7.6)$$

де D_n – сумарні річні доплати до прямої заробітної плати робітників-погодинників, грн., які орієнтовно приймають в розмірі 25...30 % від тарифного заробітку.

Річний фонд заробітної плати робітників кожної з категорій визначають за формулою

$$\Phi_{zn} = \Phi_o + \Phi_{dod}, \quad (7.7)$$

де Φ_o – річний фонд основної заробітної плати робітників за категоріями;
 Φ_{dod} – додаткова заробітна плата за категоріями робітників, грн.

Річний фонд заробітної плати інженерно-технічних працівників (ІТП), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП) визначають згідно посадових окладів

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						92
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_{зп.к.} = O \cdot P_k \cdot 12, \quad (7.8)$$

де O – місячний оклад працівника відповідної категорії;

P_k – кількість працівників певної категорії, чол.

Результати розрахунку річного фонду заробітної плати та нарахувань зводимо у табл. 7.5.1, 7.5.2.

Витрати на кожен вид сировини і матеріалу розраховують на основі норм їх витрат на одиницю продукції, річної програми випуску даної продукції та відповідних цін за формулою

$$B_m = H_m \cdot N_{зан} \cdot C_m, \quad (7.9)$$

де H_m – норма витрат певного виду сировини або матеріалу на одиницю продукції (кг);

C_m – ціна одиниці сировини чи матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на сировину і матеріали оформляють у вигляді табл. 7.6.1, 7.6.2.

Витрати на електроенергію для технологічних потреб розраховують на основі часу роботи обладнання та загальної встановленої потужності споживачів

$$B_{ет} = \frac{P_{вст} \cdot \Phi_{д.о.} \cdot K_q \cdot K_n \cdot C_e}{\eta_d \cdot \eta_m}, \quad (7.10)$$

де $P_{вст}$ – сумарна встановлена на дільниці потужність електрообладнання, кВт;

K_q – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів за часом (0,4...0,7);

K_n – коефіцієнт, який враховує завантаження електроприводів за потужністю (0,5...0,8);

η_d – коефіцієнт корисної дії електродвигунів (0,9...0,96);

η_m – коефіцієнт, який враховує втрати в електромережах (0,86...0,9);

C_e – ціна однієї кВт/год. електроенергії, грн.

Витрати на освітлення визначають, виходячи з розміру площі, які освітлюється, питомих норм витрат електроенергії на освітлення одного м² і

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тривалості освітлення

$$B_{eo} = \frac{1,05 \cdot H_{ee} \cdot T_{ocv} \cdot S_m \cdot \Pi_e}{1000}, \quad (7.11)$$

де H_{ee} – питомі вигради електроенергії на освітлення м² площі (13...16 Вт/год.);

T_{ocv} – тривалість освітлювального періоду за рік в годинах;

S_m – розмір площі, яка освітлюється, м².

Кошторис цехових витрат оформляємо у вигляді табл. 7.7.1, 7.7.2.

Для річного випуску складається кошторис за елементами витрат (табл. 7.8.1, 7.8.2), а для визначення собівартості одиниці продукції розрахунок проводять за статтями калькуляції (табл. 7.9.1, 7.9.2).

Прибуток визначають за спрощеною методикою як різницю між доходами та витратами підприємства за рік

$$\Pi = D - B, \quad (7.12)$$

де D – дохід від реалізації продукції, грн.;

B – витрати підприємства на виготовлення і реалізацію продукції, грн.

За умови, що підприємство реалізувало всю випущену за рік продукцію, дохід визначають за формулою

$$D = \Pi - K, \quad (7.13)$$

де Π – ціна одиниці продукції, грн.

$$\Pi = (1,1... 1,15) - C_{od.min}, \quad (7.14)$$

де $C_{od.min}$ – менша з двох повних собівартостей (базова або проектна) одиниці продукції.

Витрати підприємства на виготовлення та реалізацію продукції визначають за формулою

$$B = C_{od} - K, \quad (7.15)$$

де C_{od} – повна собівартість одиниці продукції, грн.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Рентабельність виробництва $P_{\text{в}}$, %

$$P_{\text{в}} = \frac{\Pi}{\Phi_{\text{в.ос}} + H_{\text{оз}}} \cdot 100\%, \quad (7.16)$$

де Π – прибуток підприємства до виплати податків, грн.;

$\Phi_{\text{в.ос}}$ – середньорічна вартість основних фондів, грн.;

$H_{\text{оз}}$ – середньорічна вартість нормованих оборотних, грн.

Рентабельність продукції $P_{\text{пр}}$, %

$$P_{\text{пр}} = \frac{\Pi_{\text{од}}}{C_{\text{од}}} \cdot 100\%, \quad (7.17)$$

де $\Pi_{\text{од}}$ – прибуток, отриманий від реалізації одиниці продукції, грн.

Відсоток зниження собівартості продукції визначають за формулою

$$\Delta C = \frac{C_{\text{од.баз.}} - C_{\text{од.пр.}}}{C_{\text{од.баз.}}} \cdot 100\%, \quad (7.18)$$

де $C_{\text{од.баз.}}$ і $C_{\text{од.пр.}}$ – собівартість одиниці продукції відповідно за базовим проектним варіантами, грн.

Питомі капіталовкладення на одиницю продукції визначають за формулою

$$K_1 = K/N_{\text{в}}, \quad (7.19)$$

де K – загальні капіталовкладення за варіантом технологічного процесу.

Продуктивність праці у вартісному вираженні (з розрахунку на одного працівника), грн./чол.

$$ПП = D/Ч_{\text{пер}}, \quad (7.20)$$

де $Ч_{\text{пер}}$ – чисельність промислово-виробничого персоналу.

Зростання продуктивності праці визначають за формулою

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

$$\Delta PPP = \frac{PPP_{np} - PPP_{баз}}{PPP_{баз}} \cdot 100\% , \quad (7.21)$$

де PPP_{np} та $PPP_{баз}$, – продуктивність праці відповідно у проектному та базовому варіантах.

Фондовіддачу визначають за формулою (грн./грн.)

$$\Phi_e = D / \Phi_{e.ос.} , \quad (7.22)$$

Основні техніко-економічні показники дільниці оформляємо у вигляді таблиць 7.10.1, 7.10.2.

7.2 Техніко-економічні показники проекту та їх аналіз

Нижче представлені техніко-економічні показники проекту.

