

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Сірої Анастасії Станіславівни
(ПІБ)

академічної групи 131М-17з-1
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему Створити та використати базу даних для автоматизованого
призначення режимів круглого шліфування при проектуванні процесу
виготовлення деталі «Вал вторинний»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Піньковський С.Г.			
розділів	Піньковський С.Г.			
Аналітичний	Піньковський С.Г.			
Технологічний	Піньковський С.Г.			
Конструкторський	Піньковський С.Г.			
Спеціальний	Піньковський С.Г.			

Рецензент			
Нормоконтроль			

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

_____ **В.В. Проців** _____
(підпис) (прізвище, ініціали)
« _____ » _____ 2018 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістра
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту _____ **Сірій А.С.** _____ академічної групи _____ **131М-17з-1** _____
(прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності _____ **131 Прикладна механіка** _____

за освітньо-професійною програмою _____
Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

на тему **Створити та використати базу даних для автоматизованого**
призначення режимів круглого шліфування при проектуванні процесу
виготовлення деталі «Вал вторинний»
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від **29.11.18** № **2031-Л**

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз технологічності деталей	03.09.18-27.09.18
Технологічний	Проектування технології	28.09.18-20.10.18
Конструкторський	Розробка комплексу документації	21.10.18-30.10.18
Спеціальний		30.10.18-08.12.18

Завдання видано _____
(підпис керівника)

_____ **Піньковський С.Г.** _____
(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____ **01.09.18** _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____ **12.12.2018** _____
Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

_____ **Сіра А.С.** _____
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 61 с., рис., табл., 28 джерел посилань. Комплект технологічної документації на аркушах в формі маршрутно-операційного технологічного процесу на деталь «Вал вторинний». Графічна частина проекту розташована на шести аркушах формату А1.

Об'єкт проектування: технологічна підготовка виробництва деталі «Вал вторинний» в організаційно-технічних умовах серійного виробництва.

Мета дипломного проекту: автоматизація технологічних процедур для детальної розробки круглошліфувальних операцій при розробці операційного технологічного процесу для виготовлення деталі «Вал вторинний».

Аналітичний розділ проекту містить характеристику об'єкта виробництва, обґрунтування застосованих матеріалів та вимог до точності поверхонь, а також якісний та кількісний аналізи технологічності конструкції деталі.

В технологічному розділі виконан комплекс робіт технологічного проектування, спрямованих на розробку маршрутно-операційного процесу механічної обробки та підготовлені данні для оформлення комплексу технологічної документації.

Об'єктом дослідження в дипломном проекті є використання системи керування базами даних «Есcess» для автоматизації технологічних процедур.

Практичне значення проекту полягає в використанні вітчизняного металорізального обладнання з ЧПК, що дозволяє забезпечити мінімальну технологічну собівартість виготовлення деталей з зубчастими поверхнями, а також в застосуванні компютерних технологій для автоматизації технологічного проектування.

ТЕХПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ, МАШИНОБУДІВНІ МАТЕРІАЛИ, ЗАГОТОВКА, ОБРОБКА, ПРИПУСК, ОПЕРАЦІЯ, ВЕРСТАТ, ПРИСТРІЙ, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, САПР.

Зміст

1 Аналітичний розділ	5
1.1 Ведення	5
1.2 Характеристика об'єкта виробництва	6
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі.	7
2 Технологічний розділ	12
2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталей	12
2.2 Вибір способу отримання заготовки	13
2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі.	16
2.4 Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів механічної обробки	19
2.5 Детальна розробка операцій механічної обробки.	23
3 Конструкторський розділ	34
3.1 Проектування верстатного пристрою	34
3.2 Проектування дискової фрези	40
3.3 Проектування контрольного пристосування	42
4 Автоматизація розрахунку режимів круглого шліфування	45
4.1 Методика розрахунку режимів різання	45
4.2 Структура таблиць бази даних.	48
4.3 Структура та інтерфейс бази даних для вибору характеристики круга ..	51
4.4 Використання бази для розрахунку режимів круглого шліфування	52
Висновки	56
Список літератури	57
Додаток А Відомість матеріалів дипломного проекту	59
Додаток Б Відгук керівника дипломного проекту	60
Додаток В	61

1 Аналітичний розділ

1.1 Вступ

При проектуванні технологічних процесів механічної обробки в сучасних умовах на перше місце виступають питання оптимізації багато, часто суперечливих чинників. Об'єм виробництва виробів повинен строго відповідати потребам ринку. Робота «на склад» руйнівна, тому структура технологічного процесу в цілому і кожній операції окремо, а також організація виробництва, повинні забезпечувати оптимальну продуктивність і високу гнучкість виробництва.

Виходячи з цього, при проектуванні нових цехів необхідно забезпечити оптимальне співвідношення наявних універсальних верстатів напівавтоматів і верстатів ЧПУ, оснащуваних переналагоджуваним оснащенням. Економічно обгрунтоване завантаження устаткування повинне забезпечуватися відповідною організацією виробничого процесу в цеху, заснованою на прогнозуванні і оперативному управлінні з використанням обчислювальної техніки, що дозволяє скоротити час на технологічну підготовку і простої верстатів в наладці.

В даний час зберігається тенденція, коли в ціні виробу значну частину складає вартість матеріалу і енергії. Проте, зниження частки механічної обробки, дозволяє відчутно понизити технологічну собівартість виробів, якщо використовувати заготовки з високим ступенем готовності і устаткування з широкими технологічними можливостями.

Значний ефект можливий від використання сучасного універсального інструменту і інструментальних матеріалів, що забезпечують високу швидкість різання і стійкість, що скорочує машинний час на обробку і час простою верстата в налагодженні.

Такий підхід до проблеми технологічного проектування лежить в основі даного дипломного проекту. Використана мінімальна кількість вітчизняного металоріжучого устаткування і організаційна структура, що дозволяє організувати виробництво типових деталей дрібними партіями з високою продуктивністю і ступенем універсальності. Доведена економічна доцільність застосування заготовок високого ступеня готовності, що дозволило вивести заготовче виробництво за межі виробничого процесу. Компактне технологічне планування, дозволяє на виробничій площі організувати багатомономенклатурне серійне виробництво.

1.2 Технологічний контроль робочого креслення і технічних вимог

Для розробки оптимального технологічного процесу виготовлення деталі, забезпечення раціональної концентрації технологічних операцій із застосуванням економічно обґрунтованих і технологічно необхідних методів обробки, необхідно проаналізувати призначення робочих поверхонь деталі, використовувані матеріали і технічні вимоги до них з погляду умов збірки і експлуатації.

Коробка передач призначена для зміни передавальних чисел трансмісії - здобуття різних швидкостей, а також зміни безпосередньо руху трактора. Крім того, коробка передач забезпечує можливість роботи дизеля при нерухомому тракторі і включеній муфті зчеплення.

Дані деталі є елементами - механічної, п'яти ступінчастої, безпрямой передачі, з трьома пересувними каретками і знижуючим редуктором, який подвоює число передач.

У передньому відсіку загального корпусу коробки передач і заднього моста встановлені первинний, вторинний і проміжний вали, а також вал редуктора.

Головна передача призначена для перетворення моменту, який крутить, і зміни безпосередньо обертання. Вона є парою конічних шестерень з круговими зубами. Провідна шестерня виконана як одне ціле з вторинним валом коробки передач. Деталь працює при ударних навантаженнях, тому необхідна висока поверхнева твердість. Головна передача встановлена в передній частині заднього відсіку корпусу коробки передач і заднього моста. Під час руху трактора, обертання провідної шестерні вторинного валу коробки передач передається веденій шестерні.

Вторинний вал виготовлений як одне ціле з провідною шестернею головної передачі. Ззаду вторинний вал спирається на роликотпідшипник, встановлений в стакані. Стакан розміщений в розточуванні корпусу і зафіксований в нім настановним гвинтом з контргайкою.

На вторинному валу на його шліцах встановлено три пересувні каретки - шестерні, за допомогою яких включається та або інша передача.

Дані деталі є елементами диференціала, що сполучаються, в кінематичному ланцюзі приводу задніх коліс трактора ЮМЗ-6:КЛ. Диференціал забезпечує оптимальне співвідношення частоти обертання задніх коліс трактора при поворотах, а також розподіл моменту, що крутить, на піввісь залежно від стану і опору ґрунту. Умови роботи механізму характеризуються значними навантаженнями в зуб-

чато́му заче́пленні при великому діапазоні зміни швидкостей обертання, і частим реверсуванням. Деталі експлуатуються в закритому корпусі з інтенсивним мастилом при температурі 60-80 С.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Склад робіт по забезпеченню технологічності конструкції виробів на всіх стадіях їх створення встановлюється Єдиною системою технологічної підготовки виробництва. Розрізняють виробничу, експлуатаційну і ремонтну технологічність. Єдиним критерієм технологічності конструкції виробу є її економічна доцільність при заданій якості і прийнятих умовах виробництва і експлуатації.

На етапі проектування технологічного процесу механічної обробки, коли конструкторські документи вже затверджені і не підлягають радикальним змінам, доцільно проводити якісний аналіз технологічності конструкції деталі з метою узагальненого, на підставі досвіду виконавця, встановити ступінь відповідності між показниками якості і прийнятими умовами виробництва. Кількісну оцінку виконують за деякими показниками, щоб охарактеризувати ступінь задоволення вимог до технологічності конструкції.

«Вал вторинний» відноситься до класу «валів» і призначений для передачі крутного моменту в коробці передач трактора.

Конструктивно деталь представлена, як ступінчастий вал. Поверхнями $\varnothing 40_{k6}$ мм і $\varnothing 60_{n6}$ мм вал встановлюється в підшипниках. У канавку шириною 2мм встановлюється стопорне кільце для фіксації підшипника в зібраному вузлі. На різьблення М18 накрутається гайка, що фіксує осьове положення деталі, що сполучається з валом. Вал виготовляється з сталі 30ХГТ ГОСТ 4543-71, яка володіє достатньою міцністю і хорошою оброблюваністю.

Вал має ступінчасту форму, причому діаметри рівнів убувають до кінців валу. Конфігурація деталі забезпечує вільний доступ ріжучого і вимірювального інструментів. Конструкція володіє достатньою жорсткістю (l/d менше 12), що допускає вживання високих режимів різання. Як технологічні бази доцільно виконати і використовувати центрові отвори.

На робочому кресленні вказані наступні необхідні для виготовлення деталі розміри, допуски і шорсткість поверхонь, а так само твердість по Роквеллу HRC 58-65. Твердість серцевини зубів по Роквеллу HRC 35-45. Твердість шліц HRC 50 не більш.

На кресленні є вимоги до взаємного розташування поверхонь:

- Взаємне биття поверхонь діаметрів 60 і 40 мм не більше 0,03 мм;
- Відносно осі поверхонь діаметрів 60 і 40 мм допускається:
- Биття поверхні діаметра 46 мм не більш 0,05мм;
- Биття торця А не більше 0,12 мм на крайках;
- Биття торця Б не більше 0,05 мм на крайках.
- Непаралельність бічних поверхонь шліц не більше 0,05 мм на довжині 100 мм.

Шорсткість поверхонь відповідає точності обробки. Враховуючи умови роботи, річну програму випуску і конфігурацію деталі, вважаємо, що її матеріал вибраний правильно.

Конфігурація деталі дозволяє: використовувати раціональні методи отримання заготовки, вільно вести обробку всіх поверхонь деталі, здійснювати контроль оброблених поверхонь, застосовувати швидкодіючі верстатні пристосування.

Хімічний склад матеріалу та механічні властивості наведені в таблицях 1.1, 1.2.

Таблиця 1.1

у відсотках

C	Mn	Si	Cr	P	S	Ni	Ti
			не більше				
0,24 – 0,32	0,8 – 1,1	0,17 – 0,37	1 – 1,3	0,035	0,035	0,30	0,05

Температура критичних точок матеріалу 30ХГТ:

$A_{c1} = 770$, $A_{c3}(A_{cm}) = 825$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 740$, $A_{r1} = 665$

Таблиця 1.2

Механічні властивості при $T=20C^{\circ}$ матеріалу 30ХГТ .

Вид заготовки	Розмір, мм	σ _B , МПа	σ _T , МПа	d ₅ , %	γ, %	КСУ, кДж/м ²	Термообробка
Поковки	до 100	835	685	13	42	590	Загартування та відпуск

Твердість матеріалу 30ХГТ після відпалу не більше 229 НВ

Основними конструкторськими базами деталі є циліндричні поверхні діаметрами 60п6 та 40к6 мм, а також торець зубчастого вінця. Вони визначають точність установки вала в механізмі і встановлюваних деталей, що відображено на робочому кресленні підвищеними вимогами до класу точності, а також співвісності і симетричності цих поверхонь, щоб уникнути перекосу.

Найбільш відповідальними поверхнями вала є циліндричні поверхні діаметром 60п6 мм параметром шорсткості 0,8 мкм, тому що на них встановлюються підшипники, тому повинні володіти високим класом шорсткості поверхні, а також підвищену зносостійкість. Також на валу нарізані конічні зуби з $m = 6,5$, які

мають параметр шорсткості 1,6 мкм. У зачепленні одночасно беруть участь кілька пар зубів, що позитивно позначається на плавності зачеплення передачі і здатності навантаження. Значення модуля свідчить про переданої великому навантаженні і моменті. Виходячи з умов робочого креслення, зносостійкість зубів, можливо підвищити до 36 ... 47 НВ. Така твердість може бути досягнута шляхом гартування і високої відпустки.

Деталь відноситься до класу валів, тобто тіл обертання з довжиною більше двох діаметрів, і одночасно є елементом зубчастої передачі.

Основною характеристикою валів, що визначає технологічність конструкції, є жорсткість, яку оцінюють по величині відношення $L / d_{пр}$, де L - довжина вала, мм; $d_{пр}$ - приведений діаметр вала, який визначається за формулою:

$$d_{пр} = \frac{\sum_1^n d_i \cdot l_i}{L} = \frac{40 \cdot 26 + 54 \cdot 165 + 60 \cdot 44 + 90 \cdot 45}{400} = 40,75 \text{ (мм)}, \quad (1.6)$$

де d_i - діаметр i -тій сходинці вала, мм;

l_i - довжина i -тій сходинці вала, мм.

Конструкція вала дозволяє вести обробку в центрах, тобто забезпечити поєднання технологічних і вимірювальних баз, а також виконати требо-вання сталості баз, що гарантує співвісний розташування робочих поверхонь вала.

Співвідношення квалитетов точності і параметрів шорсткості більшості, оброблюваних поверхонь є оптимальним. Двостороннє розташування уступів і співвідношення діаметрів ступенів, сприятливі для продуктивної токарного оброблення та рівномірної концентрації операцій. Геометричні характеристики гвинтової поверхні дозволяють виконувати обробку «на прохід», що значно для чистової обробки з точки зору на вимоги до якості поверхні. Таким чином, технологічність конструкції деталі "Вал-шестерня» після якісного аналізу можна оцінити, як гарну.

Кількісну оцінку технологічності конструкції деталі виконаємо за трьома з одинадцяти, передбачених ГОСТ 14.201-83 показниками.

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів визначається за формулою:

$$K_{у.э} = \frac{Q_{у.э}}{Q_э}, \quad (1.7)$$

де $Q_{у.э}$ - число уніфікованих типорозмірів конструктивних елементів;

$Q_э$ - число типорозмірів конструктивних елементів;

Прикладами конструктивних елементів виробу є різьблення, кріплення, галтелі, фаски, проточки, отвори і т.п. Ознаки за якими конструктивний елемент

може вважатися уніфікованим встановлюється галузевої нормативно-технічною документацією. У деталі «Вал-шестерня» конструктивними елементами є: дві фаски ($2 \times 45^\circ$) радіус заокруглення R1, центровий отвір B12. Аналізуючи вимоги робочого креслення, приходимо до висновку, що коефіцієнт уніфікації за лінійними розмірами, радіусів заокруглення і сполучення більше 0,6, тобто за даними конструктивних елементів деталь технологічна.

2. Коефіцієнт точності обробки визначається за формулою:

$$K_{\text{ТЧ}} = 1 - \frac{1}{A_{\text{ср}}}, \quad (1.8)$$

где $A_{\text{ср}}$ – середній квалітет размеров изделия, определяемый по формуле:

$$\begin{aligned} A_{\text{ср}} &= \frac{\sum A \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 12n_{12} + 13n_{13} + 14n_{14}}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_{12} + n_{13} + n_{14}} = \\ &= \frac{6 \cdot 2 + 12 \cdot 4 + 8 \cdot 2}{8} = 9,5 \end{aligned} \quad (1.9)$$

де A - квалітет обробки;

n_i - число розмірів відповідного квалітету.

Підставивши отримане значення в формулу (1.8) отримаємо результат:

$$K_{\text{ТЧ}} = 1 - \frac{1}{9} = 0,111,$$

При такому значенні коефіцієнта точності обробки деталь вважається технологічною, оскільки КТЧ більше нормативного значення (0,8).

3. Коефіцієнт шорсткості поверхні дорівнює:

$$K_{\text{Ш}} = 1 - \frac{1}{B_{\text{ср}}}, \quad (1.10)$$

де $B_{\text{ср}}$ – середнє значення параметра шорсткості, що визначається за формулою:

$$\begin{aligned} B_{\text{ср}} &= \frac{\sum B \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{50 \cdot n_1 + 25 \cdot n_2 + \dots + 0,8 \cdot n_7 + 0,4 \cdot n_8 + \dots + 0,0012 \cdot n_{14}}{n_1 + n_2 + \dots + n_7 + n_8 + \dots + n_{14}} = \\ &= \frac{6,3 \cdot 1 + 3,2 \cdot 3 + 1,6 \cdot 1 + 0,8 \cdot 3 + 0,5 \cdot 1}{9} = 2,3 \text{ мкм} \end{aligned} \quad (1.11)$$

де B – числове значення параметра шорсткості за шкалою Ra ГОСТ 2789-73;

n_i - число поверхонь з відповідним числовим значенням параметра шорсткості.

Підставивши отримане значення в формулу (1.10) отримаємо результат::

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{2,3} = 0,4$$

Таке значення при обробці матеріалів з кольорових сплавів свідчить про технологічність деталі за даним показником.

2 Технологічний розділ

2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталей

Виробнича програма випуску деталей встановлюється залежно від річної потреби виробів і організаційно-технічних умов збірки. На початковому етапі проектування технологічних процесів виготовлення деталей, що входять у вироб, річна виробнича програма випуску визначається по формулі:

$$N = N_{\text{и}} \cdot q \cdot \left(1 + \frac{h}{100}\right), \text{ (шт/рік)} \quad (2.1)$$

де $N_{\text{и}}$ – річна програма випуску виробів;

q – кількість деталей даного найменування в одному виробі;

h – відсоток деталей, призначених на запасні частини.

Річна потреба в даних деталях, які є елементами в коробці передач трактора ЮМЗ-6КМ становить 2000 штук. У коробці передач використовується один вторинний вал. Враховуючи умови роботи деталі, приймається $q=2\%$. Підставивши ці дані у формулу (2.1), отримаємо значення річної виробничої програми:

$$N_{\text{вал}} = 2000 \cdot 1 \cdot 1,02 = 2040 \text{ приймаємо } 2040 \text{ шт.}$$

Загальноприйнятим комплексним критерієм при розробці і аналізі технологічного процесу є така класифікаційна категорія, як тип виробництва. Попереднє визначення типу виробництва ґрунтується на взаємозв'язку між річною програмою випуску деталі і її масою. Виходячи з прийнятої річної виробничої програми випуску деталей і їх маси (2,95 і 6,8 кг) приймаємо середньосерійний тип виробництва. Одним з показників, що характеризують серійне виробництво, є величина партії деталей, що одночасно запускаються у виробництво.

Розмір партії деталей визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi} = \frac{2040 \cdot 10}{250} = 81,6 \text{ шт.} \quad (2.2)$$

де N – річна програма випуску виробів у штуках;

a – число днів, на які необхідно мати запас деталей на складі 10;

Φ – число робочих днів у році, 250.

Приймаємо партію запуску деталей в виробництво $n = 85$ штук, що забезпечує 24 запуски на рік.

2.2 Вибір способу отримання заготовки

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати призначення і конструкцію деталі, технічні вимоги, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення. Вибрати заготовку – означає встановити спосіб її отримання, призначити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати вимоги до точності виготовлення. При виборі заготовки для знов спроектованого технологічного процесу розглянемо два способи отримання заготовки, які не викликають істотних змін в побудові і змісті процесу механічної обробки. В цьому випадку перевага віддається заготовці, що характеризується кращим використанням металу і меншою вартістю з урахуванням приведених витрат на одиницю продукції по статтях витрат, що відрізняються.

Умови роботи механізму характеризуються значними навантаженнями в зубчатому зачепленні при великому діапазоні зміни швидкостей обертання, і частим реверсуванням. Оскільки деталь розміщена в закритому корпусі з інтенсивним мастилом при температурі 60-80 С, то суттєвих акцентів на вибір способу отримання заготовки робити не варто. Розглянемо найбільш поширені в серійному виробництві види заготовок: прокат і штампування. Розміри заготовок із сортового прокату визначаються з урахуванням припуску на обробку ступені найбільшого діаметра і припуску на підрізання торців.

Приймаємо в якості заготовки прокат сталевий гарячекатаний круглий ГОСТ 2590-88 діаметром 115 мм. Вартість заготовки з прокату оцінюється витратами на матеріал, визначають за масою заготовки, що використовується на виготовлення деталі, і масі реалізованої стружки. Вартість однієї тони матеріалу заготовки відповідного виду за прейскурантом 10790 грн., вартість однієї тони відходів відповідного виду за прейскурантом 2000 грн. Технологічна собівартість операцій правки і різання прутків на штучні заготовки не враховується у вартості заготовки, так як перераховані витрати входять у собівартість технологічних операцій. Загальна вартість заготовки, що приймається для порівняльного аналізу, складає 258,87 грн. Альтернативним варіантом заготовки для виготовлення деталі «Вал вторинний» є штампування на кривошипних гарячештампувальних пресах. Конфігурація заготовки наведена на рисунку. 2.1.

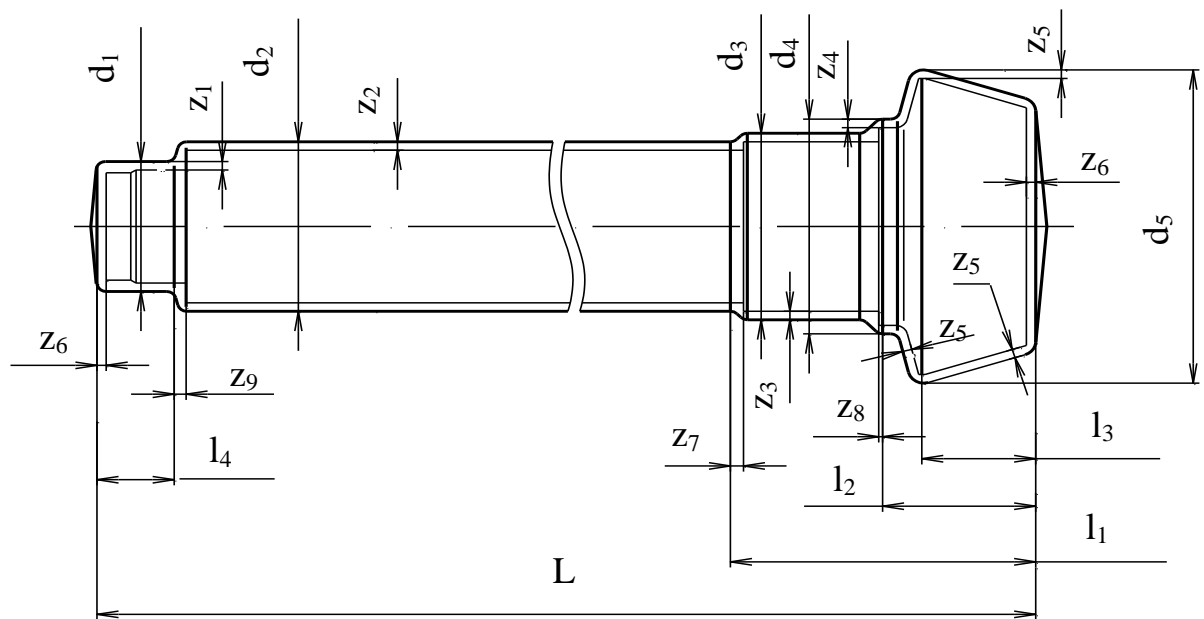


Рисунок 2.1 – Форма поковки

Розміри заготовки розраховують з урахуванням припусків на механічну обробку, які призначають по ГОСТ 7505-89. У відповідності з методикою, приймаємо наступні вихідні дані:

Розрахункову масу поковки визначимо за формулою (2.3):

$$M_{\text{пр}} = 6,8 \cdot 1,5 = 10,2 \text{ (кг)} \quad (2.5)$$

Інші дані, що характеризують поковку, наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристика поковки	Позн.	Примітка
Клас точності поковки	T4	Штамповка на КГШП
Група сталі	M2	Вміст легируючих елементів 2 - 5%
Степінь складності поковки	C3	$G_{\text{п}}/G_{\text{ф}}=6,8/30,2 = 0,23$

На підставі вихідних даних по таблиці 2 ГОСТ 7505-89 визначаємо вихідний індекс штампування - 15. Відповідно до них визначаються основні припуски на механічну обробку і допуски на розміри заготовки. Додатковий припуск, що враховує зміщення штампу по площині рознімання і відхилення від прямолінійності завдяки жолобленню, призначаємо за таблицями 2.4; 2.5. Розраховані розміри заготовки наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Розмір поверхні, мм	Параметр шорсткості Ra, мкм	Основний припуск на сторону, мм	Додатковий припуск, мм	Загальний припуск на сторону, мм		Розмір заготовки, мм	Позначення на рис.2.2
Зовнішні циліндричні поверхні							
40k6	0,8	2,5	0,8	3,3	z ₁	46,6 ^{+2,1} _{-1,1}	d ₁
54h14	12,5	1,9		2,7	z ₂	59,4 ^{+2,1} _{-1,1}	d ₂
60n6	0,8	2,5		3,3	z ₃	66,6 ^{+2,4} _{-1,2}	d ₃
70h14	12,5	1,9		2,7	z ₄	75,4 ^{+2,4} _{-1,2}	d ₄
103,54h14	12,5	2,0		2,8	z ₅	109,1 ^{+2,7} _{-1,3}	d ₅
Торцеві поверхні							
400 _{-1,55}	12,5	2,6	0,8	3,4	z ₆	406,8 ^{+3,3} _{-1,7}	L
92	12,5	1,9		2,7	z ₇	98,1 ^{+2,4} _{-1,2}	l ₁
48h14	0,8	2,5		3,3	z ₈	54,7 ^{+2,1} _{-1,1}	l ₂
35	12,5	1,7		-	-	38,4 ^{+1,8} _{-1,0}	l ₃
26	3,2	2,0		2,8	z ₉	26,6 ^{+1,8} _{-1,0}	l ₄

Маса заготовки визначається з урахуванням номінальних виконавчих розмірів заготовки і штампувальних ухилів для зовнішніх поверхонь, рівних 5°, у відповідності з рис. 2.1.

$$Q = \rho \cdot \sum_{i=1}^n V_i = 7,85 \cdot 10^3 \cdot (45,3 + 786,6 + 170,6 + 35,7 + 49,0 + 281,8) \cdot 10^{-6} = 10,75 \text{ (кг)}$$

Узагальнені дані, наведені в таблиці 2.3, дозволяють зробити висновок, що для проєктованого технологічного процесу виготовлення валу - заготовка, вироблена штампуванням економічно вигідна, ніж заготовка з прокату, а коефіцієнт використання матеріалу на 42 % краще.

Таблиця 2.3

Показник	Метод отримання заготовки	
	Прокат	Штамповка
Маса заготовки, m _з , кг	32,6	10,75
Коефіцієнт використання матеріалу, K _{вм}	0,21	0,63

2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

Технологічний процес в умовах серійного типу виробництва характеризується широкою номенклатурою виробів та значними обсягами випуску. Ефективність такого виробництва в значній мірі залежить від можливості поєднання універсальності та мобільності одиничного виробництва з високою організацією та продуктивністю масового. Таке поєднання передбачає використання обладнання з широкими технологічними можливостями, високим ступенем універсальності і автоматизації. Враховуючи, що серійне виробництво характеризується широкою номенклатурою не тільки виробів, але і оброблюваних матеріалів, вимоги до широкого вибору економічно ефективних методів і режимів обробки металів можуть бути виконані шляхом наявності різноманітного парку металорізального обладнання, універсальних і переналажуємих спеціальних пристосувань, розвиненого інструментального та метрологічного господарства. Найбільш ефективним засобом, що дозволяє забезпечити найвищу ступінь автоматизації, високу універсальність і значну продуктивність ність при великій насиченості технологічних операцій, є раціональне використання обладнання з числовим програмним управлінням і пов'язані з ним технології організації робочих місць, складів, транспорту, контролю операцій та управління виробничими процесами. Технологічний процес в умовах серійного типу виробництва характеризується широкою номенклатурою виробів і значними об'ємами випуску. Ефективність такого виробництва в значній мірі залежить від можливості поєднання універсальності і мобільності одиничного виробництва з високою організацією і продуктивністю масового. Таке поєднання припускає використання устаткування з широкими технологічними можливостями, високим ступенем універсальності і автоматизації.

При розробці маршрутної технології виготовлення деталі «Вал вторинний» орієнтуємося на типовий технологічний маршрут виготовлення зубчатих валів в умовах серійного виробництва. Кількість технологічних операцій, їх концентрація буде визначатися методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітета розміру, параметра шорсткості і умов оброблюваності середнь-олегованих сталей. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які можуть забезпечити виконання вимог креслення наведено в таблиці 2.4.

Технологічними базами для обробки всіх поверхонь деталі, за винятком паза і різьбового отвіру, будуть центрові отвори, які виконуються на першій операції. Зважаючи на форму і розміри заготовки, а також наявність комбінованого

центрового отвору з лівого торця, перша операція виконується на свердлильно-фрезерно-розточувальному верстаті з ЧПК де на двох позиціях поворотного столу здійснюється повна обробка деталей з двох торців.

Таблиця 2.4

Вид поверхні, розмір, мм	Квалітет	Шорсткість Ra, мкм	Метод обробки поверхні
Торцеві 400 _{-1,55}	14	12,5	Фрезерування
Зовнішня Ø103,54; Ø70; Ø58 ₄	14	12,5	Точіння однократне
Зовнішня Ø60n6, Ø40k6	6	0,8	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування попереднє Шліфування остаточне
Зовнішня Ø54d11	11	3,2	Точіння чорнове Точіння чистове
Зовнішня Ø48e8	8	0,8	Фрезерування Шліфування
Торцеві 48, 326 ^{+0,36}	11	0,8	Точіння Шліфування
M18-7H	-	6,3	Свердління Нарізання різьби мітчиком

Попередню обробку поверхонь ступенів валу доцільно виконувати на токарному верстаті з ЧПК. Будучи універсальними, такі верстати допускають обробку по автоматичному циклу, що полегшує багатOVERстатне обслуговування, дає можливість виробляти швидко і просто переналагодження при обточування ступінчастих валів різних розмірів за заздалегідь розробленою програмою.

На наступній операції доцільно фрезерувати два торцеві пази шириною 8 мм, які в подальшому можуть використовуватись для базування заготовки і передачі крутного моменту при фрезерування зубців та на шліфувальних операціях.

Вважаючи значну довжину шліцевої поверхні, її обробка супроводжується зниженням жорстості деталі, тому в першу чергу треба здійснити фрезерування шлиців, потім попереднє шліфування основних конструкторських баз, для поліпшення процесу насичення поверхонь вуглецем, а потім чорнове і чистове фрезерування зубців. Така послідовність забезпечить максимальну точність розташування зубців та інших поверхонь відносно загальної вісі деталі.

Перед хіміко-термічною обробкою здійснюється проміжний контроль точності розмірів та відносного розташування основних поверхонь деталі.

Після досягнення необхідної твердості поверхонь передбачається три операції чистової обробки. Спочатку на шліцешліфувальному верстаті з ЧПК, який дозволяє здійснювати обробку одночасно бокових поверхонь шлиців і меншого діаметру, так і роздільно зі зміною шліфувального круга, завершується обробка шлиців. Потім на двох торцекруглошліфувальних полуавтоматах здійснюється остаточно обробка робочих шийок вала.

На завершальній операції проводиться комплексний контроль розмірів поверхонь та їх взаємного розташування.

Запропонований маршрут обробки валу наведений в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5

№ оп.	Найменування операції	Короткий зміст операції	Верстат
05	Програмна	Комплексна обробка двох торців	BCM-206 BM-13CNC2
10	Токарна с ЧПК	Повна токарна обробка з правої сторони	NEF400
15	Токарна с ЧПК	Повна токарна обробка з лівої сторони	NEF400
20	Фрезерувальна	Фрезерування двох пазів 8 мм	6P81
25	Шліцефрезерувальна	Фрезерування шлиців	5350
30	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø60 і торця	3Т161
35	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø40 і торця	3Т161
40	Зубооброблююча	Чорнове фрезерування зубців	5С270П
45	Зубооброблююча	Чистове фрезерування зубців	5С270П
50	Контрольна	Проміжний контроль	Стіл БТК
55	Термічна обробка	ХТО	-
60	Шліцешліфувальна	Шліфування шлиців	3М451ВФ2
65	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø60 мм	3Т161
70	Шліфувальна	Шліфування поверхні Ø40 мм	3Т161
75	Контрольна	Комплексний контроль деталі	Стіл БТК

2.4 Розрахунок припусків і межопераційних розмірів механічної обробки

Для оброблюваних поверхонь деталі «Вал вторинний» розрахунок мінімального припуску виконаємо на найбільш точну поверхню - опорну шийку діаметром 60п6 мм.

Мінімальна величина припуску при обробці циліндричних поверхонь визначається по формулі:

$$2Z_{i \min} = 2[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2}], \quad (2.7)$$

де Rz і h - параметр шорсткості й глибина дефектного шару, що характеризують умови попереднього технологічного переходу (заготовку), мкм;

Δ_{Σ} - сумарна величина просторових відхилень після виконання попереднього технологічного переходу, мкм;

ε_i - похибка встановлення деталі в пристосуванні на виконуваному технологічному переході, мкм

Визначимо значення параметрів, що входять у формулу (2.7):

1. Особливістю обробки деталі є виконання ХТО до проведення чистового шліфування. Жолоблення деталі після термообробки повинне бути враховане шляхом збільшення припуску на шліфування. З іншого боку, після термічної обробки на поверхні деталі відсутній дефектний шар, що враховується параметром h . Для обліку цих факторів у метод обробки поверхні включений відповідний перехід.

2. Сумарну величину просторових відхилень поверхонь штампованої заготовки, які обробляються в центах, визначимо по формулі:

$$\Delta_{\Sigma \text{ заг}} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2 + \Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{ц}}^2}, \quad (2.8)$$

де $\Delta_{\text{кор}}$ - зігнутість штампування класу точності Т4, довжиною 400-630 мм за ГОСТ 7505-89 не повинна перевищувати 1,6 мм;

$\Delta_{\text{см}}$ - зсув по поверхні рознімання при штампуванні заготовки масою 10-20 кг становить 1,0 мм;

$\Delta_{\text{ц}}$ - похибка зацентрування визначається по формулі:

$$\Delta_{\text{ц}} = 0,25 \sqrt{T^2 + 1} = \sqrt{3,3^2 + 1} = 3,45 \text{ (мм)}, \quad (2.9)$$

де T - допуск на діаметральний розмір бази заготовки, яка використовується при зацентруванні, мм

Підставивши значення у формулу (2.7) одержимо результат:

$$\Delta_{\Sigma_{\text{заг}}} = \sqrt{1,6^2 + 1,0^2 + 3,45^2} = 3,59 \text{ (мм)}$$

Місцеве відхилення осі деталі від прямолінійності (кривизну) після термообробки й виправлення на пресі приблизно визначимо по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = (1 - l_x) \cdot \Delta_{\text{до}} = (407-70) \cdot 0,15 = 51 \text{ (мкм)}, \quad (2.10)$$

де l - довжина заготовки, мм

l_x - відстань від торця деталі до розглянутого перетину, мм

$\Delta_{\text{до}}$ - питома кривизна заготовки, мкм/мм. Для кувань типу валів після виправлення на пресах приймається 0,15 мкм/мм [12. табл.16 с.186]

Залишкові просторові відхилення заготовки визначаються по формулі:

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma_{\text{заг}}} \cdot K_y, \quad (2.11)$$

де K_y - коефіцієнт уточнення форми, що залежить від виду технологічного переходу [21. Табл.29 с.190].

Приймаються значення коефіцієнта уточнення K_y після чорнового гостріння 0,06, після чистового гостріння - 0,04, після шліфування - 0,03.

3. Похибка встановлення при базуванні в центрах відсутня.

З використанням формули (2.7) визначається мінімальний припуск для кожного переходу МОП. А саме:

$$\text{для чорнового точіння } 2Z_{\text{чер.точ.}} = 2[(160 + 200) + \sqrt{3590^2}] = 7900 \text{ (мм)}$$

$$\text{для чистового точіння } 2Z_{\text{чист.точ.}} = 2[(50 + 50) + \sqrt{215^2}] = 630 \text{ (мм)}$$

$$\text{для шліфування попер. } 2Z_{\text{шлиф.ін.}} = 2[(25 + 25) + \sqrt{9^2}] = 118 \text{ (мм)}$$

$$\text{для шліфування остат. } 2Z_{\text{шлиф.оконч.}} = 2[10 + \sqrt{51^2}] = 162 \text{ (мм)}$$

Розрахунок граничних припусків і межопераційних розмірів при обробці циліндричної поверхні діаметром 60п6 мм наведений у таблиці 2.6.

Розрахунковий розмір для останнього переходу (шліфування) приймається рівним мінімальному розміру по кресленню (60,020 мм). Для наступного переходу він визначається шляхом додатка призначеного припуску (60,182 мм). Аналогічні обчислення виконуються для всіх переходів МОП. Отримані значення приймають у якості мінімального операційного розміру після округлення з урахуванням значущих цифр технологічного допуску. Максимальні операційні розміри відрізня-

ються від мінімальних на величину технологічного допуску.

Граничні припуски для кожного переходу МОП визначаються шляхом вираховування граничних розмірів на двох сусідніх переходах:

$$\text{для чорнового точіння } Z_{\text{чер. min}} = 68,8 - 60,9 = 7,9 \text{ (мм)}$$

$$Z_{\text{чер. max}} = 72,4 - 61,2 = 11,2 \text{ (мм)}$$

$$\text{для чистового точіння } Z_{\text{чист. min}} = 60,90 - 60,30 = 0,60 \text{ (мм)}$$

$$Z_{\text{чистий. max}} = 61,20 - 60,42 = 0,78 \text{ (мм)}$$

$$\text{для шліф. попереднього } Z_{\text{шліф. черн. min}} = 60,300 - 60,182 = 0,118 \text{ (мм)}$$

$$Z_{\text{шліф. черн. max}} = 60,420 - 60,228 = 0,192 \text{ (мм)}$$

$$\text{для шліф. остаточного } Z_{\text{шліф. чист. min}} = 60,182 - 60,020 = 0,162 \text{ (мм)}$$

$$Z_{\text{шліф. чистий. max}} = 60,228 - 60,039 = 0,189 \text{ (мм)}$$

Таблиця 2.6

Метод обробки поверхні	Елементи припуску,			Припуск, мкм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мм		
	Rz	h	$\Delta\Sigma$				d_{\min}	d_{\max}	Z_{\min}	Z_{\max}	
Зовнішня циліндр. 60 н6 $^{+0,039}_{+0,020}$ мм											
Заготовка	160	200	3590		68,830	3600	68,8	72,4			
Точіння чорнове	50	50	215	7900	60,930	300	60,9	61,2	7,9	11,2	
Точіння чистове	25	25	9	630	60,300	120	60,30	60,42	0,60	0,78	
Шліфування поп.	10	20	-	118	60,182	46	60,182	60,228	0,118	0,192	
Термообробка	10	-	51	-		-					
Шліфування остат.	5	-	-	162	60,020	19	60,020	60,039	0,162	0,189	

Підставив значення із таблиці 2.12 в формулу 2.6, отримуємо результат перевірки правильності розрахунку:

$$(11,2+0,78+0,192+0,189) - (7,9+0,60+0,118+0,162) = 3,600 - 0,019$$

$$3,581 = 3,581$$

Розрахунок міжопераційних розмірів на обробку інших поверхонь вала вторинного зведений в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7

Метод обробки поверхні	Припуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мм	
				D _{min}	D _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Зовнішня циліндрична Ø40k6 ^{+0,018} / _{+0,002} мм							
Заготовка		45,602	3200	45,6	48,8		
Точіння чорнове	4,0	41,602	390	41,60	41,99	4,00	6,81
Точіння чистове	1,2	40,402	100	40,40	40,50	1,20	1,49
Шліфування попер.	0,3	40,102	39	40,102	40,141	0,298	0,359
Шліфування остаточно	0,1	40,002	16	40,002	40,018	0,100	0,123
Метод обробки поверхні	Припуск, мм	Розрахунковий розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мм	
				D _{min}	D _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Зовнішня циліндрична Ø54d11 (^{-0,1} / _{-0,3}) мм							
Заготовка		59,1	3600	59,0	62,6		
Точіння чорнове	4,2	54,9	460	54,90	55,36	4,10	7,24
Точіння чистове	1,2	53,7	200	53,7	53,9	1,20	1,46
Торцева 48±0,31 мм							
Заготовка		50,99	3200	51,0	54,2		
Точіння	3,0	47,99	1000	48,0	49,0	3,0	5,2
Шліфування	0,3	47,69	620	47,69	48,31	0,31	0,69
Тореві 400 _{-1,55} мм							
Заготовка		405,25	5000	405	410		
Фрезерування лівого торця	3,4	401,85	2500	401,9	404,4	3,1	5,6
Фрезерування правого торця	3,4	398,45	1550	398,45	400,00	3,45	4,40

2.5 Детальна розробка операцій механічної обробки

Основна мета детальної розробки технологічної операції – розробка технологічної документації, що містить повну інформацію про зміст операції, її технологічне і метрологічне оснащення, трудовитрати. Початковими даними, що визначають послідовність операцій і їх призначення, є технологічні маршрути виго-

товлення деталей. Призначення режимів різання, вимог до точності розмірів здійснюємо на підставі результатів розрахунку міжопераційних припусків і розмірів.

Виготовлення деталі «Вал вторинний» передбачає 21 технологічних операцій. Термічна операція виконується за межами цеху. Детально розробимо першу операцію механічної обробки, привласнивши їм позначення, прийняті в технологічній документації. Данні, що характеризують інші операції, необхідні для оформлення технологічної документації, наведені в таблиці 2.16.

Операція 05, Програмна

Операція виконується на багатоцільовому горизонтальному сверлильно-фрезерно-розточному верстаті верстат ВСМ-206ВМ-13СNC2 оснащений хрестовим поворотним столом і безконсольної шпіндельної головкою також верстат укомплектований системою ЧПУ-SINUMERIC-840D.