Таблиця 7.1.1 – Характеристика базового варіанту технологічного процесу

№ операції	Програма запуску, шт	$T_{шт}$, хв	Трудомісткість на деталь, н-год	Трудомісткість на програму, н-год	Розряд робітника
005	2631	11,4	0,190	499,890	4
010	2631	10,35	0,172	452,532	4
015	2631	8,3	0,138	363,078	3
020	2631	4,02	0,067	176,277	3
025	2631	20,53	0,342	899,802	4
030	2631	30,37	0,506	1331,286	4
035	2631	33,8	0,563	1481,253	4
045	2631	3,5	0,058	152,598	3
055	2631	20,52	0,342	899,802	4
Сума		142,79	2,378	6256,518	

Таблиця 7.1.2 – Характеристика проектного варіанту технологічного процесу

№ операції	Програма запуску, шт	$T_{ум}$, хв	Трудомісткість на деталь, н-год	Трудомісткість на програму, н-год	Розряд робітника
005	2631	11,68	0,195	513,045	4
010	2631	10,63	0,177	465,687	4
015	2631	1,28	0,021	55,251	3
020	2631	4,20	0,070	184,170	3
025	2631	12,25	0,204	536,724	4
030	2631	30,72	0,512	1347,072	4
035	2631	34,17	0,570	1499,670	4
045	2631	3,88	0,065	171,015	3
055	2631	12,25	0,204	536,724	4
Сума		121,06	2,018	5309,358	

Таблиця 7.2.1 – Склад технологічного обладнання базового варіанту технологічного процесу

№ операції	Кількість місць	Потужність електродвигуна 1-го верстата, кВт	Потужність електродвигунів усіх верстатів, кВт	Вартість 1-го верстата, грн	Вартість усіх верстатів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума усіх витрат, грн	Категорія ремонтної складності
005	1	11	11	385000	385000	30800	415800	22
010	1	11	11	385000	385000	30800	415800	22
015	1	7,5	7,5	114500	114500	9160	123660	16
020	1	7,5	7,5	114500	114500	9160	123660	16
025	1	7,5	7,5	284000	284000	22720	306720	19
030	1	4	4	475500	475500	38040	513540	30
035	1	4	4	475500	475500	38040	513540	30
045	1	3,6	3,6	320000	320000	25600	345600	26
055	1	7,5	7,5	284000	284000	22720	306720	19
Сума	9		63,6		2838000	227040	3065040	

Таблиця 7.2.2 – Склад технологічного обладнання проектного варіанту технологічного процесу

№ операції	Кількість місць	Потужність електродвигуна 1-го верстата, кВт	Потужність електродвигунів усіх верстатів, кВт	Вартість 1-го верстата, грн	Вартість усіх верстатів, грн	Витрати на перевезення і монтаж, грн	Сума усіх витрат, грн	Категорія ремонтної складності
005	1	11	11	385000	385000	30800	415800	22
010	1	11	11	385000	385000	30800	415800	22
015	1	7,5	7,5	114500	114500	9160	123660	16
020	1	7,5	7,5	114500	114500	9160	123660	16
025	1	7,5	7,5	280000	280000	22400	302400	18
030	1	4	4	475500	475500	38040	513540	30
035	1	4	4	475500	475500	38040	513540	30
045	1	3,6	3,6	320000	320000	25600	345600	26
055	1	7,5	7,5	280000	280000	22400	302400	18
Сума	9		63,6		2830000	226400	3056400	

Таблиця 7.3.1 – Зведена відомість складу працюючих базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	Виробничі робітники	9	-
2	Допоміжні робітники	3	30
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	2	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
	Всього:	16	

Таблиця 7.3.2 – Зведена відомість складу працюючих проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	Виробничі робітники	9	-
2	Допоміжні робітники	3	30
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	2	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
	Всього:	16	

Таблиця 7.4.1 – Капітальні витрати по основних фондах базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, грн	Питома вага в заготовках
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	22,680	2	453,60	0,18
	б) допоміжні приміщення	7,938	2	158,76	0,06
	в) адміністративно-побутові	3,675	2	73,50	0,03
	ВСЬОГО:	34,293		685,86	0,27
2	Споруди і передаючі пр.	1,710	2	34,20	0,01
3	Обладнання:				
	а) виробниче	3065,040	33,33	1021577,83	408,63
	б) енергетичне	5,410	6	324,60	0,13
	в) транспортне	306,500	10	30650,00	12,26
	г) контрольно-вимірювальне	153,250	10	15325,00	6,13
	ВСЬОГО:	3530,200		1067877,43	427,15
4	Інструмент і пристрої	286,580	40	114632,00	45,85
5	Виробничий і господарський інвентар	61,300	24	14712,00	5,88
	ВСЬОГО:	3914,083		1197941,49	479,16

Таблиця 7.4.2 – Капітальні витрати по основних фондах проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн	Норма амортизації	Сума амортизації, грн	Питома вага в заготовках
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	22,680	2	453,60	0,18
	б) допоміжні приміщення	7,938	2	158,76	0,06
	в) адміністративно-побутові	3,675	2	73,50	0,03
	ВСЬОГО:	34,293		685,86	0,27
2	Споруди і передаючі пр.	1,710	2	34,20	0,01
3	Обладнання:				
	а) виробниче	3056,400	33,33	1018698,12	407,48
	б) енергетичне	5,410	6	324,60	0,13
	в) транспортне	305,640	10	30564,00	12,23
	г) контрольно-вимірювальне	152,820	10	15282,00	6,11
	ВСЬОГО:	3520,270		1064868,72	425,95
4	Інструмент і пристрої	285,770	40	114308,00	45,72
5	Виробничий і господарський інвентар	61,130	24	14671,20	5,87
	ВСЬОГО:	3903,173		1194567,98	477,82

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

Таблиця 7.5.1 – Зведена відомість річного фонду зарплати базового варіанту технологічного процесу

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплата, тис. грн	Всього фонд основної зарплати, тис. грн	Додаткова зарплата, тис. грн	Річний фонд зарплати, тис. грн	Нарахування на зарплату, тис. грн	Всього витрати на зарплату, тис. грн	Середньо-місячна зарплата одного працівника, грн
Робітники:								
- основні	138,54	41,562	180,102	8,3124	188,41	52,6452	241,0552	1744,54
- допоміжні	123,46	30,865	154,325	7,4076	161,73	46,9148	208,6448	4492,50
ІТП	84,34	21,085	105,425	5,0604	110,49	32,0492	142,5392	4603,75
ЛКП	41,15	10,2875	51,4375	2,469	53,91	15,637	69,547	4492,50
МОП	41,15	10,2875	51,4375	2,469	53,91	15,637	69,547	4492,50
ВСЬОГО:	428,64	114,087	542,727	25,7184	568,45	162,8832	731,3332	

Таблиця 7.5.2 – Зведена відомість річного фонду зарплати проектного варіанту технологічного процесу

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн	Доплата, тис. грн	Всього фонд основної зарплати, тис. грн	Додаткова зарплата, тис. грн	Річний фонд зарплати, тис. грн	Нарахування на зарплату, тис. грн	Всього витрати на зарплату, тис. грн	Середньо-місячна зарплата одного працівника, грн
Робітники:								
- основні	117,46	35,238	152,698	7,0476	159,75	44,6348	204,3848	1479,17
- допоміжні	123,46	30,865	154,325	7,4076	161,73	46,9148	208,6448	4492,50
ІТП	84,34	21,085	105,425	5,0604	110,49	32,0492	142,5392	4603,75
ЛКП	41,15	10,2875	51,4375	2,469	53,91	15,637	69,547	4492,50
МОП	41,15	10,2875	51,4375	2,469	53,91	15,637	69,547	4492,50
ВСЬОГО:	407,56	107,763	515,323	24,4536	539,79	154,8728	694,6628	

Таблиця 7.6.1 – Відомість витрат на матеріали базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Матеріали	Витрати на деталь, кг	Річна витрата, т	Вартість, грн	Загальні транспортні витрати, грн	Загальна вартість відходів, грн	Загальна вартість матеріалу, грн
1	Основні матеріали	3,2	8,419	412540,80	33003,36	9155,88	436388,28
2	Допоміжні матеріали	0,048	0,126	2984,19	238,73	0	3222,92