Заготовка базується на поворотному столі в пристосуванні на двох призмах з упором у торець. У процесі виконання операції здійснюється повна обробка заготовки із двох протилежних сторін з використанням двох позицій поворотного столу й шести видів інструментів для виконання восьми інструментальних переходів.

Позиція 1

- 1) Фрезерується площина торця в розмір $406 \pm 1,25$ мм;
- 2) Свердлиться центровий отвір В12 ГОСТ 14034-71;

Позиція 2

- 1) Фрезерується площина торця в розмір $400_{-1,55}$ мм;
- 3) Свердлиться отвір під різьблення М18х1,5-7Н на глибину 55 мм;
- 4) Зенкерується отвір 20 мм на глибину 8 мм із утворенням фаски;
- 5) Зенкується конічна поверхня з кутом 120°;
- 6) Нарізується різьблення М18х1,5--7Н;
- 7) Зенкується конічна поверхня з кутом 60°.

Для закріплення різального інструменту на верстаті використовується допоміжний інструмент на базі якого комплектується інструментальний блок різного призначення. Загальною характеристикою системи допоміжного інструмента є вид і розмір хвостовика, що забезпечують його закріплення в шпінделі, а також захват пристроєм для транспортування з магазину в шпіндель і назад. Для даного верстата використовується хвостовик конічністю 7:24 розміром 50 мм для верста-

тів із числовим програмним керуванням по СТ СЭВ 1859-79. При цьому, конструктивні елементи для кріплення різального інструменту визначаються відповідним нормативно-технічним документом у вигляді технічних умов.

Узагальнені дані по технологічному оснащенню всіх інструментальних переходів даної операції наведені в таблиці 2.16. Узгодження параметрів робочих рухів верстата здійснювалося відповідно до наведеного нижче короткій технічній характеристиці.

Стисла технічна характеристика верстата:

1. Розміри робочої поверхні стола, мм	630x800
2. Діаметр поворотної частини столу, мм	630
3. Найбільша маса оброблюваної заготовки, кг	300
4. Найбільше переміщення столу, мм	
	поздовжнє 630
	поперекове 800
	шпиндельної головки вертикальне 500
5. Відстань від осі шпинделя до робочої поверхні столу, мм	65-555
6. Відстань від торця шпинделя до центра столу, мм	230-730
7. Конус отвору шпинделя ГОСТ 15945-82	50
8. Місткість інструментального магазину	30
9. Найбільший діаметр інструмента, установлюваного в магазин, мм	160
10. Частота обертання шпинделя, об/хв	31,5, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000
11. Робочі подачі, мм/хв	2; 3,5; 4, 5; 6,3;8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500
12. Швидкість швидкого переміщення, мм/хв	5000
13. Потужність електродвигуна головного руху, кВт	4,5

Наведемо розрахунок режимів різання для першого інструментального переходу:

Обробка здійснюється насадною торцевою фрезою діаметром 100 мм, з 10 зубами із пластин твердого сплаву Т5К10.

1. Призначається рекомендована подача на зуб фрези, залежно від глибини фрезерування й діаметра фрези. У цьому випадку глибина різання 5,6 мм (див. табл.2.13). Призначається $S_{ZT} = 0,14$ мм/зуб.

2. Значення цієї подачі уточнюється залежно від конкретних умов обробки за допомогою поправочних коефіцієнтів по формулі:

$$S_Z = S_{ZT} \cdot K_{S_Z} = S_{ZT} \cdot K_{S_{Zc}} \cdot K_{S_{Zи}} \cdot K_{S_{ZR}} \cdot K_{S_{Zф}} = 0,14 \cdot 1,2 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,14 \text{ мм/зуб}, \quad (2.21)$$

де S_{ZT} - матричне значення, мм/зуб;

$K_{S_{Zc}}$ - коефіцієнт, що враховує технологічні умови обробки (по табл. 108 с.299-301 встановлюється шифр типової схеми обробки (I), потім по таблиці 109 - коефіцієнт $K_{S_{Zc}} - 1,2$);

$K_{S_{Zи}}$ - коефіцієнт, що враховує матеріал фрези, 0,85 (табл.114 с.305);

$K_{S_{ZR}}$ - коефіцієнт, що враховує шорсткість обробленої поверхні;

$K_{S_{Zф}}$ - коефіцієнт, що враховує вид оброблюваної поверхні;

3. Визначається матричне значення швидкості різання (V_T) залежно від діаметра фрези, глибини фрезерування й уточненого значення подачі (S_Z). З урахуванням інтерполяції $V_T = 162$ м/хв.

Табличне значення швидкості різання уточнюється залежно від ступеня жорсткості технологічної схеми й змінних умов обробки по формулі:

$$V = V_T \cdot K_{V_c} \cdot K_{V_m} \cdot K_{V_{и}} \cdot K_{V_{п}} \cdot K_{V_o} \cdot K_{V_{ф}} \cdot K_{V_B} = 162 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 213,8 \text{ м/хв} \quad (2.22)$$

де V_T – матричне значення швидкості;

K_{V_c} - коефіцієнт, що враховує технологічні умови обробки (по таблиці 108 с.299-301 встановлюється шифр типової схеми обробки, потім по таблиці 109 - коефіцієнт $K_{V_c} - 1,1$);

K_{V_m} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу (1,0);

$K_{V_{и}}$ - коефіцієнт, що враховує матеріал інструмента (1,0);

$K_{V_{п}}$ - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні (1,0);

K_{V_o} - коефіцієнт, що враховує умови обробки (1,2);

$K_{V\phi}$ - коефіцієнт, що враховує головний кут у плані (1,0);

K_{VB} - коефіцієнт, що враховує відношення фактичної ширини фрезерування до нормативного (1,0);

Розраховуємо частоту обертання фрези (n), що забезпечує необхідну швидкість різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\phi}} = \frac{1000 \cdot 213,8}{3,14 \cdot 100} = 953 \text{ об/хв}, \quad (2.23)$$

де V - розрахункова швидкість різання, м/хв;

D_{ϕ} – діаметр фрези, мм.

Оскільки верстат для обробки поверхні безступенчатий то приймаємо розрахункову подачу - 953 мм/хв.

Машинний час на виконання даного переходу визначимо по формулі:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_m} = \frac{86}{800} = 0,09 \text{ хв}. \quad (2.24)$$

де L_{px} – довжина робочого ходу фрези (86), мм

S_m -хвилинна подача стола, мм/хв

Характеристики робочих рухів на інших інструментальних переходах даної операції, як і всіх інших, наведена в таблиці 2.8

Таблиця 2.8 Узагальнена характеристика операцій по виготовленню деталі «Вал вторинний»

Операція 05, Програмна					
Модель верстата	Пристосування	T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шк}$
		хв.	хв.	хв.	хв.
ВСМ-206В М-13СNC2	ТММ.ПД18.12.06	4,87	3,37	40	9,4
Зміст та оснащення операції					
Зміст переходу		Різальний інструмент		Допоміжний інструмент	
Позиція 1					
1.Фрезерувати правий торець		Фреза 2214-0153 ГОСТ 9473-80		Оправка 191431054 ТУ2 035-697-79	
2.Сверлити центровий отвір		Свердло 2317-0112 ГОСТ 14952-75		Патрон 191113040 ТУ2 035-490-76	

Продовження таблиці 2.8

Позиція 2							
3. Фрезерувати лівий торець		-		-			
4.Свердлити отвір під різьбу		Свердло 2301-0199 ГОСТ 19903-77		Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85			
5. Зенкерувати отвір $\varnothing 20$		Зенкер 035-2323-0015 ТУ 2-035-926-83		Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85			
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
6. Зенкувати конус $\angle 120^\circ$		Зенковка 2353-0147 ГОСТ 14953-80			Втулка 191831073 ТУ2 035-978-85		
7. Нарізати різьбу М18х1,5-7Н		Мітчик 035-2620-0561 ОСТ 2И52-1-74			Держатель 91112041 ТУ2 035-763-80 Патрон 191221030 ТУ2 035-681-79		
8. Зенкувати конус $\angle 60^\circ$		Зенковка 2353-0124 ГОСТ 14953-80			Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	3,5	54	81,6	224	1,15	0,1	
2	6	32	63	1000	0,08	0,2	
3	3,5	54	81,6	224	1,15	0,1	
4	8,25	250	15,7	500	0,8	0,3	
5	2	40	17,8	300	0,12	0,3	
6	2	40	19,8	400	0,12	0,2	
7	1,5	1,5 об	5,6	100	0,33	0,3	
8	2	40	19,8	400	0,12	0,3	
Операція 10, Токарна з ЧПК							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
1713Ф3	Патрон УГО. 000000.000 Цент А-2-5-У ЧПУ ГОСТ 8742-75.			5,2	1,2	21	5,5
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Чорнове точіння зовнішніх пов.		Резец 2102-0312 тип4 ГОСТ 21151-75			Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74		
2.Точити дві канавки		Резец К.01.4525.000-01 ВНИИи			Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74		
3. Чистове точіння зовнішніх пов.		Резец 2102-0312 тип4 ГОСТ 21151-75			Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74		

Продовження таблиці 2.8

Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	3,95	170	96,9	500	3,24	0,1	
2	1,43	60	53,4	400	0,08	0,1	
3	0,63	170	123,9	1000	1,88	0,1	
Операція 15, Токарна з ЧПК							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
1713Ф3	Патрон УГО. 000000.000 Центр А-2-5-У ЧПУ ГОСТ 8742-75.			0,45	0,9	18	1,2
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент		Допоміжний інструмент			
1. Точіння конічної пов. справа		Різець Т5К10 21021-3014 ГОСТ 20872-80		Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74			
2. Точіння конічної пов. зліва		Різець Т15К6 Різець 21079-3025 ГОСТ 26611-85		Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74			
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	5,5	42	85,2	280	0,3	0,1	
2	5,5	42	85,2	280	0,15	0,1	
Операція 20, Фрезерувальна							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
6Р81	Пристрій ТГМ.ДП15.13.00			0,6	0,55	17	1,56
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент		Допоміжний інструмент			
1. Фрезерувати два пази b=8 мм		Фреза ТГМ.ДП15.13.06		Оправка 6225-0134 ГОСТ 15067-75			
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	4,0	118	29	120	0,6	0,55	
Операція 25, Шліцефрезерувальна							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
5350	-			27,7	0,55	34	30,5

Продовження таблиці 2.8

Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Фрезерувати вісім шлиців		Фреза 2520-0752 ГОСТ 8027-86			Оправка 6225-0139 ГОСТ 15067-75		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	6,75	1,6	8,4	100	27,7	0,55	
Операція 30, Шліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
3Т161	Центр 7032-0037 Морзе 5 ГОСТ 13214-79			1,3	0,47	19	2,03
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфувати попередньо поверхню Ø60п6		Круг ПП 750x80x305 24А50С1К			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	0,04	0,005	30	125	1,3	0,47	
Операція 35, Шліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
3Т161	Центр 7032-0037 Морзе5 ГОСТ 13214-79			0,8	0,47	19	1,25
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфувати попередньо поверхню Ø40к6		Круг ПП 750x50x305 24А50С1К			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	0,04	0,005	30	125	0,8	0,47	
Операція 40, Зубооброблююча							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
5С270П	Пристосування при верстаті			11,14	0,5	20	12,58

Продовження таблиці 2.8

Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Фрезерувати 13 зубців попер.		Головка фрезерувальна			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	13	0,2	33	31	11,14	0,5	
Операція 45, Зубооброблююча							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
5С270П	Пристосування при верстаті			11,01	0,5	20	12,5
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Фрезерувати 13 зубців остат.		Головка фрезерувальна			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	13	0,2	33	31	11,01	0,5	
Операція 60, Шлицешліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
3М451ВФ2	Пристосування при верстаті			19	2,4	18	23,3
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфували профілі 8 шлиць		Круг 600х20х305 24А25С2К ГОСТ 2424-83			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	0,06	0,015	14	18	19	2,4	
Операція 65, Шліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
3Т161	Центр 7032-0037 Морзе5 ГОСТ 13214-79			1,5	0,47	19	2,15

Продовження таблиці 2.8

Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфувати остаточно по-верхню $\varnothing 60_{n6}$ мм		Круг ПП 750x80x305 24A25C2K			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	0,02	0,005	30	120	1,5	0,47	
Операція 70, Шліфувальна							
Модель верстата	Пристосування			T _о	T _д	T _{пз}	T _{шк}
				хв.	хв.	хв.	хв.
3Т161	Центр 7032-0037 Морзе5 ГОСТ 13214-79			0,75	0,47	17	1,1
Зміст та оснащення операції							
Зміст переходу		Різальний інструмент			Допоміжний інструмент		
1.Шліфувати остаточно по-верхню $\varnothing 40_{k6}$ мм		Круг ПП 750x50x305 24A25C2K			-		
Характеристика переходу							
Перехід	t, мм	S, мм/хв	V, м/хв	n, об/хв	T _о , хв	T _д , хв	
1	0,03	0,005	30	120	0,75	0,47	

3 Конструкторський

3.1 Проектування верстатного пристрою

Виконаємо обґрунтування конструкції й проектно-технологічні розрахунки, необхідні для розробки складального креслення пристрою на фрезерну операцію при виготовленні деталі «Вал вторинний». Ця операція виконується на горизонтально-фрезерному верстаті 6P81, що має розміри стола 250x1000 мм і найбільшу відстань від осі шпинделя до поверхні стола 370 мм, а найменша відстань від задньої крайки стола до вертикальних напрямних станини 55 мм

Зміст операції полягає у фрезеруванні двох протилежних радіусних пазів шириною 8 мм. Приймається типова схема базування заготовки, з використанням двох настановних призм. На рисунку 3.1 наведена прийнята схема базування заготовки й схема прикладення основних складових сил різання при фрезеруванні дисковою фрезою.

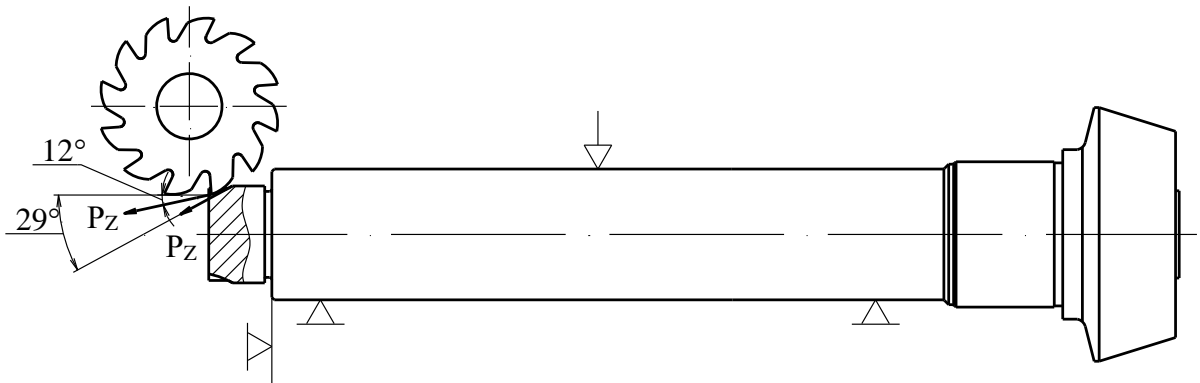


Рис. 3.1 – Схема базування заготовки

Аналіз даної схеми показує, що на точність положення оброблюваних поверхонь впливають коливання розмірів настановних баз, оскільки положення глибини паза задано від осі заготовки розміром 16_{-0,43} мм. Тобто, є похибка базування, оскільки технологічні бази не збігаються з вимірювальними. Базування на призму гарантує суміщення осі призми з віссю настановної бази, тому п базування по цьому розмірі відсутній.

Оцінити ступінь впливу похибки базування на точність розміру 16_{-0,43} мм можна на підставі рисунка 3.2, використовуючи формулу:

$$\varepsilon_6 = 0,5 \cdot TD \frac{1}{\sin \alpha} = 0,5 \cdot 0,2 \frac{1}{0,707} = 0,14 \text{ мм} \quad (3.1)$$

где TD – поле допуска установочной базы, мм;

α - половина угла призмы, град.

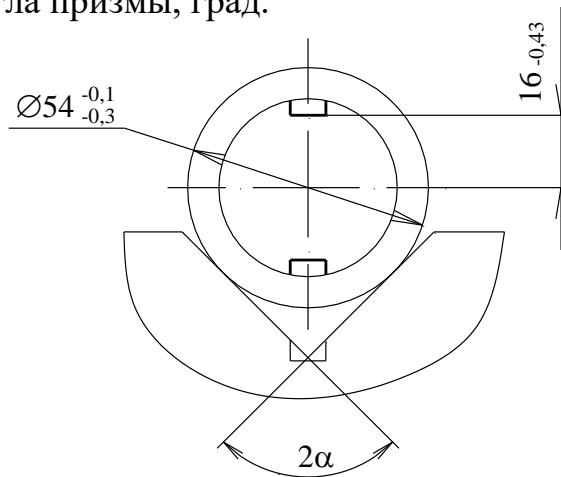


Рис. 3.2 – Схема розрахунку похибки базування

Відповідно до правила, обробка з необхідною точністю можлива, якщо похибка базування не перевищує половини допуску на контрольований розмір. У цьому випадку умова виконується, оскільки:

$$0,14 < 0,5 \cdot 0,43$$

Крім того, на сумарну похибку обробки в проектованому пристрої буде впливати точність виготовлення елементів пристрою і його налагодження. При оцінці цих похибок використовується формула:

$$\varepsilon = \varepsilon_n + \varepsilon_i, \quad (3.2)$$

де ε_n – похибка настроювання призми;

ε_i – похибка зношування настановного елемента.

Похибка настроювання оцінюється по формулі:

$$\varepsilon_n = k_n \cdot \varepsilon_{\text{вим}} = 1 \cdot 200 = 200 \text{ (мкм)},$$

де $\varepsilon_{\text{вим}}$ – припустима похибка виміру лінійного розміру 14 квалітету;

k_n – коефіцієнт, що враховує відхилення параметра від закону нормального розподілу.

Похибка зношування робочої поверхні упору визначаємо по формулі:

$$\varepsilon_n = \beta \sqrt{N} = 0,3 \cdot \sqrt{4000} = 19 \text{ (мкм)} \quad (3.3)$$

де β - коефіцієнт, що характеризує вид опори (для плоскої опори 0,3);

N - кількість контактів настановних елементів з деталлю за рік.

Підставивши отримані значення у формулу (3.2), визначимо значення сумарної похибки обробки - 0,219 мм. Це значення повинне бути допустимого, котре визначається по формулі:

$$[\varepsilon] = T - k_y \cdot \omega = 430 - 0,8 \cdot 90 = 358 \text{ (мкм)} \quad (3.4)$$

де T - допуск виконуваного розміру, мкм;

k_y – коефіцієнт запасу (0,6-0,8);

ω - середньоекономічна точність обробки в пристосуванні.

Як видно, умова точності обробки виконується $\varepsilon < [\varepsilon]$.

Схема прикладення затискної сили в сполученні із застосовуваним типом настановних елементів дозволяють зробити висновок, що заготовка займає необхідне положення в просторі під дією сил ваги й не змінить свого положення під дією затискної сили, лінія дії сили закріплення перпендикулярна напрямку розміру, тобто похибка закріплення дорівнює нулю.

Визначимо силу, яка необхідна для надійного закріплення заготовки в процесі виконання операції. Вона буде знайдена в результаті розв'язання системи рівнянь рівноваги заготовки для прийнятої схеми базування на підставі схеми дії сил.

Головну складову сили різання P_z визначаємо по формулі:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot V^r \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{mp} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2,5^{0,86} \cdot 0,07^{0,72} \cdot 8 \cdot 12}{75^{0,86} \cdot 160^0} \cdot 1,12 = 885 \text{ (Н)} \quad (3.5)$$

де C_p, x, y, r, q, w – значення показників по [22. табл.41 с.291];

K_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу по [22. табл.9 с.264].

Схема дії сил у поздовжньому перетині заготовки представлена на рисунку 3.3. З огляду на те, що вага заготовки становить значний відсоток від сили різання й впливає на величину реакції опор, він врахований відповідним вектором на схемі. Для складання рівняння рівноваги необхідно визначити величину реакції опор і значення вектора сили різання в осьовому й радіальному напрямках, оскільки вона спрямована під кутом, що змінюється від 12 до 29°.

Тому, найбільше значення осьової складової сили різання визначається по формулі:

$$P_o = P_z \cdot \cos 12^\circ = 590 \cdot 0,978 = 866 \text{ Н}$$

а найбільшаа радіальна складова сили різання по формулі:

$$P_r = P_z \cdot \sin 29^\circ = 590 \cdot 0,485 = 429 \text{ Н}$$

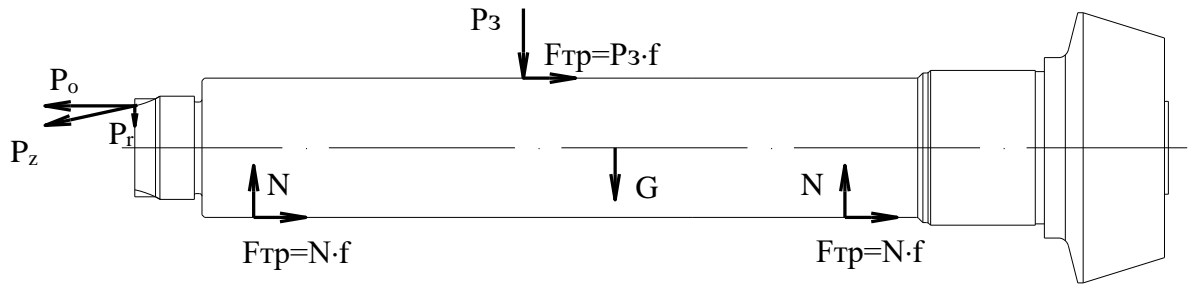


Рис. 3.3 – Схема дії сил в повздовжньому перетені заготовки

Значення реакції опор можна визначити, якщо використати схему дії сил в попереківому перерізі, яка наведена на рисунку 3.4

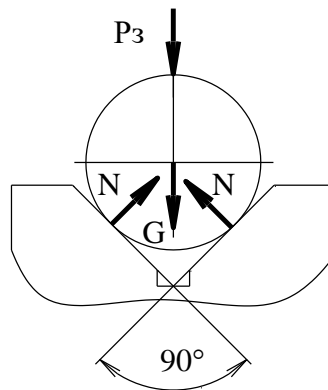


Рис. 3.4 - Схема дії сил в попереківому перерізі заготовки

Рівняння рівноваги сил у попереківому перерізі має вигляд:

$$P_3 + G = 4 \cdot N \cdot \cos 45^\circ \quad (3.6)$$

де P_3 - затискна сила, Н

G - вага заготовки, Н

N - реакція опори, Н.