Таблиця 7.6.2 – Відомість витрат на матеріали проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Матеріали	Витрати на деталь, кг	Річна витрата, т	Вартість, грн	Загальні транспортні витрати, грн	Загальна вартість відходів, грн	Загальна вартість матеріалу, грн
1	Основні матеріали	3,2	8,419	412540,80	33003,36	9155,88	436388,28
2	Допоміжні матеріали	0,048	0,126	2984,19	238,73	0	3222,92

Таблиця 7.7.1 – Кошторис цехових витрат базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ	
1	Амортизація обладнання	1182,509
2	Експлуатація обладнання	
	а) допоміжні матеріали	3,223
	б) електроенергія	256,673
	в) стиснуте повітря	1,215
	г) вода для виробничих потреб	0
	д) пара для виробничих потреб	0
	е) зарплата основна і додаткова	241,060
3	Черговий ремонт	
	а) обладнання	153,250
	б) цінний інструмент	42,990
4	Внутрішні переміщення вантажів	15,320
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	234,48
6	Інші витрати	37,800
	ВСЬОГО по розділу А:	2168,520
	Б. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ	
1	Утримання апарату управління цехом	
	а) ІТП	142,539
	б) службовці (ЛКП)	69,547
2	Утримання решти цехового персоналу	
	а) МОП	69,547
	б) доп.робітники, не вказанні в розд. А	208,645
3	Амортизація будівель та інвентаря	15,430
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря	
	а) електроенергія для освітлення	46,247
	б) пара для опалення	43,491
	в) вода для побутових потреб	21,400
	г) матеріальні та інші витрати	0,360
	д) інвентаря	61,300
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	2,920
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	7,230
7	Охорона праці	19,280
8	Інші витрати	3,400
	ВСЬОГО по розділу Б:	711,336
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	2879,856

Таблиця 7.7.2 – Кошторис цехових витрат проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ	
1	Амортизація обладнання	1179,177
2	Експлуатація обладнання	
	а) допоміжні матеріали	3,223
	б) електроенергія	256,673
	в) стиснуте повітря	1,215
	г) вода для виробничих потреб	0
	д) пара для виробничих потреб	0
	е) зарплата основна і додаткова	204,385
3	Черговий ремонт	
	а) обладнання	152,820
	б) цінний інструмент	42,870
4	Внутрішні переміщення вантажів	15,280
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	233,810
6	Інші витрати	37,700
	ВСЬОГО по розділу А:	2127,153
	Б. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ	
1	Утримання апарату управління цехом	
	а) ІТП	142,539
	б) службовці (ЛКП)	69,547
2	Утримання решти цехового персоналу	
	а) МОП	69,547
	б) доп.робітники, не вказанні в розд. А	208,645
3	Амортизація будівель та інвентаря	15,390
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря	
	а) електроенергія для освітлення	46,247
	б) пара для опалення	43,491
	в) вода для побутових потреб	0
	г) матеріальні та інші витрати	0,360
	д) інвентаря	61,130
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	2,910
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	7,230
7	Охорона праці	19,280
8	Інші витрати	3,400
	ВСЬОГО по розділу Б:	689,716
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	2816,869

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

Таблиця 7.8.1 – Кошторис витрат на виробництво продукції базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, тис. грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	436,388
2	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	2168,520
3	Загальноцехові витрати	711,336
	Всього цехова собівартість	3316,244
4	Загальнозаводські витрати	167,210
	Всього виробнича собівартість	3483,454
5	Позавиробничі витрати	150,000
	Всього повна собівартість	3633,454
6	Плановий прибуток	545,018
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	4178,472

Таблиця 7.8.2 – Кошторис витрат на виробництво продукції проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, тис. грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	436,388
2	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	2127,153
3	Загальноцехові витрати	689,716
	Всього цехова собівартість	32,53257
4	Загальнозаводські витрати	167,210
	Всього виробнича собівартість	3420,467
5	Позавиробничі витрати	150,000
	Всього повна собівартість	3570,467
6	Плановий прибуток	535,570
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	4106,037

Таблиця 7.9.1 – Калькуляція собівартості одиниці продукції базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	174,555
2	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	867,408
3	Загальноцехові витрати	284,534
	Всього цехова собівартість	1326,497
4	Загальнозаводські витрати	66,884
	Всього виробнича собівартість	1393,381
5	Позавиробничі витрати	60,000
	Всього повна собівартість	1453,381
6	Плановий прибуток	218,007
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	1671,388

Таблиця 7.9.2 – Калькуляція собівартості одиниці продукції проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	174,555
2	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	850,861
3	Загальноцехові витрати	275,886
	Всього цехова собівартість	1301,303
4	Загальнозаводські витрати	66,884
	Всього виробнича собівартість	1368,187
5	Позавиробничі витрати	60,000
	Всього повна собівартість	1428,187
6	Плановий прибуток	214,228
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	1642,415

Таблиця 7.10.1 – Техніко-економічні показники базового варіанту технологічного процесу

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний випуск продукції:		
	а) в натуральному вираженні	шт.	2500
	б) у вартісному вираженні	грн	4178472
2	Капітальні затрати:		
	а) загальні	тис. грн	2168,520
	б) питомі	грн/шт.	867,408
	в) виробнича площа загальна	м кв.	378
	г) кількість верстатів	шт.	9
	д) енергопотужність обладнання	кВт	63,6
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн	929,59
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	16
5	Річний фонд зарплати	тис. грн	731,333
6	Середньомісячна зарплата:		
	а) виробничих робітників	грн	1744,54
	б) ІТП	грн	4603,75
7	Виробіток на одного працюючого	грн/чол.	261154,5
8	Випуск продукції:		
	а) на одну грн. основних фондів	грн	1,92
	б) на один квадратний метр площі	грн	11054,16
9	Завантаження верстатів	%	17,14
10	Собівартість деталі	грн	1453,381
11	Побічні витрати цеху	грн	149680
12	Рівень рентабельності виробу	%	20
13	Рівень рентабельності цеху	%	10,58

Таблиця 7.10.2 – Техніко-економічні показники проектного варіанту технологічного процесу

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний випуск продукції:		
	а) в натуральному вираженні	шт.	2500
	б) у вартісному вираженні	грн	4106037
2	Капітальні затрати:		
	а) загальні	тис. грн	2127,153
	б) питомі	грн/шт.	624,508
	в) виробнича площа загальна	м кв.	378
	г) кількість верстатів	шт.	9
	д) енергопотужність обладнання	кВт	63,6
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн	927
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	16
5	Річний фонд зарплати	тис. грн	694,6628
6	Середньомісячна зарплата:		
	а) виробничих робітників	грн	1479,17
	б) ІТП	грн	4603,75
7	Виробіток на одного працюючого	грн./чол.	256627,3
8	Випуск продукції:		
	а) на одну грн. основних фондів	грн	1,93
	б) на один квадратний метр площі	грн	10862,5
9	Завантаження верстатів	%	14,53
10	Собівартість деталі	грн	1428,187
11	Побічні витрати цеху	грн	149680
12	Рівень рентабельності виробу	%	20
13	Рівень рентабельності цеху	%	10,58

В результаті розрахунків встановлено, що у разі впровадження проектного варіанту технологічного процесу у виробництво, зниження собівартості деталі буде становити 1,7 %, а прогнозований економічний ефект від зниження собівартості складе 62985 грн при річній програмі випуску 2500 штук.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
						108
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

8.1 Правила техніки безпеки під час експлуатації абразивних кругів

1. Загальні вимоги безпеки

1.1. Перед встановленням абразивних кругів на заточний чи шліфувальний верстат і роботою на верстаті допускаються особини молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, спеціальне навчання і перевірку знань, інструктаж з охорони праці, мають 1 групу з електробезпеки. Періодична перевірка знань з охорони праці повинна проводитися через 12 місяців, незалежно від стажу роботи.

1.2. Установку абразивних кругів, правку і кріплення їх на шпindelь верстата повинен виконувати робітник, призначений розпорядженням по підприємству (філії).

1.3. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- а) незахищені рухомі частини верстата;
- б) підвищений рівень шуму;
- в) небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини.

1.4. Джерела виникнення чинника:

- а) заточний верстат;
- б) електроустаткування;
- в) абразивний круг.

1.5. Вживання неправильних прийомів роботи, а також розрив круга можуть привести до травмування.

1.6. Порушення правил експлуатації електрообладнання може привести до електротравми.

1.7. Кожен абразивний круг перед установкою повинен пройти випробування і мати клеймо, що визначає його справність.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					109	8
<i>Консульт.</i>		<i>Клепчик</i>				ТНТУ, ФМТ, гр. МТм-61		
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

1.8. Діаметр отвору круга має бути більшим за діаметр посадочного місця на шпинделі або перехідній втулці на:

- 0,1...0,8 мм – для кругів з отвором до 100 мм;
- 0,2...1,0 мм – для кругів з отвором від 101 до 250 мм;
- 0,2...1,2 мм – для кругів з отвором більше 250 мм.

1.9. Затискні фланці мають бути однаковими і діаметром не менше 1/3 діаметру круга, з кільцевою виточкою глибиною не менше 0,5 мм і шириною притискних поверхонь кільця від 1 до 5 мм для кругів діаметром від 10 до 135 і від 6 до 25 мм для кругів в діаметром від 150 до 1100 мм.

1.10. Між фланцями і кругом необхідно ставити прокладки з картону або гуми завтовшки 0,5...1,0 мм залежно від діаметру круга. Прокладки повинні виступати за фланець не менше 1 мм по всьому периметру.

1.11. Круги діаметром 250 мм і більше, а також діаметром 125 мм, що працюють із швидкістю 50 м/с, перед установкою підлягають балансуванню в зборі з планшайбою.

1.12. Абразивні круги мають бути захищені захисними кожухами зі сталі, які повинні володіти відповідною міцністю. Кут розкриття має бути не більше 90 градусів, а відкритої частини від осі не більше 50 градусів.

1.13. Кожен абразивний круг після установки має бути випробуваний на холостому ході при робочому числі обертів з наявністю захисного кожуха і за відсутності людей в зоні обертання круга. Випробування проводити протягом 5 хвилин.

1.14. На верстаті має бути встановлений підручник у горизонтальній площині, що проходить через центр круга або вище від нього на 2 – 3 мм.

1.15. Зазор між підручником і абразивним кругом не повинен перевищувати 2...3 мм.

1.16. Правка кругів повинна проводитись діамантовими олівцями, металевими роликками або металокерамічними дисками. Правку проводити в респіраторі і захисних окулярах.

1.17. Верстат має бути обладнаний захисним екраном, розташованим від круга на відстані 250...300 мм, виступаючи з кожного боку на 100...150 мм.

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

1.18. Біля кожного верстата на видному місці має бути вивішена таблиця із зазначенням допустимої робочої колової швидкості використовуваних абразивних кругів і числа обертів за хвилину шпинделя верстата, а також табличка із прізвищем особи, відповідальної за його експлуатацію.

1.19. Особи, винні в порушенні вимог даної інструкції несуть відповідальність згідно чинного законодавства залежно від характеру порушення і тяжкості його наслідків.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Одягніть спецодяг: він має бути застібнутий, не допускайте кінців одягу, що вільно розвіваються, волосся приберіть під головний убір.

2.2. Приведіть в порядок робоче місце біля верстата, при необхідності приберіть всі предмети, що заважають роботі, звільніть проходи і підходи до верстата. Перевірте, чи достатньо освітлене робоче місце.

2.3. Переконаєтесь в справності верстата, його електричної частини, наявності і справності підручника, захисного кожуха, екрану.

2.4. Перевірте маркування абразивних кругів. На робочій частині має бути зроблена відмітка фарбою або наклеєний ярлик з вказівкою номера, дати випробування.

2.5. На холостому ході переконаєтесь в правильній установці круга, відсутності його биття при обертанні. При випробуванні верстата знаходьтеся в стороні від небезпечної зони можливого розриву (площини обертання) круга.

2.6. Перевірте стан і правильність установки підручників:

2.6.1. Підручники мають бути пересувними, які дозволяють встановлювати їх в необхідному положенні у міру спрацьовування круга.

2.6.2. Зазор між краєм підручника і робочою поверхнею круга має бути менше половини товщини оброблюваного виробу, але не більше 3 мм, причому край підручника з боку круга не повинен мати вибоїн, сколів та інших дефектів.

2.6.3. Підручники встановлювати так, щоб дотик виробів до круга відбувався вище за горизонтальну площину, що проходить через центр круга, але не більш, ніж на 10 мм.

2.6.4. Перестановка підручників під час роботи забороняється.

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		111

2.7. Круги, що піддалися якій-небудь переробці, хімічній обробці, не мають маркування, а також термін зберігання яких закінчився, безпосередньо перед установкою на верстат необхідно випробувати на механічну міцність. Забороняється експлуатація кругів з тріщинами на поверхні.

2.8. Переконайтеся в справності електропроводки і наявності заземлення (занулення).

2.9. При виявленні під час огляду і випробування на холостому ході будь-яких несправностей повідомити про це безпосередньому керівникові і не приступати до роботи до їх усунення.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Підводь оброблюваний виріб, інструмент до круга плавно, розташувавши його стійко на підручнику. Натиск посилюй поступово, рівномірно, не застосовуючи важелів.

3.2. Спрацьовуй круг рівномірно по всій його ширині. При утворенні канавок, скосів, вибоїн, повідом про це майстра і проведи правку.

3.3. При роботі на верстаті розташовуйся збоку від площини обертання круга.

3.4. Не проводь заточування інструменту і обдирання деталей з бічних сторін круга – це небезпечно: може бути підрив деталі, інструменту.

3.5. Забороняються удари будь-чим по кругу.

3.6. Після закінчення роботи, в перервах, при виявленні несправностей в крузі або верстаті – вимкни верстат.

4. Вимоги безпеки в аварійній ситуації

4.1. У разі загрози життю людей негайно припинити всі роботи, не пов'язані із заходами щодо ліквідації аварійної ситуації.