тоді, значення реакції опори визначиться по формулі:

$$N = \frac{P_3 + G}{4 \cdot 0,707}.$$

У рівняння рівноваги заготовки в поздовжньому напрямку входить не реакція опори, а сила тертя, обумовлена як $f \cdot N$ (f - коефіцієнт тертя в точці контакту призми й заготовки прийнятий 0,15). Оскільки за схемою базування передбачено дві призми, то сил тертя буде чотири. Таким чином, рівняння рівноваги буде мати вигляд:

$$K \cdot P_0 = fP_3 + f4N = fP_3 + f4 \frac{P_3 + G}{4 \cdot 0,707}, \quad (3.7)$$

де K – коефіцієнт запасу (зазвичай приймається 1,5).

Значення необхідної затискної сили визначиться з рівняння 3.7.

$$Q = \frac{K \cdot P_0 \cdot 0,707 - f \cdot G}{f \cdot 1,707} = \frac{1,5 \cdot 866 \cdot 0,707 - 0,15 \cdot 80}{0,15 \cdot 1,707} = 3540 \text{ (Н)}$$

З іншого боку, необхідно перевірити умови рівноваги заготовки при можливому повороті навколо своєї осі. Хоча схема різання при даній схемі базування практично виключає таку можливість, оскільки фреза переміщається уздовж вертикальної осі деталі, перевірка необхідна виходячи з того, що в процесі врізання фрези в неперпендикулярний торець заготовки можливий зсув окружної сили різання на ширину паза.

Для складання рівняння рівноваги моментів сил на рисунку 3.5 наведена схема дії сил у поперековому перерізі.

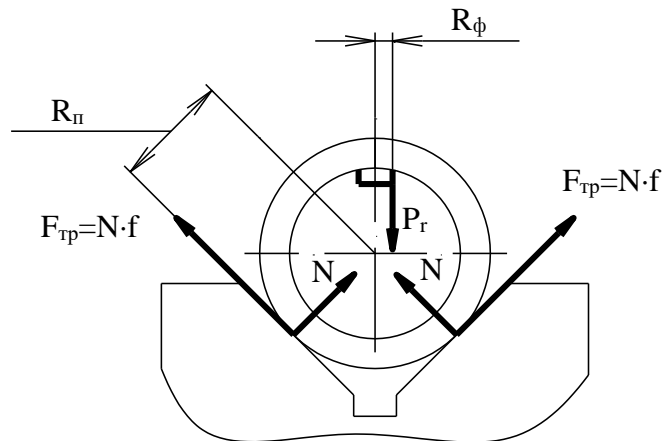


Рис. 3.5 –Схема для рівняння моментів сил

Виходячи зі схеми, рівняння рівноваги має вигляд:

$$K \cdot P_r \cdot R_\phi = f \cdot 4 \frac{P_3 + G}{4 \cdot 0,707} \cdot R_\pi, \quad (3.8)$$

де R_ϕ – радіус прикладення сили різання, мм;

R_π – радіус контакту заготовки із призмою, мм.

Тоді необхідна сила затиску з формули 3.8 дорівнює:

$$P_3 = \frac{0,707 \cdot K \cdot P_r \cdot R_\phi}{f \cdot R_\pi} - G = \frac{0,707 \cdot 1,5 \cdot 429 \cdot 4}{0,15 \cdot 27} - 80 = 449 \text{ (Н)}$$

Ця сила значно менше розрахованої з рівняння 3.7, тому для подальших розрахунків приймаємо мінімально необхідну силу закріплення 3540 Н.

Як затискний елемент пристрою буде використаний немеханізований прихват СРП И.1714.000. У цьому випадку проектування полягає в розробці конструкції ексцентрика, що базується в корпусі прихвата, і визначенні моменту, який потрібно прикласти до рукоятки торцевого кулачка, щоб забезпечити необхідну силу затиску. Схема для розрахунку моменту представлена на рисунку 3.6

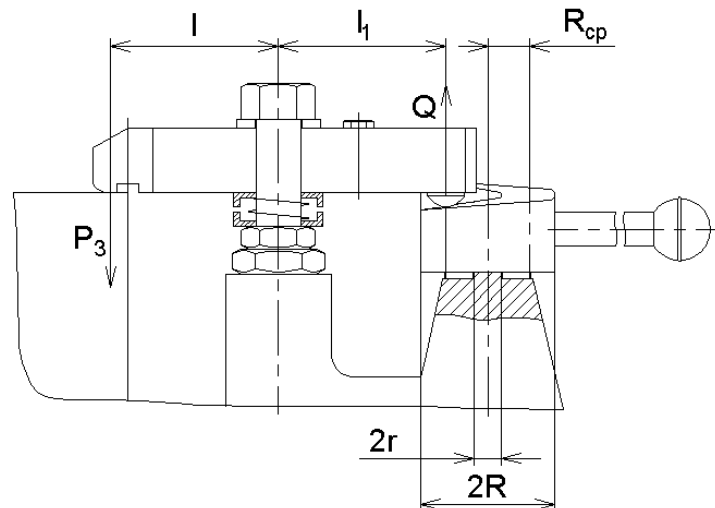


Рис. 3.6 – Схема розрахунку затискного елемента пристрою

Момент сили, який необхідно прикласти до рукоятки щоб забезпечити силу P_3 визначимо по формулі:

$$M = Q \cdot R_{\text{н\ddot{o}}} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_1), \quad (3.9)$$

де α – кут підйому кривого ексцентрика;

$\text{tg} \varphi_1$ – коефіцієнт тертя на робочій поверхні кулачка.

Втрати від тертя на нижній опорній поверхні кулачка вимагають додаткового моменту, що знайдемо з рівняння:

$$M_{\text{А}} = \frac{2}{3} Q \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot f, \quad (3.10)$$

де f - коефіцієнт тертя на нижній опорній поверхні кулачка.

Тоді, повний момент, виражений через силу Q і прикладений до рукоятки, дорівнює:

$$M_{\text{і}} = Q \left[R_{\text{н\ddot{o}}} \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_1) + \frac{2}{3} \cdot \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \cdot f \right] =$$

$$= 2896 \cdot \left[15 \cdot \operatorname{tg}(2 + 5,67^\circ) + \frac{2}{3} \cdot \frac{24^3 - 5^3}{24^2 - 5^2} \cdot 0,05 \right] = 8247 \text{ (Нмм)}$$

де

$$Q = P_3 \cdot \frac{1}{l_1} \cdot \frac{1}{\eta} = 3540 \cdot \frac{60}{75} \cdot \frac{1}{0,98} = 2896 \text{ (Н)}$$

де η – коефіцієнт, що враховує втрати від тертя в шарнірах прихвата.

З огляду на довжину рукоятки, визначимо зусилля, що повинен створити робітник у процесі закріплення деталі:

$$P_P = \frac{M_P}{L_P} = \frac{8247}{100} = 82,5 \text{ (Н)}$$

Таке значення відповідає санітарних норм.

3.2 Проектування дискової фрези

Виконаємо проектний розрахунок дискової фрези для фрезування пазу шириною 8 мм. Інструмент буде використовуватися на горизонтально-фрезерувальному верстаті 6Р81. З огляду на просту форму оброблюваної поверхні і невисокі вимоги до точності розміру паза, вважаємо, що найбільшу продуктивність і стійкість забезпечить фреза з гострозаточеними зубами. Виходячи з цього, виконуємо проектний розрахунок цільної насадної фрези за методикою, що представлена в літературі [19]. Фреза виготовляється зі швидкорізальної сталі Р6М5 ГОСТ 19265-73.

Зовнішній діаметр фрези впливає на її стійкість, вібростійкість і жорсткість технологічної схеми фрезування в цілому. Він визначається по формулі:

$$\begin{aligned} d_a &= 0,12 \cdot B^{0,25} \cdot t^{0,09} \cdot S_Z^{0,055} \cdot l^{0,75} \cdot y^{-0,25} + 2(t' + \Delta) = \\ &= 0,12 \cdot 8^{0,25} \cdot 2,5^{0,09} \cdot 0,07^{0,055} \cdot 300^{0,75} \cdot 0,2^{-0,25} + 2(15 + 10) = 70,4 \text{ (мм)} \quad (3.8) \end{aligned}$$

де B - ширина фрезування, мм;

t - максимальна глибина різання, мм;

l - відстань між опорами оправки, мм;

y - припустимий прогін оправки, мм. Для чистового фрезування $y = 0,2$ мм.;

t' - глибина паза, мм;

Δ - товщина простановочного кільця, мм (приймається 10 мм).

Приймаємо діаметр не зі стандартного ряду 80 мм., а за робочим кресленням 75 мм.

Діаметр посадкового отвору фрези визначаємо по формулі:

$$d = \frac{d_a}{2,25} = \frac{20,4}{2,25} = 9,1, \quad (3.9)$$

де d_a приймається без складової $2(t'+\Delta)$.

Приймаємо найближче більше значення стандартного ряду з урахуванням діаметра інструментальної оправки і запасу міцності - 22 мм.

Кількість зубів фрези призначаємо з умови рівномірності фрезування:

$$z = \frac{360 \cdot \xi}{\psi}, \quad (3.10)$$

де ξ - коефіцієнт рівномірності фрезування, приймаємо $\xi=1,1$;

ψ - кут контакту фрези з заготовкою, визначений по формулі:

$$\psi = \arccos\left(1 - \frac{2t}{d_a}\right) = \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot 2,5}{75}\right) = 21,04^\circ. \quad (3.11)$$

Підставивши значення у формулу (3.3) одержимо $z=18,8$. Приймаємо найближче парне стандартне значення - 18 штук. Форма зуба фрези представлена на рисунку 3.5.

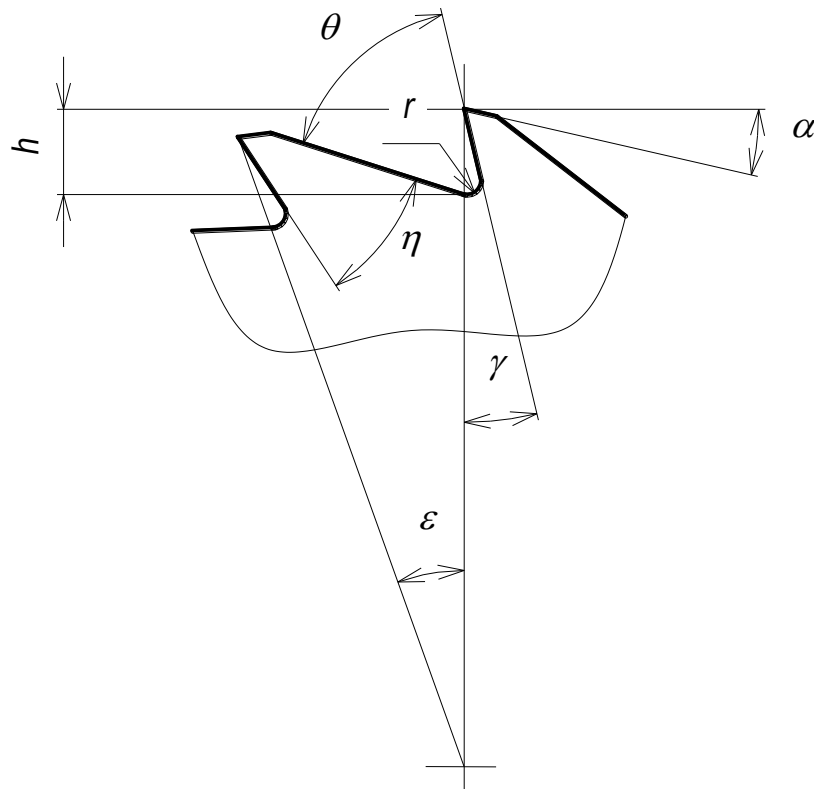


Рис.3.7- Форма зуба фрези

Визначимо геометричні параметри зуба фрези:

1. задній кут гострозаточеної фрези визначається по формулі:

$$\sin \alpha = \frac{0,13}{a_{\max}^{0,3}} = \frac{0,13}{(S_{Z\max} \cdot \sin \psi)^{0,3}} = \frac{0,13}{(0,15 \cdot 0,408)^{0,3}} = 0,217, \quad \alpha = 12,5^\circ$$

2. передній кут (γ) при обробці сталей середньої твердості приймається 15° ;

3. кутовий крок зубів дорівнює 20° , а окружний $P_T=13,96$ мм.;

4. висота зуба звичайно складає $(0,3-0,45)P_T$. Приймаємо $h=5,5$ мм;

5. ширина вершини зуба складає $0,5-2$ мм. Приймаємо $1,6$ мм.

6. радіус заокруглення дна западини, що виключає утворення гартівних тріщин повинний бути $0,5-2$ мм. Приймаємо $r=0,8$ мм;

7. кут тіла зуба (η) приймаємо 40° , тоді $\theta = \eta + \varepsilon = 60^\circ$.

3.3 Проектування контрольного пристрою

Виконаємо розрахунок пристрою, який призначений для контролю зовнішньої циліндричної поверхні діаметром $50 \pm 0,06$ мм. З огляду на форму і розмір поверхні доцільно буде використати гладку двохграничну односторонню скобу.

Розрахунок виконавчих розмірів калібру здійснюємо у відповідності до СТ СЭВ 157-75. Вихідні дані, що характеризують контрольовану поверхню, наведені в таблиці 3.1. Нормативні допуски калібру наведені в таблиці 3.2, а розрахунок виконавчих розмірів у таблиці 3.3. Схема розташування полів допусків представлена на рисунку 3.8.

Таблиця 3.1

Найменування параметра	Значення
1. Номінальний розмір валу, мм	60
2. Квалітет допуску	6
3. Поле допуску	n
4. Граничні відхилення розміру, мм верхнє	+0,039

	нижнє	+0,020
5.	Максимальний розмір валу, мм	60,039
6.	Мінімальний розмір валу, мм	60,020

Таблиця 3.2 Допуски калібрів для розміру до 180 мм

у мкм

Найменування допуску	Позначення	Значення	
1. Допуск нових калібрів для валу	H_1	5	
Відхилення середини поля допуску прохідного калібру-скоби відносно найбільшого граничного розміру контрольованого валу	Z_1	4	
3. Допуск контрольних калібрів для скоб	H_p	2	
4. Припустимий вихід розміру зношеного прохідного калібру-скоби за межу поля допуску виробу	Y_1	3	
5. Відхилення гранично зношеного прохідного калібру	EW	+42	
6. Верхнє відхилення нового калібру		прохідного	+37,5
		непрохідного	+22,5
7. Нижнє відхилення нового калібру		прохідного	+32,5
		непрохідного	+17,5

Таблиця 3.3 Розрахунок виконавчих розмірів калібру для $\varnothing 60n6$

Вид калібру	Сторона калібру	Формула	Значення
Робочий	Прохідна нова	$D_{\max} - Z_1 \pm H_1 / 2$	60,035±0,0025
	Прохідна зношена	$D_{\max} + Y_1$	50,042
	Непрохідна	$D_{\min} \pm H_1 / 2$	60,020±0,0025
Контрольний	Прохідна нова	$D_{\max} - Z_1 \pm H_p / 2$	60,035±0,001
	Прохідна зношена	$D_{\max} + Y_1 \pm H_p / 2$	60,043±0,001
	Непрохідна	$D_{\min} \pm H_p / 2$	60,020±0,001

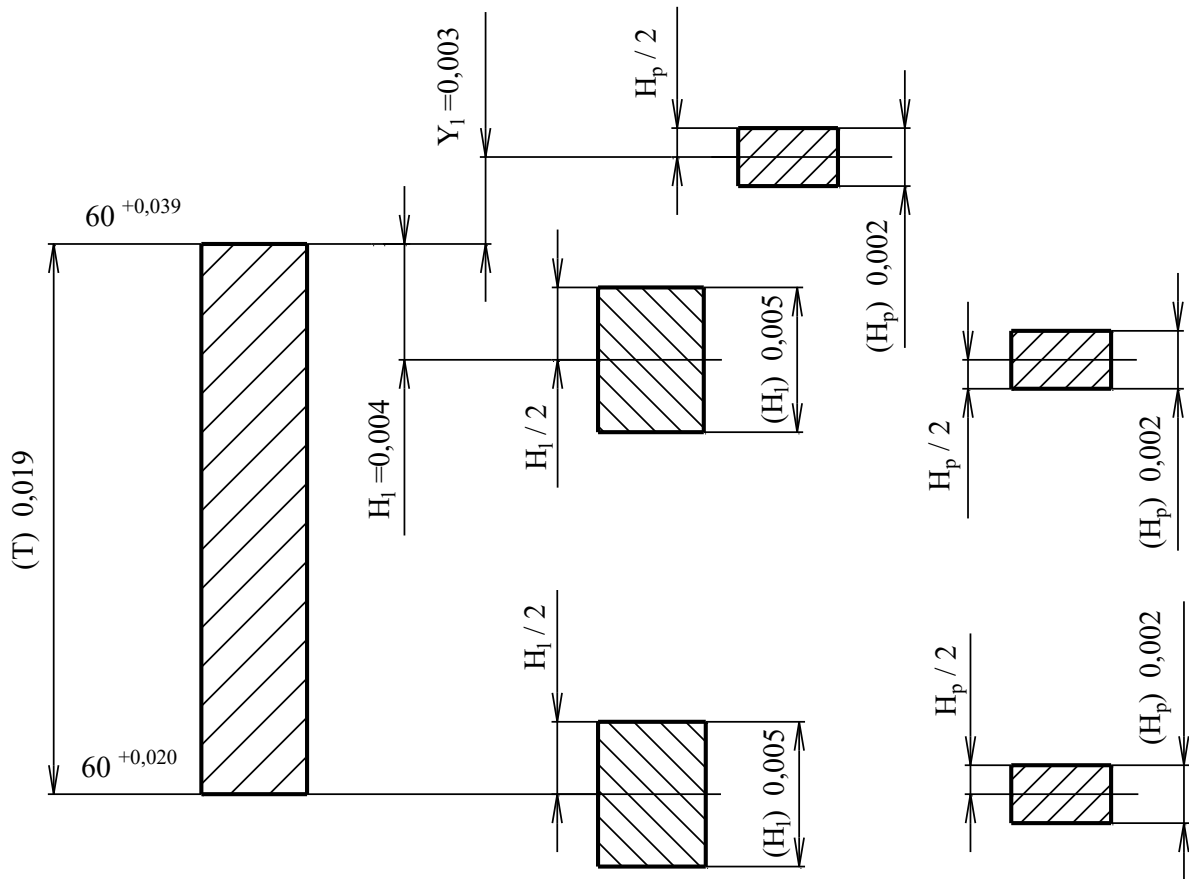


Рис.3.8 Схема розташування полів допусків граничних калібрів

При проектуванні робочого креслення калібру прийняті до уваги технічні вимоги, передбачені СТ СЭВ 4135-88. А саме:

- калібри повинні бути виготовлені зі сталі, що забезпечує сталість і стабільність розмірів;
- товщина цементованого шару повинна бути не менш 0,5 мм;
- твердість вимірювальних поверхонь, західних і вихідних фасок повинна бути не менше 58 HRC;
- параметр шорсткості вимірювальних поверхонь повинен становити 10% від допуску H , H_1 , H_p , H_S , але не більше $Ra 0,2$ мкм при допусках виробів 6-12 квалітетів; поверхні західних і вихідних фасок калібрів – $Ra 1,6$ мкм; поверхні конусів центрових отворів і зовнішніх конусів – $Ra 0,8$ мкм; поверхні отворів ручок – $Ra 2,5$ мкм; інші оброблювані поверхні – $Ra 3,2$ мкм.

4 Автоматизація розрахунку режимів круглого шліфування

4.1 Методика розрахунку режимів різання

Схему алгоритму для автоматизованого розрахунку режимів різання для круглого шліфування розробляємо на базі прикладу, наведеного на сторінках 388 - 391 і методики розрахунку на с.342-348 довідника «Прогресивні ріжучі інструменти та режими різання» під загальною редакцією Баранчикова В.І.

Кругле зовнішнє шліфування залежно від довжини оброблюваної циліндричної поверхні деталі здійснюють з поздовжніми подачами напрохід або методом врізання. Шліфування з поздовжніми подачами необхідно застосовувати при обробці поверхні значної довжини і використовувати при цьому кола з більшою шириною і діаметром. Урізне шліфування застосовують при достатній жорсткості деталі і невеликій довжині оброблюваної поверхні, при цьому необхідно обирати кола шириною, що не перевищує довжину оброблюваної поверхні. Шліфування отворів здійснюється з поздовжніми і круговими подачами. При шліфуванні отворів з поздовжніми подачами коло не має виходити з отвору в обидві сторони більше, ніж на половину його товщини, так як в протилежному випадку діаметр отвору по кінцях збільшиться.