4.2. При виникненні аварійної ситуації (розрив круга, обрив приводного пасу, пробій ізоляції на корпус верстата і тому подібне) зупинити верстат, вимкнути електроенергію і прийняти заходи щодо звільнення постраждалого від дії травмуючого чинника, доставити постраждалого до медичної установи, а при неможливості доставки – викликати медпрацівників на місце події.

4.3. Кожен працівник повинен уміти надавати першу медичну допомогу:

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1. Відключити верстат від джерела живлення.

5.2. Привести в порядок робоче місце: металевий і абразивний пил видалити з верстата спеціальною щіткою або скребком.

5.3. Повідомити свого безпосереднього керівника про помічені дефекти верстата, вентиляції і іншого устаткування, а також про прийняті заходи щодо їх усунення.

8.2 Конструкція і розрахунок системи стружко- і пиловидалення із зони різання верстата

В процесі механічної обробки виділяється значна кількість стружки, яка призводить до нагрівання зони обробки, утруднює процес різання. Збільшення об'єму стружки може привести до поломки інструменту, потрапляння її в зону знаходження обслуговуючого персоналу, і як наслідок до можливості нещасних випадків.

Для відводу стружки із зони обробки використовуються багато методів – змивання за допомогою ЗОР, механічне видалення стружки спеціальними пристроями та інші. Одним із таких методів є видалення стружки відсмоктуванням за допомогою насосів та системи повітропроводів.

Насоси розміщують в зустрічному потоці стружки і пилу на віддалі від зони різання не більшій половині її висоти. Пилестружкоприймачі повинні бути конструктивно зв'язані з приспособленням для кріплення ріжучого інструменту і не перешкоджати нагляду за зоною різання .

При фрезеруванні деталей з габаритними розмірами більше 300 мм. Витрата повітря, яке відсмоктується складає близько 1000 м³/год при швидкості транспортування 30-35 м/с у відповідному патрубку. Визначимо діаметр повітропроводу в місці відсмоктування за формулою [26]

$$L = F \cdot V \cdot 3600, \quad (9.1)$$

Де L – продуктивність відсмоктування, м³/год;

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		113

F – площа перерізу повітропроводу;

V – швидкість відсмоктування повітря.

Враховуючи те, що при роботі двох фрез горизонтально-фрезерного верстата, для кожного інструменту встановлено відсмоктування продуктивністю $L = 1000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Розв'язуючи рівняння: $1000 = F \cdot 35 \cdot 3600$, визначимо площу перерізу:

$$F = \frac{1000}{35 \cdot 3600} = 0,079 \text{ м}^2.$$

Приймаємо діаметр відсмоктуючого повітропроводу $d = 100 \text{ мм}$.

Вибираємо вентилятор ЦП-7-40 №5 з параметрами:

потужність електродвигуна $N = 3 \text{ кВт}$;

число обертів $n = 1960 \text{ об/хв}$;

опір мережі $P = 200 \text{ кг/м}^2 = 20 \text{ МПа}$.

Приймаємо січення повітропроводу до циклона:

$D = 525 \text{ мм}$ при $P = 145 \text{ кг/м}^2 = 14,5 \text{ МПа}$.

Вибираємо циклон із зворотнім конусом при:

$V = 16 \text{ м/с}$ і продуктивністю $L = 300 \text{ м}^3/\text{год}$ №8 при $P = 14,5 \text{ МПа}$.

8.3 Ліквідація надзвичайних ситуацій

Ліквідація надзвичайних ситуацій, подій та їх наслідків полягає у проведенні аварійно-рятувальних, пожежно-рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт і включає [27]:

– організацію і управління роботами з локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації;

– розвідку районів, зон, ділянок, об'єктів проведення робіт з ліквідації надзвичайної ситуації;

– пошук та рятування постраждалих, надання їм невідкладної медичної допомоги та транспортування до лікувальних закладів;

– пошук та деблокування уражених;

– евакуацію та відселення постраждалих;

					KPM 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		114

- локалізацію і гасіння пожеж;
- ліквідацію або доведення до мінімально можливого рівня шкідливих і небезпечних чинників, які виникли внаслідок надзвичайної ситуації, і унеможливають ведення рятувальних робіт;
- санітарну обробку людей, знезаражування тварин, дезактивацію, дезінфекцію і дегазацію техніки, засобів захисту та одягу, знезаражування територій і споруд;
- виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів;
- локалізацію та недопущення розповсюдження, розливу нафтопродуктів, у тому числі на водних об'єктах, їх збір та знешкодження;
- проведення інших невідкладних робіт, залежно від характеру та виду надзвичайної ситуації;
- забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя у районі виникнення надзвичайної ситуації та місцях тимчасового розміщення постраждалого населення;
- проведення першочергового ремонту та відновлення пошкоджених об'єктів життєзабезпечення населення, транспорту, зв'язку тощо;
- життєзабезпечення постраждалого населення;
- надання медико-санітарної, психологічної та матеріальної допомоги постраждалому населенню;
- проведення медико-психологічної реабілітації постраждалих;
- забезпечення громадського порядку.

Аварійно-рятувальні, пожежно-рятувальні, аварійно-відновлювальні роботи проводяться в максимально стислий термін, безперервно до їх повного завершення, з найбільш повним використанням можливостей сил і засобів, неухильним виконанням вимог встановлених режимів робіт та правил безпеки.

Залучення сил цивільного захисту до ліквідації надзвичайних ситуацій та подій здійснюється:

- згідно з планами реагування на надзвичайні ситуації та планами взаємодії у разі виникнення надзвичайних ситуацій, а також планами локалізації і ліквідації аварії;
- за рішенням органів управління, яким вони підпорядковані, на підставі звернень органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування,

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
						115
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємств, установ та організацій, на території і об'єктах яких виникнула надзвичайна ситуація;

– за повідомленням оперативних чергових органів управління з питань цивільного захисту або диспетчерських служб об'єктів;

– за повідомленням громадян.

Для ліквідації надзвичайних ситуацій можуть залучатися частини і підрозділи Збройних сил України, інших військових формувань, утворених відповідно до законодавства.

Порядок залучення частин і підрозділів Збройних сил України, інших військових формувань до ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків визначаються Президентом України, відповідно до Конституції України, законів України "Про правовий режим надзвичайного стану", "Про Збройні сили України", "Про мобілізаційну підготовку та мобілізацію" та "Про державну спеціальну службу транспорту".

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		116

9 ЕКОЛОГІЯ

9.1 Актуальність охорони навколишнього середовища

В наш час, внаслідок незбалансованої господарської діяльності неухильно зростає техногенне навантаження на всі компоненти природного середовища. Техногенне навантаження – це соціально-економічна освоєність території та забруднення природного середовища [28]. Під соціально-економічною освоєністю території розуміється її використання з господарською метою. Вона охоплює характеристики промисловості, сільського господарства, будівництва, транспорту, земельного фонду, демографічного навантаження. Економічна криза зумовила спад промислового виробництва, що спричинило скорочення обсягів споживання ресурсів і зменшення викидів шкідливих речовин.

Але темпи зниження споживання ресурсів порівняно з темпами спаду обсягів виробництва промислової продукції є значно меншими. Це пов'язано з експлуатацією застарілого устаткування, його спрацюванням, із загальним технологічним руйнуванням виробництва. Цей процес без належних капіталовкладень постійно посилюється і викликає зростання кількості та масштабів промислових аварій і катастроф.