За обраному діаметру кола і паспортним даним верстата визначають швидкість обертання кола, використовуючи формулу:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} \text{ (м/с)}, \quad (1)$$

де D_k - зовнішній діаметр шліфувального круга, мм;

n_k - частота обертання шпинделя шліфувальної бабки, хв-1.

Припуск на обробку при шліфуванні циліндричних поверхонь призначається по таблиці 159, 160 с. 342, 343 для зовнішнього шліфування і таблицями 166, 167 с. 349 для внутрішнього шліфування, в залежності від виду обробки і геометричних параметрів оброблюваної поверхні.

Послідовність розрахунку режиму різання:

1. Здається характеристика шліфувального круга (марка абразивного матеріалу, зернистість, твердість, зв'язка), в залежності від групи оброблюваного матеріалу і його механічної характеристики, необхідного параметра шорстк-ватості і виду обробки. Для цього керуються даними таблиці, наведеними в таблиці 158 на с. 340.

2. Призначається швидкість деталі (V) за таблицями 161 (с. 343). Даний параметр залежить від групи матеріалу і діаметра заготовки. Визначається чистота обертання деталі для забезпечення заданої швидкості:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_d}, \quad (2)$$

де V – рекомендована швидкість деталі;
 D_d – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

3. Визначається табличне значення радіальної подачі в залежності від способу шліфуван: - при шліфуванні циліндричних поверхонь «напроход» використовують дані таблиці 162, причому поздовжня подача на оборот призначається залежно від ширини круга і не може бути більше $2/3$ його ширини;

- при врізному шліфуванні радіальна подача призначається по таблиці 163, в залежності від ширини круга, діаметра шліфування і прийнятої окружної швидкості заготовки; 4. Табличне значення подачі уточнюється з використанням поправочних коефіцієнтів з таблиці 165 (с. 348) по формулам:

$$S_{tr} = S_{tr} \cdot K_{St}; \quad K_{St} = K_M \cdot K_R \cdot K_D \cdot K_{V_k} \cdot K_T \cdot K_{tr} \cdot K_h, \quad (3)$$

де S_{tr} – матричне значення радіальної подачі;

K_M – коефіцієнт, що враховує властивості оброблюваного матеріалу;

K_R – коефіцієнт, що враховує радіус галтелі;

K_D – коефіцієнт, що враховує діаметр шліфувального круга;

K_{V_k} – коефіцієнт, що враховує швидкість кола;

K_T – коефіцієнт, що враховує стійкість кола;

K_{tr} – коефіцієнт, що враховує точність обробки;

K_h – коефіцієнт, що враховує припуск на обробку.

5. Розрахункове значення подачі уточнюється за паспортом верстата. При цьому, при шліфуванні «напроход» подача задається дискретною величиною, а для врізного шліфування є безперервною величиною. Тому на основі дійсного значення частоти обертання виробу і розрахункової подачі визначається хвилинна подача, яка і узгоджується з паспортними даними верстата. На основі приведенної послідовальності розрахунку режимів різання складена схема автоматизованого розрахунку, яка відображає взаємозв'язки вихідних даних і зазначених розрахункових процедур і представлена на малюнку ..

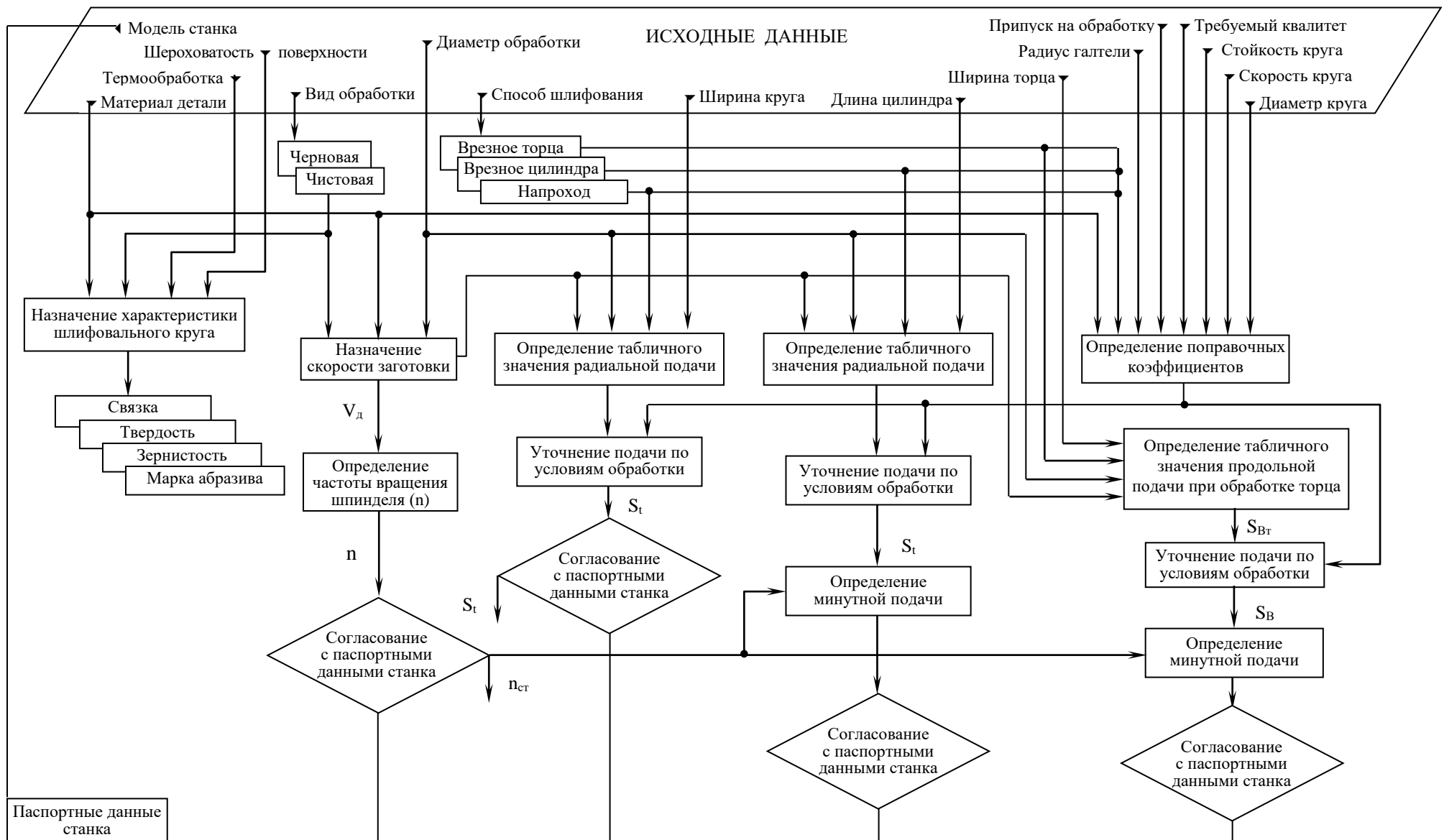


Рисунок 4.1 - Схема автоматизированного расчета режимов резания круглого шлифования

4.2 Структура таблиць бази даних.

Дана база даних дозволяє автоматизувати окрему процедуру технологічного проектування шліфувальної операції. Операція чистового шліфування повинна забезпечити необхідний параметр шорсткості поверхні, задані точність, структуру і якість поверхневого шару. Тому перед призначенням режимів різання вибирають характеристику шліфувального кола, його форму й розміри.

Матеріал абразивного зерна, твердість і в'язка круга залежать від матеріалу, що шліфується, і його твердості, а також прийнятої швидкості обертання шліфувального круга. Зернистість круга залежить від необхідних параметрів шорсткості поверхні. Ці дані приведені в трьох таблицях, залежно від виду шліфування.

Розміри круга безпосередньо залежать від технічної характеристики верстата: максимальний діаметр круга, припустиме зношування круга, максимальна ширина круга, діаметр посадкового отвору.

На підставі прийнятих вихідних даних формується запис позначення абразивного круга, призначена для відображення в технологічній документації.

Алгоритм рішення задачі досить простий, оскільки лінійний і не вимагає оптимізації багатьох факторів, крім узгодження розмірів круга по паспорту верстата. Для забезпечення пошуку, сортування й обробки інформації, а також створення комфортних умов використання необхідно створити базу даних під керуванням СКБД. Найбільш доступної й розповсюдженої на вітчизняному ринку програмного забезпечення є СКБД «Access», що входить у професійний комплект MS Office і буде застосована для вирішення поставленого завдання.

База даних формується на основі трьох таблиць, що містять інформацію про обладнання й характеристики інструмента. Структура цих таблиць, а не повний зміст, представлена нижче.

Пошук необхідної інформації здійснюється за допомогою спеціального об'єкта СКБД - запиту, що формується методом об'єктно-візуального програмування по заданих умовах відбору. Залежно від розв'язуваних завдань, у базі передбачено 8 запитів.

Таблиця 1. «Характеристика шліфувального круга»

Вид шліфування	V, м/с	Ra _{min} , мкм	Ra _{max} , мкм	Матеріал	Характеристика круга
Кругле	35	3,2	6,3	Сталь 30-50HRC	15 A50CM2K
Кругле	35	3,2	6,3	Сталь більше.50 HRC	15A50CM1K
Кругле	35	3,2	6,3	Корозійно-стійка, жароміцна сталь	15A50CM1K
Кругле	35	3,2	6,3	Інструментальна сталь	15A50CM1K
Кругле	35	3,2	6,3	Титановий сплав	63C40C1Б6
Кругле	35	3,2	6,3	Чавун	54C50CM1K
Кругле	35	3,2	6,3	Бронза	54C50CM1K

Таблиця 2. «Шліфувальні круги»

Тип	Зовнішній	Ширина	Внутрішній	Тип	Зовнішній	Ширина	Внутрішній
ПП	250	20	76	ПП	450	40	127
ПП	250	25	76	ПП	450	50	127
ПП	250	32	76	ПП	450	63	127
ПП	250	40	76	...	...	...	...
ПП	250	50	76	ПП	750	25	305
ПП	250	63	76	ПП	750	40	305
...	...	...	...	ПП	750	50	305
ПП	450	40	203	ПП	750	63	305
ПП	450	50	203	ПП	750	75	305
ПП	450	32	203	ПП	750	80	305
ПП	450	63	203	ПП	750	100	305

Таблиця 3. «Шліфувальні верстати»

Вид шліфування	Модель	Круг	Зовнішній	Ширина	Внутрішній	V, м/с
Кругле	3M153У	500x63x203	500	63	203	50
Кругле	3M193	750x100x305	750	100	305	50
Кругле	3У153	600x80x305	600	80	305	35
Кругле	3M153А	500x50x203	500	50	203	35
Кругле	3M162В	750x80x305	750	80	305	50

Шліфування залежно від довжини оброблюваної циліндричної поверхні деталі здійснюють з поздовжніми подачами напрохід або методом врізання.

Шліфування з поздовжніми подачами необхідно застосовувати при обробці поверхні значної довжини і використовувати при цьому круги з більшою шириною і діаметром.

Врізне шліфування застосовують при достатній жорсткості деталі і невеликій довжині оброблюваної поверхні, при цьому необхідно вибирати кола шириною, що не перевищує довжину оброблюваної поверхні.

Сруктура таблиці для визначення рекомендованого діапазону швидкостей деталі має вигляд

Вид обробки	D_{\min}	D_{\max}	Група матеріала	Рекомендована швидкість	Вид обробки	D_{\min}	D_{\max}	Група матеріала	Рекомендована швидкість
Чернова	0	12,5	5	10-14	Чернова	0	12,5	12	9-12
Чернова	12,5	17,5	5	13-17	Чернова	12,5	17,5	12	10-14
Чернова	17,5	25	5	15-21	Чернова	17,5	25	12	13-17
Чернова	25	35	5	18-26	Чернова	25	35	12	15-21
Чернова	35	50	5	22-30	Чернова	35	50	12	18-26
Чернова	50	70	5	27-37	Чернова	50	70	12	22-30
Чернова	70	100	5	32-44	Чернова	70	100	12	27-37
Чернова	100	130	5	37-53	Чернова	100	130	12	32-44
Чернова	130	180	5	46-64	Чернова	130	180	12	37-53
Чернова	180	250	5	51-53	Чернова	180	250	12	46-64
Чернова	250	350	5	62-85	Чернова	250	350	12	51-53
Чернова	350	400	5	73-100	Чернова	350	400	12	62-85
Чистова	0	12,5	5	14-20	Чистова	0	12,5	12	16-22
Чистова	12,5	17,5	5	16-24	Чистова	12,5	17,5	12	19-27
Чистова	17,5	25	5	20-28	Чистова	17,5	25	12	22-30
Чистова	25	35	5	23-33	Чистова	25	35	12	25-37
Чистова	35	50	5	27-39	Чистова	35	50	12	30-42
Чистова	50	70	5	32-46	Чистова	50	70	12	35-51
Чистова	70	100	5	37-53	Чистова	70	100	12	41-59
Чистова	100	130	5	45-63	Чистова	100	130	12	48-68
Чистова	130	180	5	51-73	Чистова	130	180	12	55-79
Чистова	180	250	5	58-82	Чистова	180	250	12	64-90
Чистова	250	350	5	68-96	Чистова	250	350	12	75-105
Чистова	350	400	5	80-110	Чистова	350	400	12	87-120
...

Нижче наведені визначення подачі і поправочних коефіцієнтів

Таблиця К₁

Радіус галтелі	K _R
Менше 0,5	0,85
Більше 1,0	1,0

Таблиця К₂

Діаметр круга	K _D
250	0,42
300	0,5
350	0,58
400	0,67
450	0,75
500	0,84
600	1,0
750	1,25
900	1,5

Таблиця К₃

Швидкість круга	K _{Vк}
Менше 25 м/с	0,9
Більше 25 м/с	1,0

Таблиця К₅

Група	Метод шліфування	K _M
5	Напрохід	1
5	Врізанням	1
6	Напрохід	1
6	Врізанням	1
7	Напрохід	1
7	Врізанням	1
8	Напрохід	1
8	Врізанням	1
9	Напрохід	0,66
9	Врізанням	0,54
10	Напрохід	0,66
10	Врізанням	0,54
14	Напрохід	0,66
14	Врізанням	0,54
11	Напрохід	0,45
11	Врізанням	0,38
12	Напрохід	0,45
12	Врізанням	0,38

Таблиця К₄

Стойкість круга	K _T
2 хв	1,4
3 хв	1,0
5 хв	0,65
7 хв	0,72
10 хв	0,38
15 хв	0,28

Таблиця К₆

Квалітет	K _{ГТ}
5	0,4
6	0,5
7	0,6
8	0,75
9	0,8
10	0,9
11	1,0
12	1,0
13	1,0

Таблиця К₇

Припуск мин	Припуск макс	K _h
0	0,15	0,76
0,15	0,25	1,0
0,25	0,35	1,16
0,35	0,45	1,3
0,45	0,55	1,4
0,55	0,6	1,5

4.3 Структура та інтерфейс бази даних для вибору характеристики круга

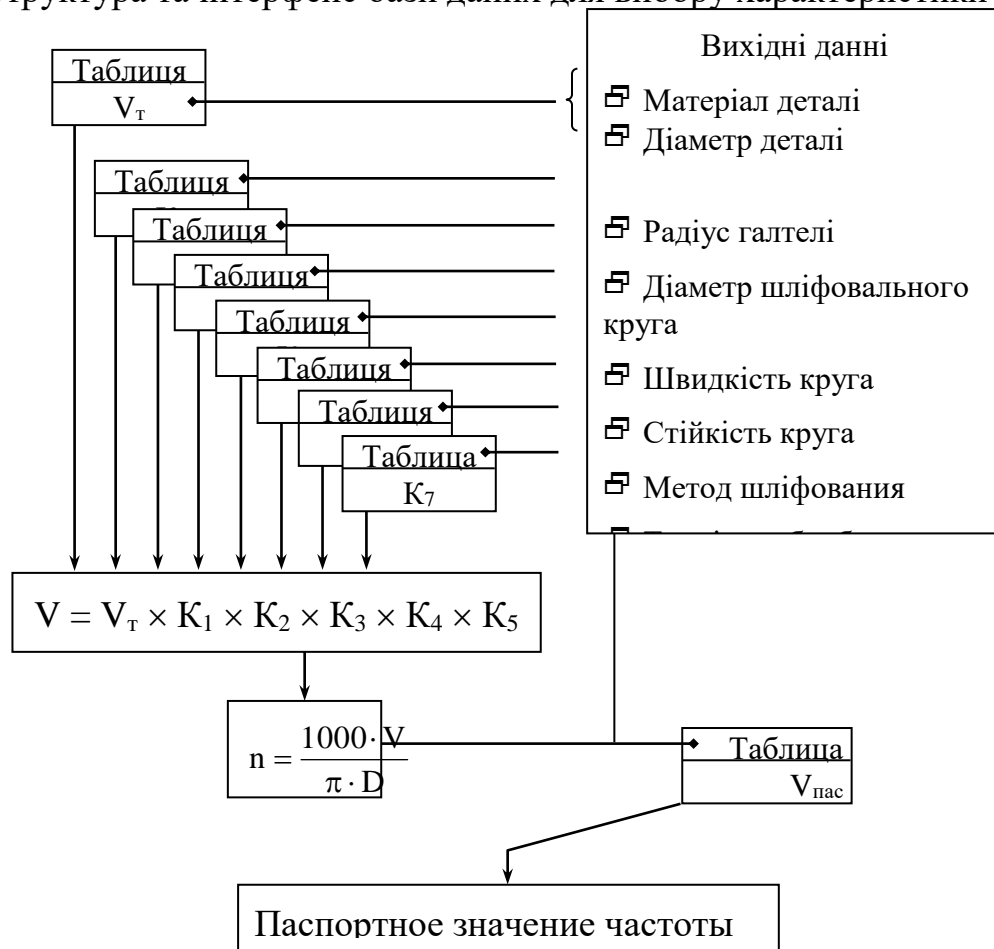


Рисунок 4.2 - Структура вибору характеристики круга.

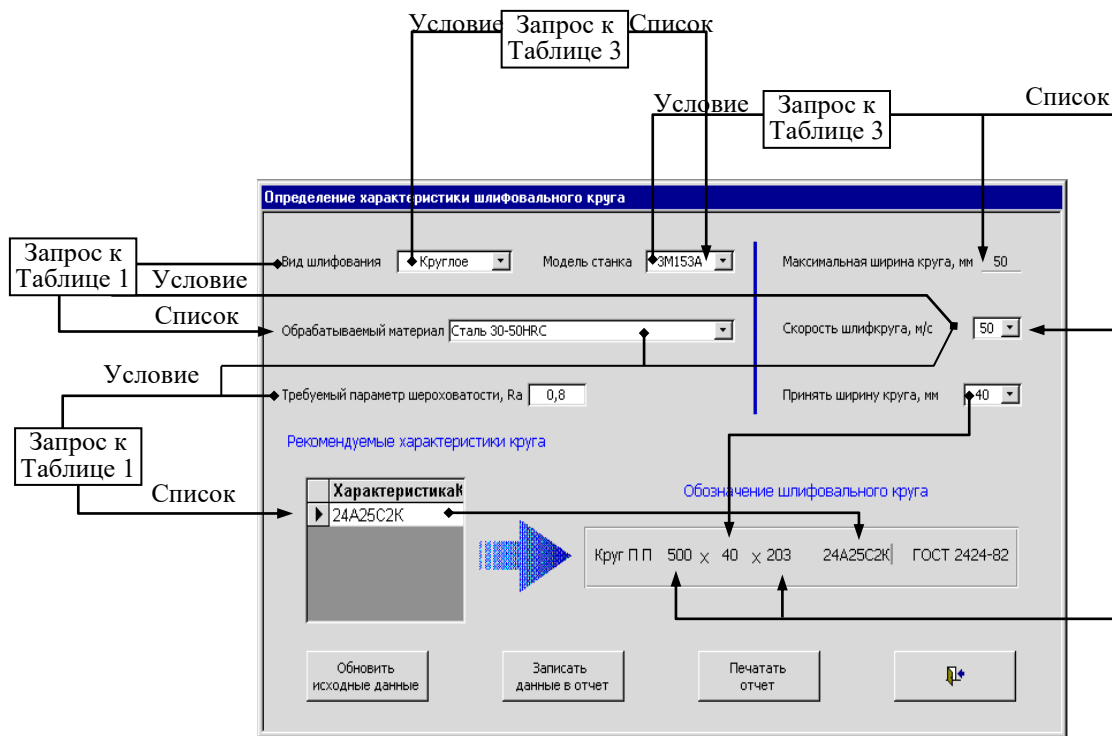


Рисунок 4.3 - Интерфейс выбора круга

Комфортные условия для введения данных для запроса и получения результатов, а также управления базой данных, создаются элементами управления, размещенными в форме, которая открывается одновременно с открытием базы данных и является фактически ее интерфейсом. Внешний вид формы выбора характеристики шлифовального круга и связи элементов управления с другими объектами БД представлены ниже.

4.4 Використання бази для розрахунку режимів круглого шліфування

База даних формується на підставі тринадцяти окремих таблиць, які включають структуровану інформацію про коефіцієнт визначення режимів різання, матеріал, необхідні верстати, швидкість деталі і характеристику шліфувального верстата.

Пошук необхідної інформації здійснюється за допомогою запиту, який формується методом об'єктно-візуального програмування за даними умовами відбору. Залежно від розв'язуваних завдань в базі передбачено 23 запитів.

Комфортні умови для введення даних для запиту і отримання результатів, а також управління базою даних, здійснюється органами управління, розташовани-

ми в формі, яка відкривається одночасно з відкриттям бази даних. Представлено на рисунку 4.3

Рисунок 4.3 - База даних

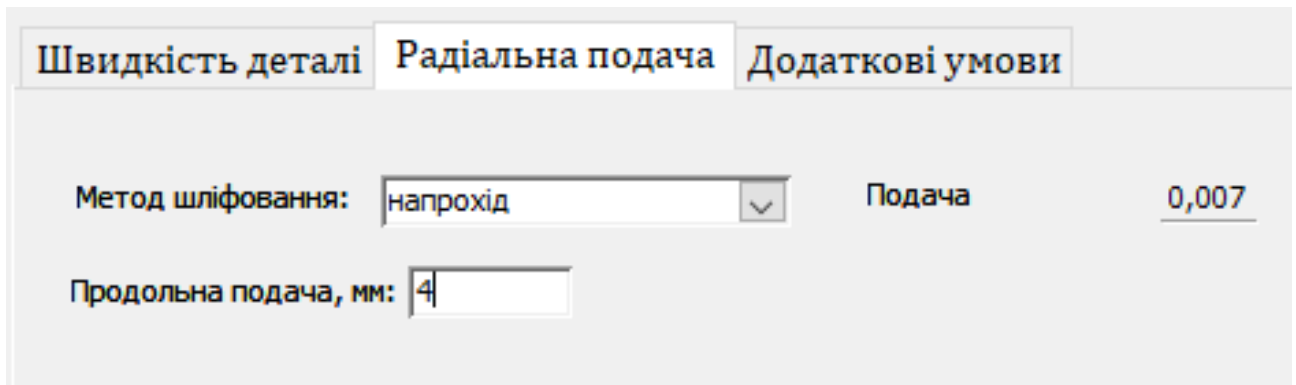
У цій основі використовуються 23 макросу, які створюють умови для багаторазового повторення проектних операцій.

База даних активізується в момент відкриття відповідного файлу, в цей же момент запускається макрос «AutoExec», який макрокомандами «Повідомлення», «ВідкритиФорму» і «ЗдвигРозмірів», запускає інформаційне повідомлення з текстом «спеціальний розділ дипломної роботи магістра», відкриває форму «режим різання круглого шліфування», на якій розміщені елементи управління, які дозволяють вводити вхідні дані, дотримуючись методичної послідовності проектування.

Форма умовно ділиться на дві частини: верхня і нижня. Верхня частина - вхідні дані, вибираються з наявних в полях зі списком. Нижня частина - три вкладки: швидкість деталі, радіальна подача, додаткові умови. У першій вкладці (швидкість деталі) зі списку вибираємо вид обробки (чорнова, чистова), після чого автоматично визначається рекомендована швидкість деталі і швидкість деталі вписуємо з рекомендованої. Приклад показаний на малюнку 4.4

Рисунок 4.4 – Визначення швидкості деталі.

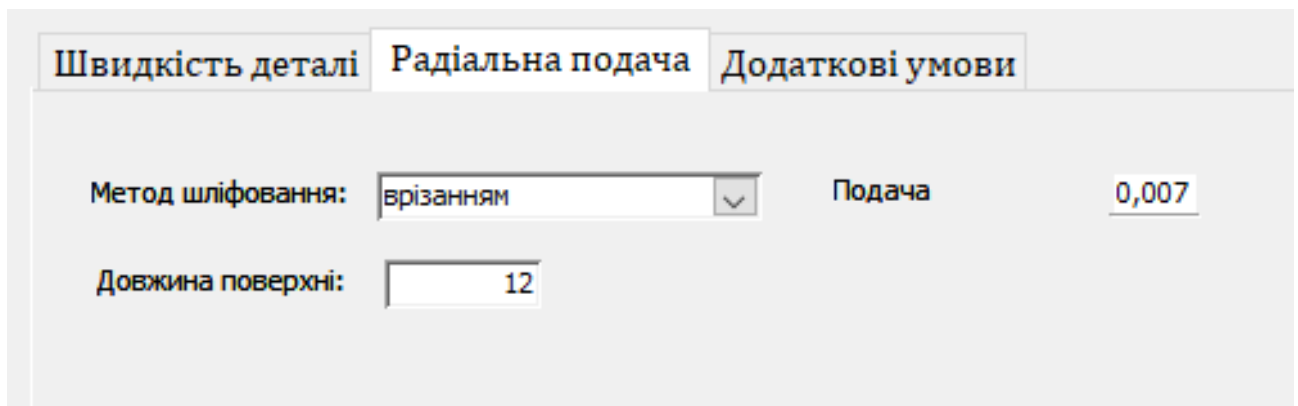
У другій вкладці (радіальна подача) визначаємо радіальну подачу. Вибираємо метод шліфування (напрохід, врізання). Якщо вибрати напрохід то автоматично визначається подовжня подача і подача. Приклад показаний на малюнку 4.5



Швидкість деталі	Радіальна подача	Додаткові умови
Метод шліфування:	напрохід	Подача 0,007
Продольна подача, мм:	4	

Рисунок 4.5 – Визначення радіальної подачі напрохід

Якщо вибрати врізання то вказуємо довжину оброблюваної поверхні і після чого автоматично визначається подача. Приклад показаний на рисунку 4.6



Швидкість деталі	Радіальна подача	Додаткові умови
Метод шліфування:	врізанням	Подача 0,007
Довжина поверхні:	12	

Рисунок 4.6- Визначення радіальної подачі врізанням

У третій вкладці (додаткові умови) розраховуються режими різання круглого шліфування. З групи перемикачів вибираємо радіус галтелі і швидкість кола. Після чого зі списку вибираємо діаметр кола, стійкість кола, квалітет і припуск на сторону. Після всіх обраних даних автоматично розраховуються режими різання. Приклад показаний на рисунку 4.7

Швидкість деталі	Радіальна подача	Додаткові умови	
Радіус галтелі <input type="radio"/> більше 1 мм <input checked="" type="radio"/> менше 0,5 мм	Кг: <u>1</u>	Діаметр круга, мм: <u>450</u>	Kd: <u>0,8</u>
Швидкість круга, м/с <input type="radio"/> 20-25 <input type="radio"/> 25-35 <input checked="" type="radio"/> 35-50	Kv: <u>1,2</u>	Стійкість круга, хв: <u>7</u>	Kit: <u>0,9</u>
		Квалітет: <u>10</u>	КТ: <u>0,7</u>
		Припуск на сторону: <u>0,3</u>	Кн: <u>1,2</u>
		К: <u>0,68</u>	Срад мм/об <u>0,0047</u>

Рисунок 4.7 – Розрахунок режимів круглого шліфування.

Вибір характеристики шліфувального круга залежить від швидкості круга, ширина та параметрів, максимальної ширини круга (залежить від обраного верстака), матеріалу та шорсткості. Після того, як обрали всі необхідні параметри в нижній частині автоматично з'являється саме характеристика шліфувального круга. Приклад наведений на рисунку 4.8.

Определение характеристики шлифовального круга

Вид верстака <input type="text" value="напівавтомат"/>	Модель станка <input type="text" value="3М153А"/>	Максимальная ширина круга, мм <input type="text" value="50"/>
Обрабатываемый материал <input type="text" value="вуглицева сталь більше 50 HRC"/>		Скорость шлифкруга, м/с <input type="text" value="35"/>
Требуемый параметр шероховатости, Ra <input type="text" value="1"/>		Принять ширину круга, мм <input type="text" value="13"/>

Рекомендуемые характеристики круга

Характеристика Круга:
Характе| ▾
5A40CM2K
24A40CM2

Обозначение шлифовального круга

Круг П П х х ГОСТ 2424-82

Подготовить
бланк отчета

Записать
данные в отчет

Печатать
отчет

Рисунок 4.8 – Характеристика шліфувального круга.

			32	1	
	НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12	02070743. 01140.00709		
	Вал вторинний				

«Затверджую»

Головний інженер ()

« » _____ 2018 р.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Вал вторинний

УЗГОДЖЕНО:

Метрол. контроль _____ ()

Вед. технолог _____ ()

Н. контроль _____ ()

Акт № ____ від «____» _____ 20 р.

Розпис _____

Гл. спеціаліст _____ ()

Нач. техбюро _____ ()

Розробник _____ (Сіра

02070743.01140.00709

3

1

Разраб	Cira				НТУ «ДП»				ТММ. ПД18.12				02070743.10140.00041				
Норм																	
	Вал вторичний																
M01	Сталь 30ХГТ ГОСТ 4543-71																
M02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ				
	-	кг	6,8	1	2,15	0,76	Штамповка	Ø103,54 x 400				1	8,95				
A	Цех	Уч.	PM	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа								
B	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
A 01	20	2	20	05	4269, Програмна				02070743. 60146. 00001; ИОТ 1-5								
B 02	041231, ВСМ-206ВМ-13СNC2						-	18632	3	-	1	1	1	100	1	20	3,87
03																	
A 04	20	1	5	10	4233, Токарна с ЧПК				02070743.60140.00002; ИОТ 1-5								
B 05	041170, NEF400						-	15292	4	-	1	1	1	100	1	21	5,2
06																	
A 07	20	1	18	15	4233, Токарна с ЧПК				02070743.60140.00003; ИОТ 1-5								
B 08	041170, NEF400						-	15292	5	-	1	1	1	100	1	18	0,45
09																	
A 10	20	2	31	20	4271, Фрезерувальна				02070743.60140.00004; ТТИ102.25240.00099; ТБ-ХХ								
B 11	041600, 6P81						-	18632	3	-	1	1	1	100	1	17	0,6
12																	
A 13	20	4	92	25	4141, Шліцефрезерувальна				02070743.60140.00005; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 5-9								
B 14	041530, 5350						-	12290	5	-	1	1	1	100	1	34	27,7

02070743.01140.00709 | 2

НТУ «ДП»

ТММ. ПД18.12

02070743.
10140.00041

А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования															
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н _{расх.}		
А 01	20	5	101	30	4131, Шліфувальна	02070743.60140.00006; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9										
Б 02	041300, 3Т161					-	3	-	1	1	1	100	1	19	2,03	
03																
А 04	20	4	92	35	4131, Шліфувальна	02070743.60146.00007; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 5-9										
Б 05	041300, 3Т161					-	3	-	1	1	1	100	1	19	1,25	
06																
А 07	20	3	67	40	4163, Зубооброблююча	02070743.60140.00008; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9										
Б 08	041530, 5С270П					-	12290	4	-	1	1	1	100	1	20	12,58
09																
А 10	20	3	67	45	4163, Зубооброблююча	02070743.60140.00009; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9										
Б 11	041530, 5С270П					-	12290	4	-	1	1	1	100	1	20	12,50
12																
А 13	20	5	92	50	0260, Контрольна	02070743.30103.00010; ТТИ102.25240.00105										
Б 14	Стіл БТК					-	5	-	1	1	1	100	1	20	10	
15																
А 16	30	4	77	55	5120, Термічна обробка											
Б 17	ХТО															
18																

02070743.01140.00709 | 3

02070743.
10140.00041

А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования															
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
А 01	20	5	101	60	4141, Шліцешліфувальна	02070743.60140.00011; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 5-9										
Б 02	041300, 3М451ВФ2					-	18873	5	-	1	1	1	100	1	18	23,3
03																
А 04	20	5	67	65	4131, Шліфувальна	02070743.60140. 00012; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9										
Б 05	041300, 3Т161					-	18873	4	-	1	1	1	100	1	19	2,15
06																
А 07	20	5	101	70	4131, Шліфувальна	02070743.60140. 00013; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 5-9										
Б 08	041300, 3Т161					-	18873	3	-	1	1	1	100	1	17	1,1
09																
А 10	20	5	101	75	0260, Контрольна	02070743.30103. 00014; ТТИ102.25240.00105										
Б 11	Стіл БТК					-		4	-	1	1	1	100	1	40	20
12																
А 13																
Б 14																
15																
А 16																
Б 17																
18																

02070743.10140.00041	3	1
----------------------	---	---

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12			02070743.60140.04101				
Норм												
				Вал вторинний				20	2	20	05	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Програмна			Сталь 30ХГТ		156-241 НВ	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
BCM-206BM, SINUMERIC-840D			1509		3,87	3,37	20	5,43	2-5% эмульсия НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь										1,2	
Т 02	293215, Пристосування ТММ.ПД18.12.04											
03	Позиція 1											
О 04	2. Фрезерувати правий торець, витримав розмір 1										0,1	1,15
Т 05	292129, Оправка 191431054 ТУ2 035-697-79; 282140, Фреза 2214-0153 ГОСТ 9473-80; 411000, ШЦ-П-400-0,05 ГОСТ 166-89											
Р 06					1	100	85	53,5	1	54	224	81,6
07												
О 08	3. Свердлити центровий отвір, витримав розміри 2-8										0,2	0,08
Т 09	291110, Патрон 191113040 ТУ2 035-490-76; 282430, Свердло 2317-0112 ГОСТ 14952-75; Шаблон											
Р 10					2	12	30	6	1	63	1000	32
11												
О 12	4. Повернути стіл на 180°										0,1	
13	Позиція 2											
О 14	5. Фрезерувати лівий торець, витримав розмір 9										0,1	1,15
15					1	100	85	3,5	1	54	224	81,6
16												
ОК												5

							02070743.10140.00041	2	
							ТММ.ПД18.12	02070743.60140.04101	05
Р	ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S мм/мин	n об/мин	Vм/мин	
О 01	6. Свердли́ти отвір під різьбу витримав розміри 13, 15($\text{Ø}16,5^{+0,15}$)						0,3	0,8	
Т 02	291432, Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85; 282430, Свердло 2301-0199 ГОСТ 19903-77;								
Т 03	414000, Калібр-пробка 8133-0931 п6 ГОСТ 14810-69								
Р 04	3	16,5	61	8,25	1	250	500	15,7	
05									
О 06	7. Зенкерувати отвір витримавши розмір 10,12						0,3	0,12	
Т 07	291432, Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85; 282450, Зенкер 035-2323-0015 ТУ2 035-926-83;								
Т 08	414000, Калібр-пробка 8133-0934 Н14 ГОСТ14810-69								
Р 09	4	20	8	2	1	40	400	19,8	
10									
О 11	7. Зенкувати конус витримав розмір 17						0,2	0,12	
Т 12	291432, Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85; 282460, Зенковка 2353-0147 ГОСТ 14953-80; 417000, Шаблон								
Р 13	5	33	2,2	2	1	40	400	19,8	
14									
О 5	8. Нарізати різьбу М18х1,5-Н7 витримавши розмір 14,15						0,3	0,33	
Т 16	291423, Держатель 91112041 ТУ2 035-681-79; 291110, Патрон 191221030 ТУ2 035-681-79;								
Т 17	283231, Мітчик 035-2620-0561 ОСТ 2И52-1-74; 415000, Пробка 8221-3076 7Н ГОСТ 17758-72								
Р 18	6	18	50	1,5	1	1,5	100	5,6	
19									
20									
ОК								6	

02070743.10140.00041 3

ТММ.ПД18.12

02070743.60140.04101 05

Р	ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S мм/мин	n об/мин	Vм/мин	
О 01	8. Зенкувати конус витримав розмір 16							0,3	0,12
Т 02	291432,Втулка 191831072 ТУ2 035-978-85; 282460,Зенковка 2353-0124 ГОСТ 14953-80; 417000, Шаблон								
Р 03	7	30	11,6	2	1	40	400	19,8	
04									
О 05	8. Розкріпити та зняти деталь							0,05	
06									
О 07	9. Контроль виконавцем							0,22	
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

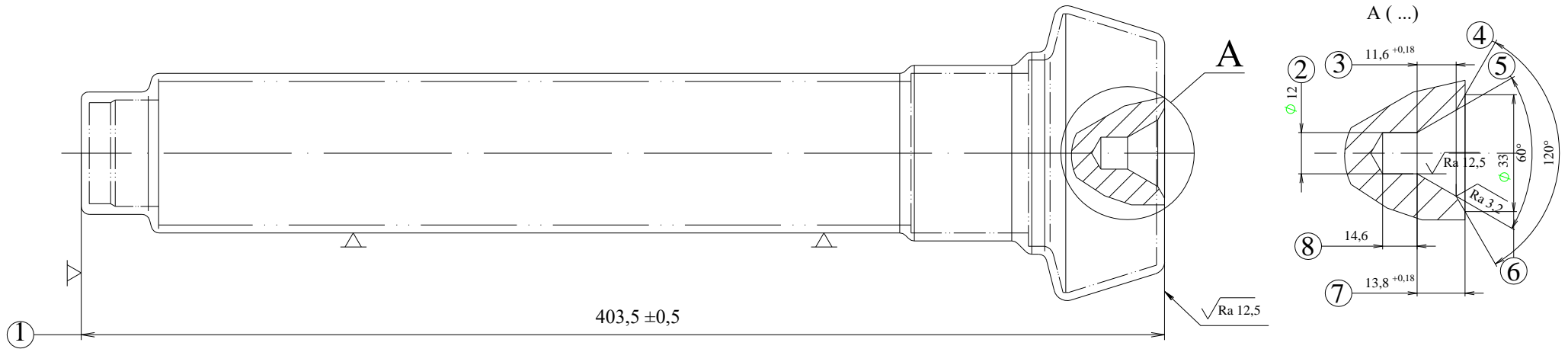
ОК

7

02070743.60140.04101	2	1
----------------------	---	---

Разраб				НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12	2	02070743.20140.04102			
Норм							20	2	20	05
							Вал вторинний			

Позиція 1



Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------	------	------	----------	---------	------

02070743.60140.0410

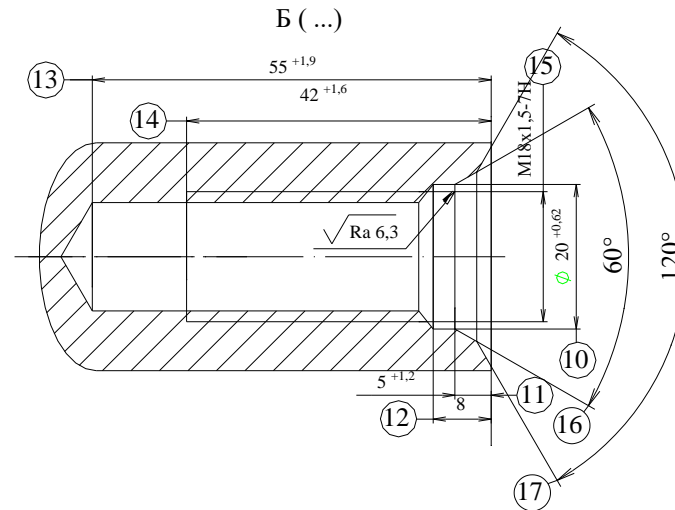
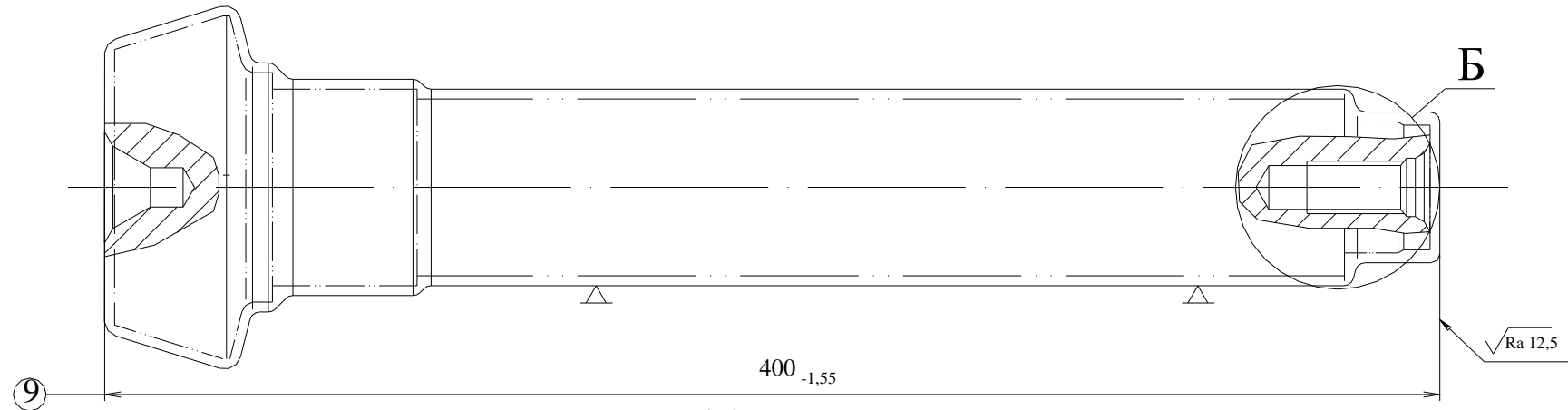
2