Найактуальнішою екологічною проблемою для України залишається забруднення природного середовища, що проявляється в надмірній концентрації тих чи інших компонентів або енергії – вищій від фонових або допустимих норм – внаслідок введення в оборот речовин, які в природі не існують. Виникнення джерел забруднення пов'язане з діяльністю суспільства, спрямованою на виробництво матеріальних благ. Наслідки цієї діяльності викликають зміну характеристик усіх природних компонентів та їх складових, що негативно впливає на життєдіяльність суспільства, особливо – на здоров'я людей.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			ЕКОЛОГІЯ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					117	4
<i>Консульт.</i>		<i>Лясога</i>				ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_м-61		
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

9.2 Забруднення довкілля, що виникнуть в результаті роботи механоскладального цеху

Під час здійснення виробництва у механоскладальному цеху з виготовлення корпусу редуктора можливе забруднення довкілля промисловими відходами, пилом, парами та аерозолями шкідливих речовин.

Механоскладальний цех має у своєму складі наступні дільниці: заготівельну, механічної обробки, приготування та роздачі змащувально-охолоджувальних рідин, фарбування та інші, що є джерелом забруднення довкілля, зокрема атмосферного повітря.

При роботі шліфувальних та заточних верстатів у повітря виділяється дрібнодисперсний абразивний та металевий пил, що забруднює повітря в цеху.

Матеріалом заготовки колеса коничного лывого КС6В-47.638 є сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-2016.

В якості змащувально-охолоджуючої рідини (ЗОР) в проектуваному цеху використовується 3,5...3,9% розчин УКРІНОЛ-1 ТУ-38-10 11197-86. Ця ЗОР є складною колоїдною системою, що містить масла, емульгатори, інгібітори корозії, бактеріозиди, тощо. При розчині емульсії в воді утворюється трьохфазна система: вода – масло – емульсія.

Внаслідок розбризкування та перегріву ЗОР її компоненти потрапляють у повітря у вигляді аерозолів, і, як наслідок в легені людини. Також неможливо уникнути потрапляння ЗОР на шкіру, а можливо і в очі.

На фарбувальній дільниці повітря робочої зони забруднюють пари розчинників і фарб.

Крім цього, згадані чинники призводять до забруднення води, утворення твердих відходів, а також енергетичних забруднень, шумів, вібрації.

9.3 Заходи щодо зменшення забруднення довкілля

Для нормальної життєдіяльності людини важливим є забезпечення нормальних метеорологічних умов у виробничих приміщеннях, котрі суттєво впливають на організм людини.

					<i>KPM 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		118

Заходи щодо оздоровлення повітряного середовища наступні:

- механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними мають велике значення при виконанні технологічних процесів, що супроводжуються пило-, газо- і пароутворенням та робіт, пов'язаних з систематичними фізичними навантаженнями;

- виключення або зведення до мінімуму використання в технологічних процесах токсичних матеріалів, застосування замість твердого та рідкого палива газоподібного, нагрівання матеріалів за допомогою електромагнітного поля, застосування засобів вловлювання і знешкодження шкідливих речовин у джерелі їх утворення;

- герметизація обладнання і технологічних процесів, під час реалізації яких утворюються шкідливі речовини;

- ізоляція ділянок, де виконуються роботи, що супроводжуються виділенням пилу і газу;

- систематичне прибирання приміщень;

- професійний відбір працівників шкідливих цехів, попередній і періодичний медичний огляд;

- встановлення особливого режиму роботи та відпочинку (скорочений робочий день, додаткова відпустка);

- захист від джерел теплових випромінювань;

- вентиляція, кондиціонування повітря і опалення;

- очистка повітря;

- очистка стічних вод;

- утилізація твердих відходів;

- захист від енергетичних забруднень;

- застосування систем індивідуального захисту.

У відповідності з ГОСТ 12.1.005-88 при перевищенні гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в повітрі робочої зони персонал повинен бути споряджений засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Всі ЗІЗ згідно ГОСТ 12.4.011-87 підрозділяють на такі класи в залежності від

					КРМ 18-381.00.00	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		119

призначення: одяг спеціальний захисний, засоби захисту ніг, рук, голови, органів дихання, обличчя, очей, захисні дерматологічні засоби.

До засобів колективного захисту відносять системи вентиляції зі спеціальними фільтрами та пиловловлювачі різних конструктивних виконань, опалення, кондиціонування повітря, засоби захисту від різних типів випромінювань.

Для уникнення та зниження ступеню небезпеки ділянки прийняті, та проводяться заходи згідно ГОСТ 12.0.003-88. У виробничому приміщенні застосовується загально – обмінна вентиляція. На металорізальному обладнанні застосовуються прозорі екрани, а також спеціальні сопла для подачі ЗОР в зону різання, що гарантують мінімальне утворення аерозолів. Для видалення парів ЗОР передбачена аерація приміщення.

Для захисту шкіри рук робітників застосовуються спеціальні дерматологічні засоби, наприклад паста ИЭР-2 ФС42-95-72.

Для захисту очей та обличчя робітників від потрапляння ЗОР застосовують захисні окуляри ЗНРЗ.

ЗОР пастеризується не менш ніж один раз на три місяці та проводиться аналіз на відсутність мікробів, що викликають захворювання шкіри. Пастеризація ЗОР провадиться шляхом нагрівання до температури 75..80 °С, утриманням при такій температурі та охолодження до 20 °С.

Відроблену ЗОР збирають у ємність, що встановлена в підвальному приміщенні через зливну систему.

В структурі цеху передбачене відділення для збирання та переробки стружки. Основна задача цієї структури полягає у тому, щоб стружка вчасно збиралася і утилізувалася з метою недопущення забруднення нею довкілля.

					<i>КРМ 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		120

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті аналізу літературних джерел щодо визначення параметрів шорсткості поверхні при точінні або розточуванні встановлено, що жодна із існуючих теоретичних залежностей належним чином не враховує кривини в якості елемента, що впливає на параметр шорсткості поверхні R_a .

2. На основі отриманих результатів експериментальних досліджень встановлено, що кривина ρ циліндричних поверхонь суттєво впливає на параметр шорсткості R_a в процесі їх механічної обробки. Із збільшенням ρ параметр R_a відчутно зростає. У зв'язку з цим, в теоретичні залежності для визначення параметру шорсткості R_a доцільно ввести параметр кривини оброблюваної поверхні.

3. Аналітичні залежності для визначення параметру шорсткості R_a можуть містити емпіричні складові щодо кривини ρ оброблюваної поверхні, для встановлення значень яких можуть бути використані результати даних експериментальних досліджень.

4. Проаналізовано службове призначення деталі, проведено аналіз технічних умов, проведено технологічний контроль робочого креслення деталі, а також аналіз технологічності її конструкції.

5. Розроблено технологію виготовлення, спроектовано конструкції спеціального технологічного оснащення для реалізації розробленого технологічного процесу, розроблено проект ділянки механічного цеху для виготовлення колеса конічного лівого КС6В-47.638.

6. Впровадження розробленого технологічного процесу у виробництво прогнозований економічний ефект від зниження собівартості складе 62985 грн при річній програмі випуску 2500 штук.