ТММ.ПД18.12

02070743.
20140. 04102

05

Позиція 2

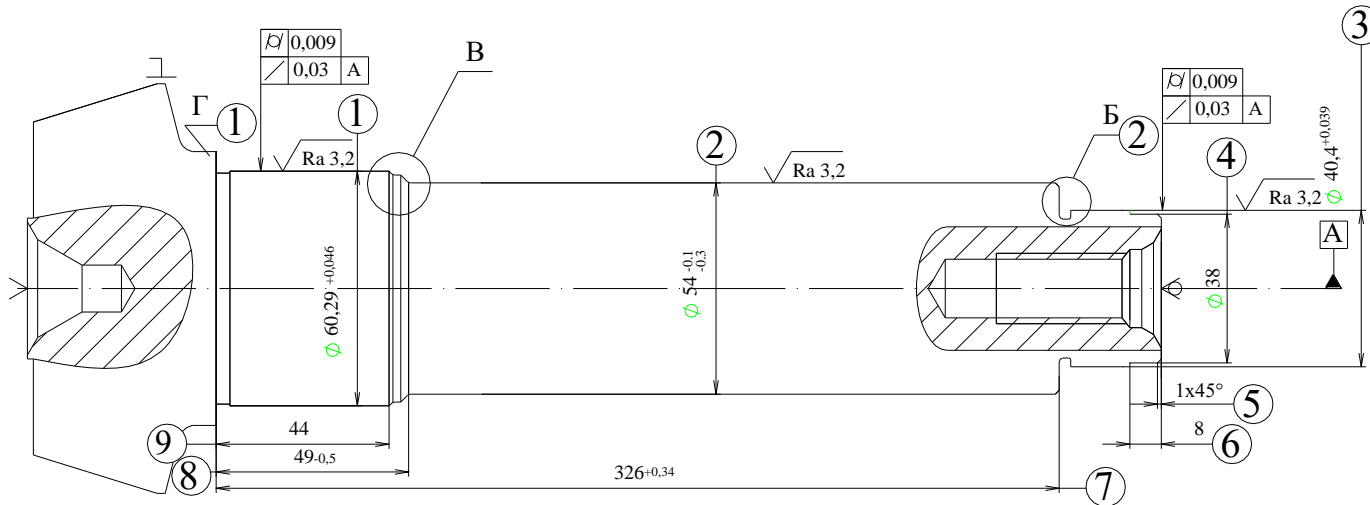


02070743.10140.00002 2 1

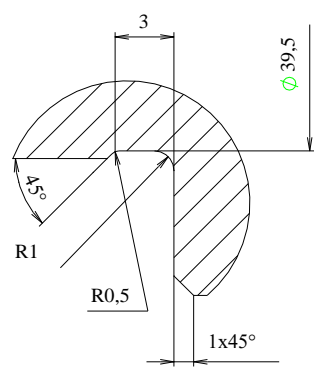
Разраб	Сіра			НГУ «ДП»	ТММ.ПД18.12			02070743.60146.00001			
Норм											
				Вал вторичний				20	1	5	10
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарна з ЧПК		Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
NEF400, HEIDENHEIN CNC PILOT 640		1405		5,2	1,2	21	5,5	2-5% эмульсия НГЛ-205			
Р		ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин		
О 01	1. Встановити та закріпити деталь								0,8		
Т 02	292210, Патрон УГО.000000.000; 292150, Центр А-2-5-УП ЧПУ ГОСТ 8742-75										
03											
О 04	2. Точити попередньо по програмі витримавши розміри 1, 2, 3, 4-9								0,1	3,24	
Т 05	291411, Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74; 281260, Різець 2102-0312 тип 4 ГОСТ 21151-75;										
Т 06	411000, ШЦ-II (0-250) ГОСТ 166-89										
Р 07		1	60,93	352	3,95	-	170	500	96,9		
08											
О 09	3. Точити канавки 1, 2								0,1	0,08	
Т 10	291411, Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74; 281220, Різець К.01.4525.000-01 ВНИИи; 417000, Комплект шаблонів										
Р 11		2	59,5	3	1,43	-	60	400	53,4		
12											
О 13	4. Точити остаточно по програмі витримавши розміри 1-9								0,1	1,88	
Т 14	291411, Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74; 281260, Різець 2102-0312 тип 4 ГОСТ 21151-75; 411000, ШЦ-II (0-250) ГОСТ 166-89										
Т 15	414000, Калибр-скоба 8113-02777 п8 ГОСТ 18775-93; 414000, Калибр-скоба 8113-0253 к6 ГОСТ 18775-93;										
Р 16		3	60,3	352	0,63	1	170	1000	123,9		
ОК										10	

										02070743.10140.0002	2	
										ТММ.ПД18.12	02070743.60146.00001	10
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S	п об/мин	Vм/мин
О 01	414000, Калибр-скоба 8113-0273 п6, ГОСТ 18775-93; 417, 417000, Шаблон											
02												
О 03	5. Розкріпити та зняти деталь										0,1	
04												
О 05	6. Контроль виконавцем										0,4	
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
ОК											11	

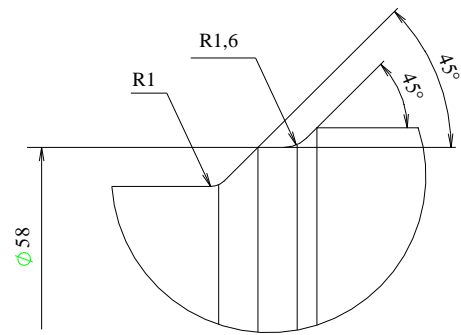
Разраб	Сира			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12	02070743. 20140.04106			
Норм									
Вал вторинний						20	1	5	10



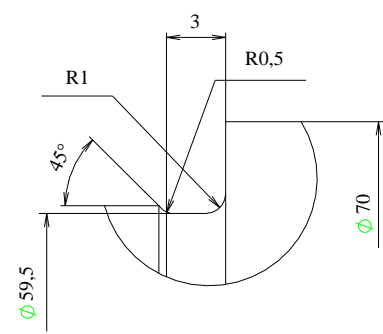
Б (5:1)



В (5:1)



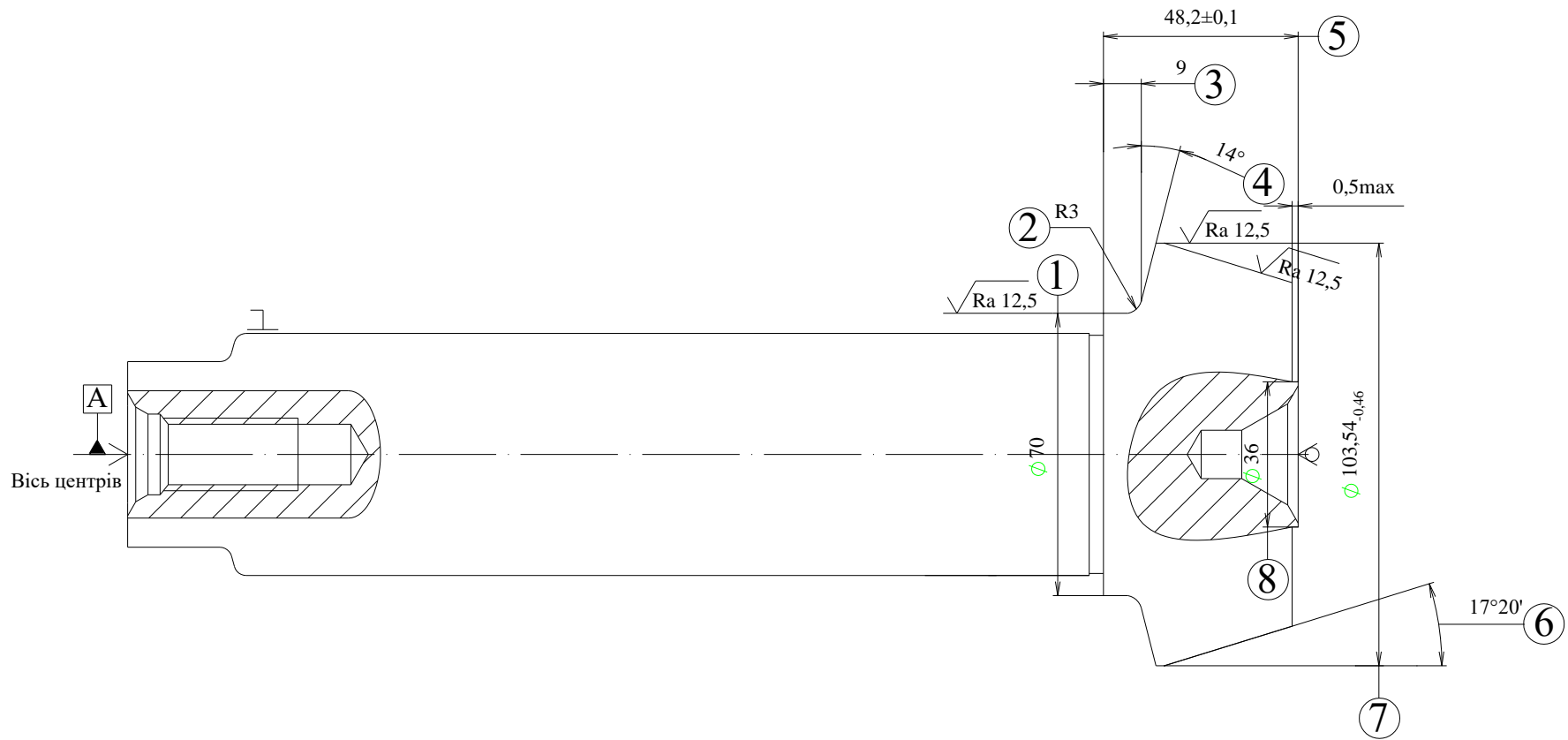
Г (5:1)



02070743.10140.00002 1 1

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12			02070743.60146.00001				
Норм												
				Вал вторинний				20	1	18	15	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Токарна з ЧПК			Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
NEF400, HEIDENHEIN CNC PILOT 640			1406		0,45	0,9	18	1,2	2-5% емульсія НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь										0,2	
Т 02	292210, Патрон УГО.000000.000; 292150, Центр А-2-5-У ЧПУ ГОСТ 8742-75											
03												
О 04	2. Точити по програмі передній конус витримав розміри 6, 7, 8										0,1	0,3
Т 05	291411, Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74; 281260, Різець Т5К10 21021-3014 ГОСТ 20872-80;											
Т 06	ШЩ-II (0-250) ГОСТ 166-80; Угломір ГОСТ 5378-88											
Р 07					1	103	35	5,5	1	42	280	85,2
08												
О 09	3. Точити по програмі задній конус, витримав розміри 1-5										0,1	0,15
Т 10	291411, Блок 1П752МФ.41.001 ТУ 024-4005-74; 281260, Різець Т15К6 21079-3025 ГОСТ 26611-85; Комплект шаблонів											
11												
Р 12					2	103	25	5,5	1	42	280	85,2
13												
О 14	4. Розкріпити та зняти деталь										0,1	
15												
О 16	5. Контроль виконавцем										0,4	
ОК												13

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12	02070743. 20140.04106					
Норм											
				Вал вторинний				20	1	18	15



02070743.10140.00002	1	1
----------------------	---	---

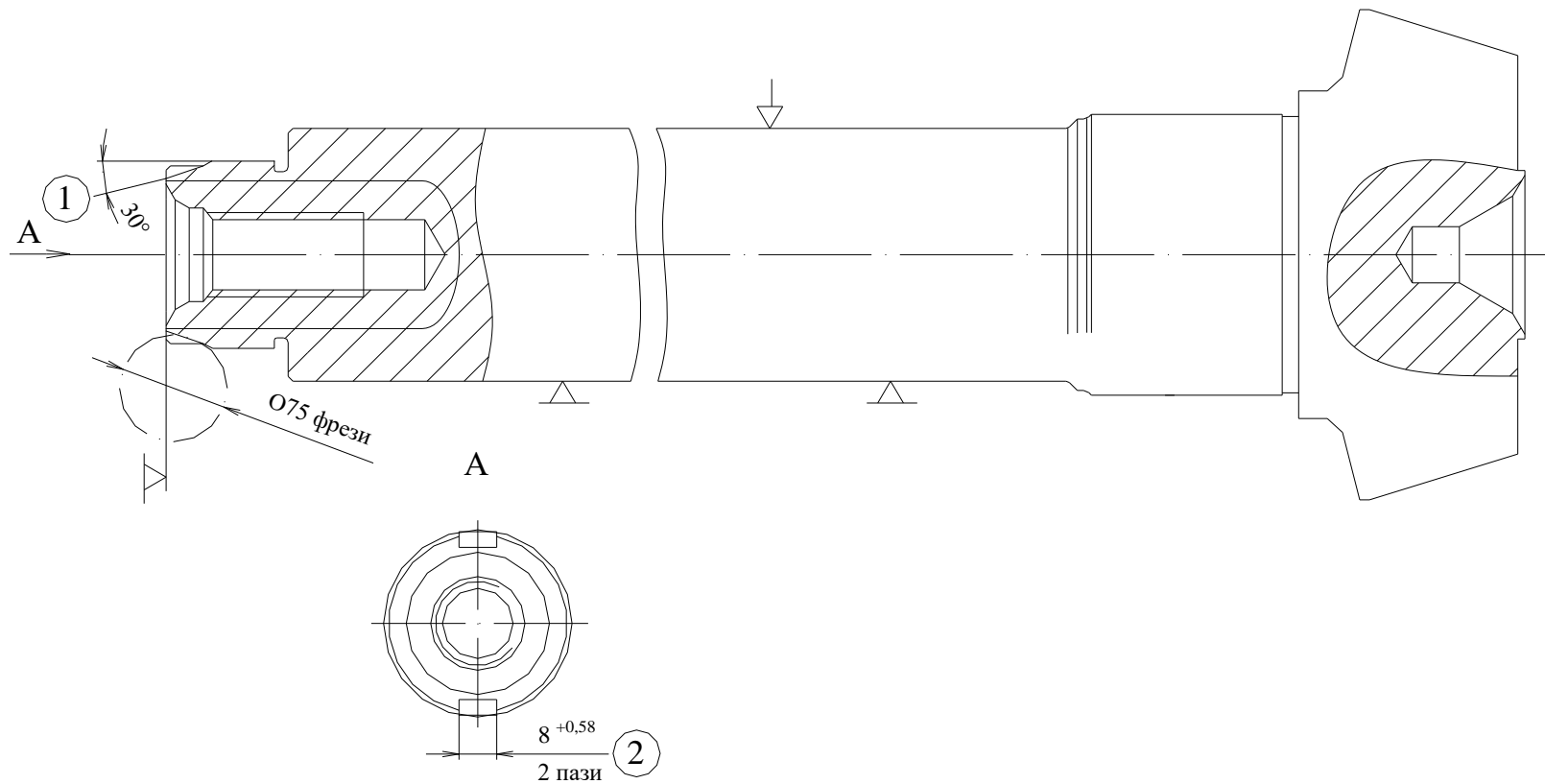
Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ. ПД18.12			02070743.60146.00001				
Норм												
				Вал вторинний				20	2	31	20	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Фрезерувальна			Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
6P81			-		0,6	0,55	17	1,56	2-5% эмульсия НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь										0,12	
Т 02	Пристрій ТГМ.ДП.15.13.03											
03												
О 04	2. Фрезерувати паз витримав розмір 1, 2										0,07	0,3
Т 05	291230, Оправка 6225-0131 ГОСТ 15067-75; 282270, Фреза ТГМ.ДП15.13.06; ШЦ I 125/0,1 ГОСТ 166-80;											
Т 06	29256, Кутомір ГОСТ 5378-88											
Р 07					1	75	35	4	1	118	120	29
08												
О 09	3. Повернути деталь на 180°										0,1	
10												
О 11	4. Повторити перехід 2										0,07	0,3
12												
О 13	5. Розкріпити та зняти деталь										0,1	
14												
О 15	6. Контроль виконавцем										0,1	
16												
ОК												15

02070743.60140.04107

1

1

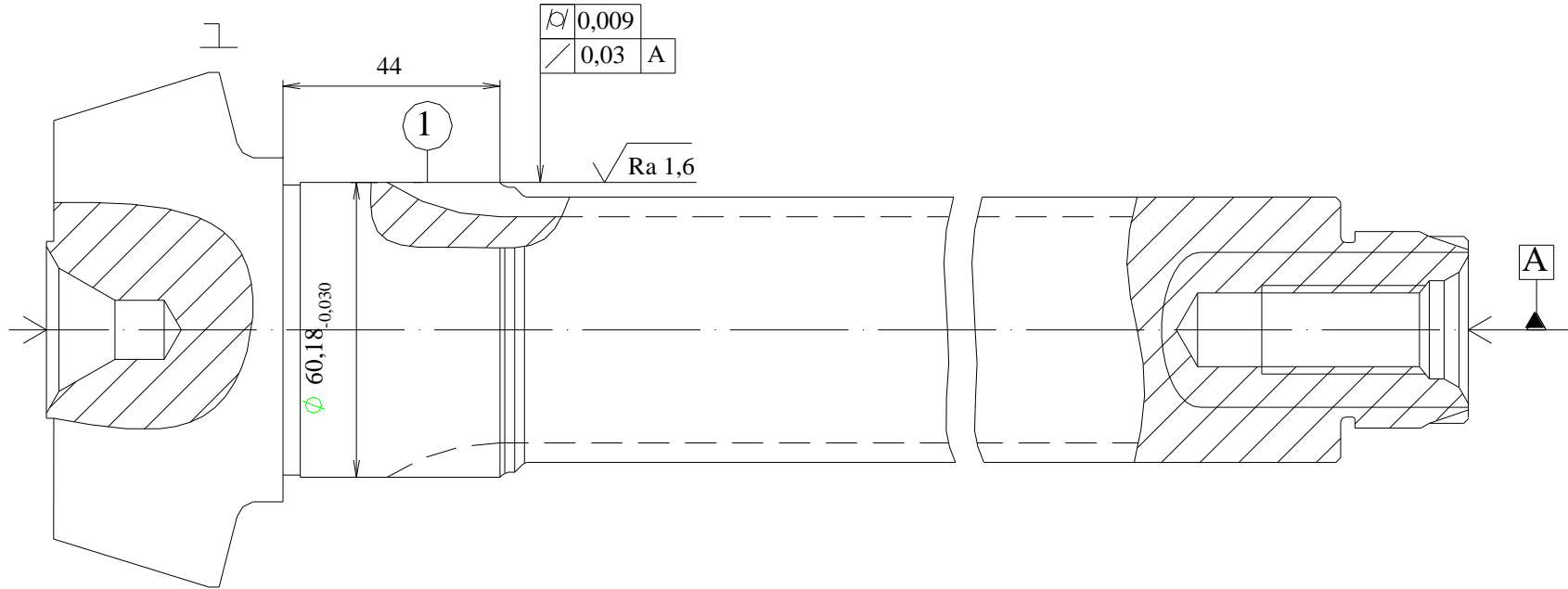
Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ. ПД18.12		02070743. 20140.04108					
Норм									20	2	31	20
							Вал вторинний					



02070743.10140.00041	1	1
----------------------	---	---

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12				02070743.60140.04109			
Норм												
				Вал вторинний				20	5	101	30	
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Шліфувальна				Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ		
3Т161				-		1,3	0,47	19	2,03	2-5% эмульсия НГЛ-205		
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь								0,13			
Т 02	292150, Центр 7032-0037 Морзе 5 ГОСТ 13214-79											
03												
О 04	2. Шліфувати поверхню 1								0,17		1,3	
Т 05	284110, Шліфколо ПП 750x80x305 24А50С1К ГОСТ 2424-83; 414000, Калібр-скоба 81132- 1944 ГОСТ16777-93											
06												
Р 07					1	60,18	49	0,04	1	0,005	125	30
08												
О 09	3. Розкріпити та зняти деталь								0,07			
10												
О 11	4. Контроль виконавцем								0,1			
12												
13												
14												
15												
ОК											19	

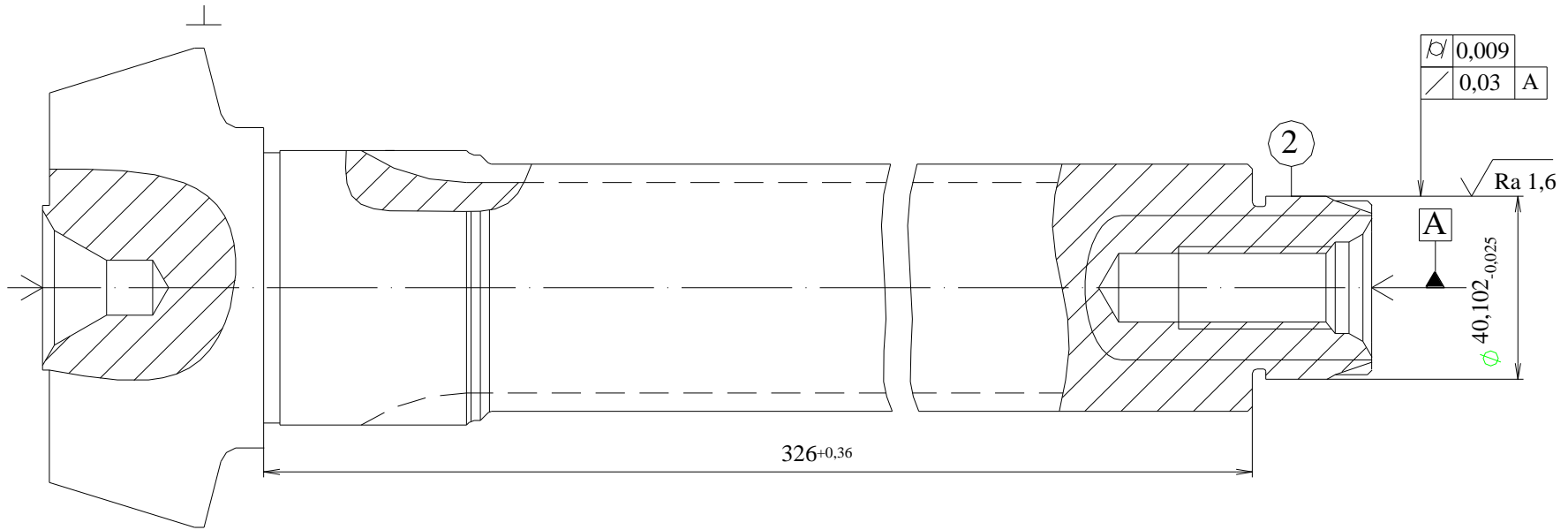
Разраб	Спра			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12		02070743. 20140.04112				
Норм							Вал вторинний				20	4	101	30