					КРМ 18-381.00.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Королишин			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ткаченко					121	1
Консульт.						ТНТУ, ФМТ, зр. МТ_м-61		
Н. контр.		Дячун						
Затв.		Пилипець						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры, характеристики и обозначения. (СТ СЭВ 638-77). [Взамен ГОСТ 2789-59. Введ. 1975-01-01]. Москва : Изд.-во стандартов, 1973. 14 с.

2. Добротворский С. С., Басова Е. В. Методы прогнозирования шероховатости поверхности : обзор // Вестник Нац. техн. ун-та «ХПИ» : сб. науч. тр. Темат. вып. : Технологии в машиностроении. Харьков : НТУ «ХПИ», 2010. № 41. С. 23-45.

3. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. Москва : Машиностроение, 1975. 343 с.

4. Вульф А. М. Резание металлов. Ленинград : Машиностроение (Ленинградское отд-ние), 1973. 496 с.

5. Папшев Д. Д. Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. Москва : Машиностроение, 1978. 152 с.

6. Бобров В. Ф. Основы теории резания металлов. Москва : Машиностроение, 1975. 344 с.

7. Браславский В. М. Технология обкатки крупных деталей роликами. Москва : Машиностроение, 1976. 159 с.

8. Барац Я. И., Милованова Л. Р. Обработка поверхностей отверстий методом поверхностно-пластического деформирования с образованием регулярного микрорельефа. Металлообработка. 2006. № 3. С. 28-34.

9. Хейфец М. Л. Проектирование процессов комбинированной обработки. Москва : Машиностроение, 2005. 272 с.

10. Кривий П. Д., Дзюра В. О., Тимошенко Н. М. Метод визначення впливу кривизни обробленої поверхні сформованої обточуванням та розточуванням на її шорсткість. Актуальні задачі сучасних технологій : матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів, м. Тернопіль, 25-26 лист. 2015 р. Тернопіль : ТНТУ, 2015. С. 135-136.

					КРМ 18-381.00.00			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Королишин</i>			ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Ткаченко</i>					122	3
<i>Н. контр.</i>		<i>Дячун</i>			ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_м-61			
<i>Затв.</i>		<i>Пилипець</i>						

11. Кривий П. Д., Дзюра В. О., Тимошенко Н. М. Вплив кривини циліндричної поверхні сформованої точінням або розточуванням на її шорсткість. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2016) : матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф., м. Чернігів, 26-29 квіт. 2016 р. Чернігів : ЧНТУ, 2016. С. 80-82.

12. Кобельник В. Р. Підвищення ефективності процесу свердління наскрізних отворів регулюванням подачі : дис. ... канд. техн. наук : 05.03.01. Тернопіль, 2013. 235 с.

13. Спосіб визначення впливу кривини на шорсткість обробленої поверхні : пат. 111018, Україна. № u201604782 ; заявл. 28.04.2016. ; опубл. 25.10.2016, Бюл. № 20. 16с.

14. Гевко Б. М., Капаціла Ю. Б., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра спеціальності 8.090202. Тернопіль : ТДТУ, 2002. 35 с.

15. Королишин Ю. Дослідження впливу кривини на шорсткість поверхні сформованої токарною обробкою : Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання : матеріали II міжнар. студентської наук.-техн. конф., м. Тернопіль, 25-26 квітня 2019 р. Тернопіль : ТНТУ, 2019. С. 126-127.

16. Валик для дослідження шорсткості оброблюваної поверхні : пат. 105545 Україна. № u201509039 ; заявл. 21.09.2015 ; опубл. 25.03.2016, Бюл. № 6. 5с.

17. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособ. для вузов. Москва : ООО «ИД» Альянс, 2007. 256 с.

18. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ : НМК ВО, 1990. 264 с.

19. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / Панов А. А. и др.; под общ. ред. А. А. Панова. Москва : Машиностроение, 1988. 736 с.

20. Паливода Ю. Є., Капаціла Ю. Б., Ткаченко І. Г. Технологія оброблення зубчастих коліс : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 136 с.

					<i>КРМ 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		123

21. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного и времени на обслуживание рабочего места на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Москва : Машиностроение, 1970. 424 с.

22. Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю. В. Барановского. Москва : Машиностроение, 1972. 408 с.

23. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.

24. Капаціла Ю. Б., Комар Р. В. Проектування машинобудівних виробництв : методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія». Тернопіль : ТНТУ, 2017. 40 с.

25. Пилипець М. І., Данильченко Л. М., Ткаченко І. Г. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Організація виробництва». Тернопіль : ТНТУ, 2018. 60 с.

26. Дементій Л. В. Гончарова С. А. Охорона праці в механічних та складальних цехах. Краматорськ : ДДМА, 2005. 312 с.

27. Шоботов В. М. Цивільна оборона: навч. посіб. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 438 с.

28. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього середовища: навч. посіб. Київ : Знання, 2002. 203 с.

					<i>КРМ 18-381.00.00</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		124

Дубл.			
Зам.			
Підпис			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

<i>ТНТУ</i>	<i>КС6В-47.638</i>		46000 50141.00005
<i>Колесо конічне ліве</i>			

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ /М.І. Пилипець/

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

на технологічний процес механічної обробки

Виконав: _____ / Королишин /

Перевірив: _____ / Ткаченко /

Н. контр.: _____ / Дячун /

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 1		САПР			
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
ТехноПро						Машина коренезбиральна						6		т 1				
Разроб.	Королишин					ТНТУ	КС6В-47.638											
Перевір.	Паньків																	
Нормув.	Королишин																	
Метролог						Колесо конічне ліве												
Н.контр.	Дячун																	
М 1	Сталь 18 ХГТ ГОСТ 4543-2016																	
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.розх.	КВМ	Код заготовки	Профіль і розміри					КД	МЗ				
М 2			2,33			0,72	Поковка						3,2					
А	Цех	Діл	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документу								
Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт		
Р				ПИ	D або B	L	T	i	S	N	V	O	To/хв.	Tв/хв.				
A01				001	400 Транспортувальна													
02																		
B03	ЕК2																	
04																		
O05	1 Транспортувати заготовки на місце механічної обробки.																	
06																		
T07	ПР. Піддон 3 ОСТ 23.4.97-81.																	
08																		
A09				005	4233 Токарна з ЧПК												28	11,40
10																		
B11	16A20Ф3																	
12																		
O13	1 Точити торець і обточити поверхню в розміри 29,5 (-0,1)мм.																	
14																		
P15					40	2	2	0,25	100	66			3,2	1,68				
O16	2 Розточити отв. і фаски в розміри D174 (+0,1)мм, 3,5×45°, 9±0,2мм, 4×45°, D110 (±0,4)мм.																	
17																		
P18					80	2	2	0,25	130	70			4,92					
19																		
O20	3 Розточити канавку в розміри D176 (-0,6)мм, 3+0,5мм, R1,6мм, 2 (+0,2)мм.																	
21																		
P22					5	3	1	0,05	130	70			0,76					
23																		
КТП																		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-381.05.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	KPM 18-381.05.10	Комплект універсальний	1	
		2	KPM 18-381.05.20	Корпус	1	
		3	KPM 18-381.05.30	Плита кондукторна	1	
				<u>Деталі</u>		
		5	KPM 18-381.05.01	Пружина	2	
		6	KPM 18-381.05.02	Колонка	2	
		7	KPM 18-381.05.03	Шайба	1	
		8	KPM 18-381.05.04	Орієнтир	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болти ГОСТ 7798-70		
		11		M10-6g×20.58.019	4	
		12		M12-6g×25.58.019	1	
		14		Втулка 7151-5369		
				ГОСТ 26234-84	8	
		15		Втулка 7051-5567		
				ГОСТ 26236-84	8	
		16		Опора 7034-0283h6		
				ГОСТ 13440-68	4	
				KPM 18-381.05.00		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Королишин			Літ.	Аркуш
Перев.		Ткаченко				Аркуші
Реценз.					1	
Н. контр.		Дячун			ТНТУ, ФМТ, гр. МТ _м -61	
Затв.		Пилипець				
					Кондуктор для свердління 8-ми отворів Ø11 в деталі КС6В-47.638	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-381.06.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	KPM 18-381.06.10	Фланець	1	
		2	KPM 18-381.06.20	Плита	1	
				<u>Деталі</u>		
		4	KPM 18-381.06.01	Гвинт	16	
		5	KPM 18-381.06.02	Гайка	8	
		6	KPM 18-381.06.03	Втулка	8	
		7	KPM 18-381.06.04	Втулка	2	
		8	KPM 18-381.06.05	Пробка	1	
		9	KPM 18-381.06.06	Втулка	8	
		10	KPM 18-381.06.07	Шпindelь	8	
		11	KPM 18-381.06.08	Втулка	8	
		12	KPM 18-381.06.09	Шестерня	8	
		13	KPM 18-381.06.11	Вал	1	
		15	KPM 18-381.06.12	Корпус	1	
		16	KPM 18-381.06.13	Водило	1	
		17	KPM 18-381.06.14	Прокладка	2	

					KPM 18-381.06.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Королишин			Головка свердлильна 8-ми шпindelьна для свердління отворів Ø11 в деталі КС6В-47.638	Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перев.		Ткаченко					1	2
Реценз.						ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_М-61		
Н. контр.		Дячун						
Затв.		Пилипець						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-381.07.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	KPM 18-381.07.01	Основа	1	
		2	KPM 18-381.07.02	Шток	1	
		3	KPM 18-381.07.03	Втулка базуюча	1	
		4	KPM 18-381.07.04	Шайба притискна	1	
		5	KPM 18-381.07.05	Тримач	1	
		6	KPM 18-381.07.06	Втулка регулювальна	1	
		7	KPM 18-381.07.07	Притиск	1	
		8	KPM 18-381.07.08	Кронштейн	1	
		9	KPM 18-381.07.09	Поводок	1	
		10	KPM 18-381.07.11	Обойма	1	
		11	KPM 18-381.07.12	Гвинт спеціальний	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Гвинти ГОСТ 11738-84		
		12		M8-6g×20.88.019	4	
		13		M12-6g×30.88.019	3	
		14		M12-6g×75.88.019	3	
		16		Гвинт M10×25.58		
				ГОСТ 1478-75	1	

					KPM 18-381.07.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Королишин			Оправка для нарізування зубів в деталі КС6В-47.638	Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перев.		Ткаченко					1	2
Реценз.						ТНТУ, ФМТ, гр. МТ_М-61		
Н. контр.		Дячун						
Затв.		Пилипець						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-381.08.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	KPM 18-381.08.01	Корпус	1	
		2	KPM 18-381.08.02	Кільце стопорне	1	
		3	KPM 18-381.08.03	Гвинт	16	
		4	KPM 18-381.08.04	Гвинт	16	
		5	KPM 18-381.08.05	Клин	16	
		6	KPM 18-381.08.06	Різець середній	8	
		7	KPM 18-381.08.07	Підкладка	8	
		8	KPM 18-381.08.08	Різець зовнішній	4	
		9	KPM 18-381.08.09	Підкладка	4	
		10	KPM 18-381.08.11	Гвинт	16	
		11	KPM 18-381.08.12	Пробка	1	
		12	KPM 18-381.08.13	Різець внутрішній	4	
		13	KPM 18-381.08.14	Підкладка	4	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		14		Гвинт М16×30.109.40Х		
				ГОСТ 11075-93	2	

KPM 18-381.08.00				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Королишин		
Перев.		Ткаченко		
Реценз.				
Н. контр.		Дячун		
Затв.		Пилипець		
Головка різцева для нарізування зубів в деталі КС6В-47.638			Літ.	Аркуш
				Аркушіє
				1
ТНТУ, ФМТ, гр. МТ _м -61				

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка	
				<u>Документація</u>			
A1			KPM 18-381.09.00 СК	Складальне креслення			
				<u>Складальні одиниці</u>			
		1	KPM 18-381.09.10	Палець	6		
				<u>Деталі</u>			
		2	KPM 18-381.09.01	Фланець	1		
		3	KPM 18-381.09.02	Гільза	1		
		4	KPM 18-381.09.03	Кришка	1		
		5	KPM 18-381.09.04	Тяга	1		
		6	KPM 18-381.09.05	Гвинт	1		
		7	KPM 18-381.09.06	Колодка	3		
		8	KPM 18-381.09.07	Коромисло	1		
		9	KPM 18-381.09.08	Пружина	3		
		10	KPM 18-381.09.09	Прихват	3		
		11	KPM 18-381.09.11	Планшайба	1		
		12	KPM 18-381.09.12	Втулка	1		
		13	KPM 18-381.09.13	Шайба	6		
				<u>Стандартні вироби</u>			
		16		Болт М16-6g×60.58.019			
				ГОСТ7798-70	3		
				KPM 18-381.09.00			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Аркуш	Аркушіє
Розроб.		Королишин				1	2
Перев.		Ткаченко			ТНТУ, ФМТ, гр. МТ _м -61		
Реценз.							
Н. контр.		Дячун					
Затв.		Пилипець					
				Пристрій для шліфування Ø175H7 і торця в деталі КС6В-47.638			

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			KPM 18-381.10.00 СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	KPM 18-381.10.10	Основа	1	
		2	KPM 18-381.10.20	Корпус	1	
				<u>Деталі</u>		
		3	KPM 18-381.10.01	Наконечник	1	
		4	KPM 18-381.10.02	Втулка	1	
		6	KPM 18-381.10.04	Стержень	1	
		7	KPM 18-381.10.05	Упор	1	
		8	KPM 18-381.10.06	Втулка	1	
		10	KPM 18-381.10.08	Кільце	1	
		11	KPM 18-381.10.09	Пробка	1	
		12	KPM 18-381.10.11	Втулка	1	
		13	KPM 18-381.10.12	Пробка	1	
		14	KPM 18-381.10.13	Шайба	1	
		15	KPM 18-381.10.14	Ролик	1	
		16	KPM 18-381.10.15	Гайка	1	
		17	KPM 18-381.10.16	Штифт	1	
		18	KPM 18-381.10.17	Гайка	1	

					KPM 18-381.10.00		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Королишин			Літ.	Аркуш	Аркушіє
Перев.		Ткаченко				1	2
Реценз.					ТНТУ, ФМТ, гр. МТ _м -61		
Н. контр.		Дячун					
Затв.		Пилипець					
Пристрій для контролю деталі КС6В-47.638							