02070743.10140.00002	1	1
----------------------	---	---

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ. ПД18.12			02070743.60146.00002				
Норм												
				Вал вторинний				20	4	92	35	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Шліфувальна			Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
3Т161			-		0,8	0,47	18	1,25	2-5% эмульсия НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь										0,13	
Т 02	292150, Центр 7032-0037 Морзе 5 ГОСТ 13214-79											
03												
О 04	2. Шліфувати поверхню 2										0,17	0,8
Т 05	284110, Шліфколо ПП 750x50x305 24А50С1К ГОСТ 2424-83; 414000, Калібр-скоба 81132-1944 ГОСТ16777-93											
Р 07					1	40,102	26	0,04	1	0,005	125	30
08												
О 09	3. Розкріпити та зняти деталь										0,07	
10												
О 11	4. Контроль виконавцем										0,1	
12												
13												
14												
15												
16												
ОК											21	

Разраб	Спра			НТУ «ДП»	ТММ. ПД18.12		02070743. 20140.04112				
Норм							Вал вторинний				20	4	92	35



02070743.10140.00002	1	1
----------------------	---	---

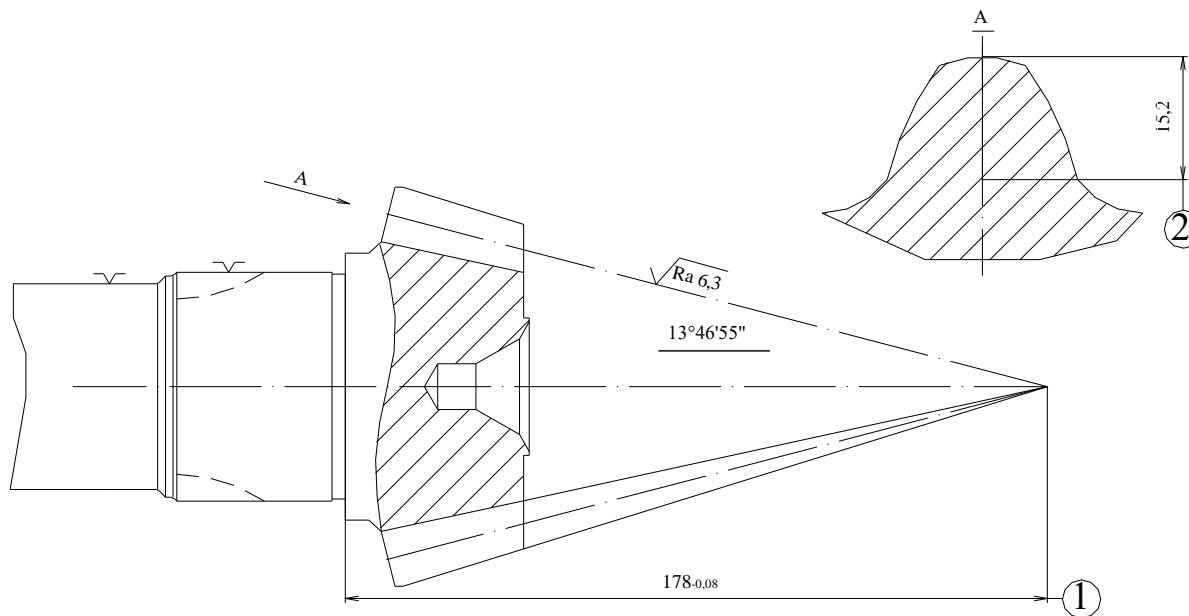
Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12			02070743.60146.00001				
Норм												
				Вал вторинний				20	3	67	40	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Зубооброблююча			Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
5С270П			-		11,14	0,5	20	12,58	2-5% эмульсия НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь										0,07	
Т 02	293461, Пристосування при верстаті											
03												
О 04	2. Фрезерувати зубці начерно витримав розміри 1,2										0,3	11,14
Т 05	283141, Головка фрезерувальна 25531-318; Розміри та кути забезпечуються наладкою верстата											
06												
Р 07					1	334	45	13	1	0,2	31	33
08												
О 09	3. Розкріпити та зняти деталь										0,03	
10												
О 11	4. Контроль виконавцем										0,1	
12												
13												
14												
15												
ОК											23	

02070743.60140.00002

1

1

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ПД18.12	02070743. 20140.00001			
Норм						Вал вторинний			
						20	3	67	40

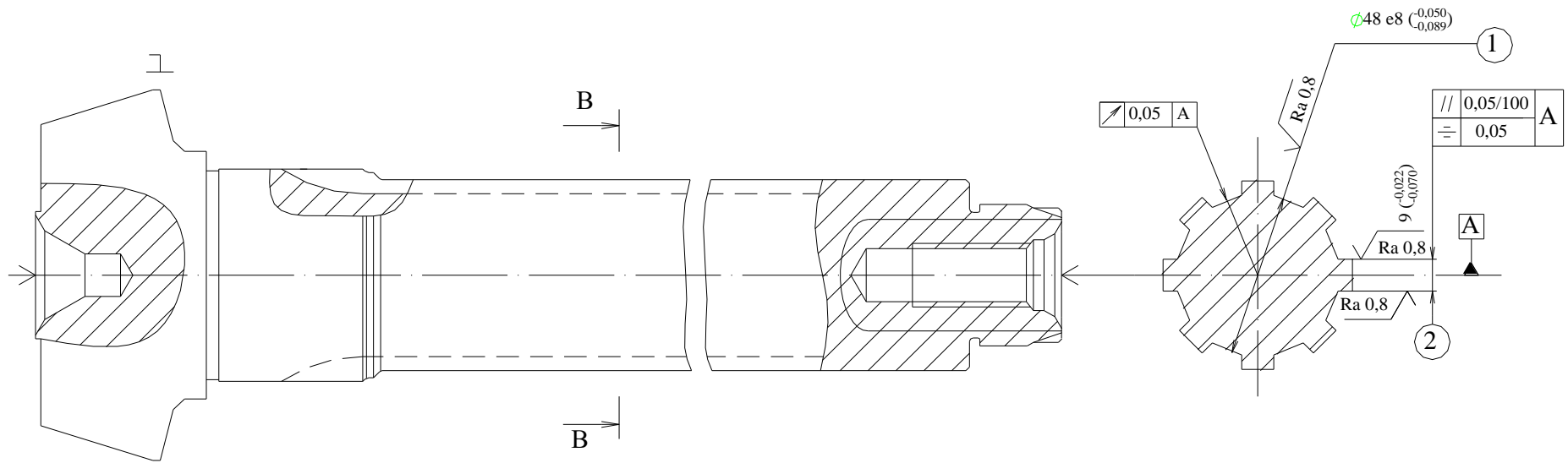


Середній нормальний модуль	m_n	6,5
Число зубів	z	13
Тип зуба	-	круговий
Середній кут нахилу зуба	?	0°
Напрямок зуба	-	лівий
Осьова форма зуба за ГОСТ 19325-73	-	
Вихідний контур за ГОСТ 16202-70	-	
Коефіцієнт зміщення	x_n	0,55
Коефіцієнт зміни товщини зуба	x_γ	0,06
Кут ділільного конуса	δ	13°46'55"
Номинальний діаметр зуборізної головки	d_0	304,8
Степінь точності за ГОСТ 1758-81	-	8-С
Гарантований бічний зазор в парі	$j_{n\min}$	0,200
Допуск на коливання бічного зазору	F_{vj}	0,09
Міжосьовий кут передачі	Σ	90°
Теоретична товщина зуба по початковому колу	S_{xn}	12,53
Зовнішня висота зуба	h_e	14,9
Позначення парного зубчатого колеса	-	40-2403021

02070743.10140.00002	1	1
----------------------	---	---

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.12				02070743.60146.0001			
Норм												
				Вал вторинний				20	5	101	60	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Шліцешліфувальна			Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _о	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
3М451ВФ2			-		19	2,4	18	23,3	2-5% эмульсия НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь				0,33							
Т 02	Пристосування при верстаті											
03												
О 04	2. Шліфувати профіль шліців, витримав розміри 1, 2				1,5 19							
Т 05	284110, Шліфколо 600x20x305 24А25С2К ГОСТ 2424-83; 414000, Калібр-скоба ГОСТ 10197-70;											
Т 06	417000, Мікрометр МКО-25 ГОСТ 6507-85											
Р 07					1	48	330	0,06	1	0,015	18	14
08												
О 09	3. Розкріпити та зняти деталь				0,17							
10												
О 11	4. Контроль виконавцем				0,4							
12												
13												
14												
15												
ОК											27	

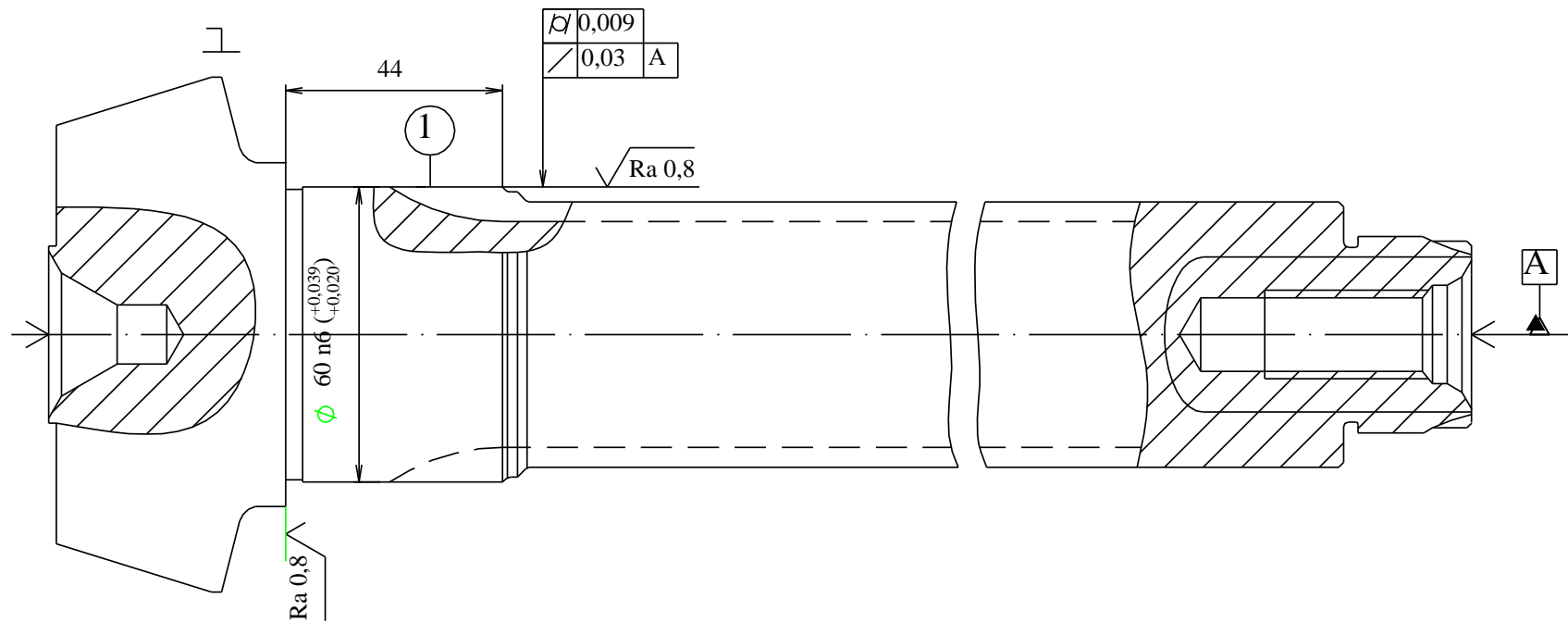
Разраб	Спра			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.12	02070743. 20140.04120			
Норм									
Вал вторинний						20	5	101	60



02070743.10140.00002	1	1
----------------------	---	---

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.12			02070743.60146.04107				
Норм												
				Вал вторинний				20	3	67	65	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Шліфувальна			Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
3Т161			-		1,5	0,47	19	2,15	2-5% эмульсия НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь										0,13	
Т 02	292150, Центр 7032-0037 Морзе 5 ГОСТ 13216-79											
03												
О 04	2. Шліфувати остаточно поверхню 60пб										0,17	1,5
Т 05	284110, Шліфколо ПП 750x80x305 24A25C2K ГОСТ 2424-83; Мікрометр МКО-25 ГОСТ 6507-85											
06												
Р 07					1	60	49	0,02	1	0,005	120	30
08												
О 09	3. Розкріпити та зняти деталь										0,07	
О 11	4. Контроль виконавцем										0,1	
12												
13												
14												
15												
ОК											29	

Разраб	Спра			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.12	02070743. 20146.00001					
Норм											
				Вал вторинний				20	3	67	65



02070743.10140.00002	1	1
----------------------	---	---

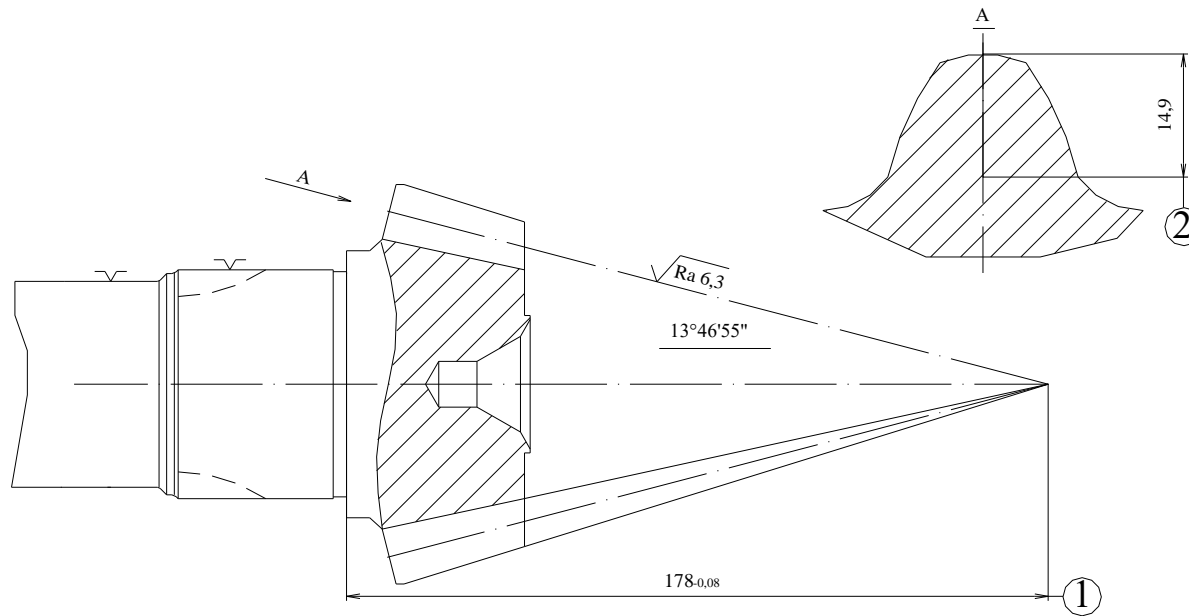
Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.12			02070743.60146.00001				
Норм												
				Вал вторинний				20	3	67	45	
Наименование операции			Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Зубооброблююча			Сталь 30ХГТ		НВ156-241	кг	6,8	Ø103,54x400		10,75	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		T _o	T _в	T _{пз}	T _{шк}	СОЖ			
5С270П			-		11,01	0,5	20	12,5	2-5% эмульсия НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити та закріпити деталь										0,07	
Т 02	Пристосування при верстаті											
03												
О 04	2. Фрезерувати зубці начисто витримав розміри 1,2										0,3	11,01
Т 05	283141, Головка фрезерувальна 25531-318; розміри та кути забезпечуються наладкою верстата											
06												
Р 07					1	334	45	13	1	0,2	31	33
08												
О 09	3. Розкріпити та зняти деталь										0,03	
10												
О 11	4. Контроль виконавцем										0,1	
12												
13												
14												
15												
16												
ОК												25

02070743.60140.04115

1

1

Разраб	Сіра			НТУ «ДП»	ТММ.ДП18.12	02070743. 20140.04116			
Норм									
Вал вторинний						20	3	67	45



Середній нормальний модуль	m_n	6,5
Число зубів	z	13
Тип зуба	-	круговий
Середній кут нахилу зуба	?	0°
Напрямок зуба	-	лівий
Осьова форма зуба за ГОСТ 19325-73	-	
Вихідний контур за ГОСТ 16202-70	-	
Коефіцієнт зміщення	x_n	0,55
Коефіцієнт зміни товщини зуба	x_γ	0,06
Кут дільного конуса	δ	13°46'55"
Номинальний діаметр зуборізної головки	d_0	304,8
Степінь точності за ГОСТ 1758-81	-	8-С
Гарантований бічний зазор в парі	$j_{n\min}$	0,200
Допуск на коливання бічного зазору	F_{vj}	0,09
Міжосьовий кут передачі	Σ	90°
Теоретична товщина зуба по початковому колу	S_{xn}	12,53
Зовнішня висота зуба	h_e	14,9
Позначення парного зубчатого колеса	-	40-2403021

Список літератури

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсове проектування по технології машинобудування. - Мінськ .: Вишэйшая школа, 1983.
2. Горошкин А.К. Пристосування для металорізальних верстатів: Довідник. - 7-е вид. перераб. і доп. - М .: Машинобудування, 1979, 303 с.
3. ГОСТ 7505-89 Поковки сталеві штамповані «Допуски раз-мерів і припуски на механічну обробку».
4. ГОСТ 8560-78 Сталь шестигранна калибрована «Сортамент»
5. Єгоров М.Є. Основи проектування машинобудівних завод.- М .: Вища школа, 1969.
6. Кашук В.А., Верещагін А.Б. Довідник шлифовщика. - М .: Машинобудування, 1988, 480 с.
7. Кодування технологічної інформації: Довідковий посібник / Упоряд. С.Г.Піньковській, В.Г.Олейніченко - Дніпропетровськ: НГУ, 2003.-24с.
8. Комплектність і правила заповнення бланків технологічних до-тів: Методичний посібник для самостійної роботи / Упоряд. С.Г.Піньковській, В.І.Холоша, Ю.Г.Кравченко - Дніпропетровськ: НГУ, 2004.-34с.
9. Кузнєцов В.І., Маслов А.Р., Байков О.М. Оснащення для верстатів з ЧПУ Довідник. - М .: Машинобудування, 1983, 359 с.
10. Марочник сталей і сплавів / Под ред. В.Г.Сорокіна - М .: Машинобудування, 1989 -638с.
11. Металообробний твердосплавний інструмент: Довідник / В.С.Самойлов, Е.Ф.Ейхманс, В.А.Фальковській і ін. - М .: Машинобудування, 368 с.
12. Металорізальні інструменти / Г.Н.Сахаров, О.Б.Арбузов, Ю.Л.Боровой і ін., - М.: Машинобудування, 1989, 326 с.
13. Обробка металів різанням. Довідник технолога / Под ред. А.А.Панова. - М .: Машинобудування, 1988, 736 с.
14. Устаткування й нормативи часу котельноного, на обслуговування робочого місця і підготовчо-заклюве для технічного нормування верстатних работ.- М .: Машинобудування. 1974.
15. Устаткування й нормативи часу і режими на роботи, що виконуються на металорізальних верстатах з ПУ.- М: ННТруда. 1986.
16. Прогресивні ріжучі інструменти та режими різання металів. Довідник / За ред. В.І.Баранчікова. - М .: Машинобудування, 1990, 399 с.
17. Руденко П.А., Харламов Ю.О. Проектування і виробництво заготовок в машинобудуванні. Київ .: Вища школа, 1991
18. Савицька Г.В. Аналіз господарської діяльності підприємства вид. друге. - Мінськ Москва.: ІП «Екоперспектіва», 1998..
19. Семенченко І.І., Матюшин В.М., Сахаров Г.Н. Проектування металорізальних інструментів / Под ред. І.І.Семенченко - М.: Машгиз, 1962, 952 с.
20. Довідник нормувальника / А.В.Ахумов, Б.М.Генкін, Н.Ю.Іванов і ін .; За заг. ред. А.В.Ахумова. - Л .: Машинобудування, 1986, 458 с.
21. Довідник технолога-машинобудівника 4-е изд. / Под ред. А.Г.Косілової і Р.К.Мещерякова. - М .: Машинобудування, 1985. Т.1.

22. Довідник технолога-машинобудівника 4-е изд. / Под ред. А.Г.Косілової і Р.К.Мещерякова. М.: - Машинобудування, 1985. Т.2.
23. Довідкове посібник за призначенням операційних припусків на механічну обробку табличних методом / Упоряд .: С.Г. Пінковський, Ю.Г.Кравченко, В.Г.Олейніченко - Дніпропетровськ: МДАУ, 2002.-15с.
24. Стандартне правило ВИЩОГО навчального закладу. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи спеціаліста - дипломного проекту - Дніпропет-ровськ, 2000..
25. Технологія машинобудування (спеціальна частина): Підручник для машинобудівних спеціальностей вузів / А.А.Гусев, Е.Р.Ковальчук, І.М.Колесов и др М .: Машинобудування, 1986, 480 с.
26. Шарин Ю.С. Технологічне забезпечення верстатів з ЧПУ. - М .: Машинобудування, 1986, 178 с.

Формат	Поз.	Зона	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A3			TMM.ПД18.12.03	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
	1		И 1714.000	Затискач	1	
	2			Фіксатор	1	
	3			Важіль	1	
				<u>Деталі</u>		
	5			Плита	1	
	6			Призма	2	
	7			Кулачок торцевий	1	
	8			Опора	1	
	9			Шайба	1	
	10			Шпонка	2	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Гвинт ГОСТ 1491-		
	15			M6x15.58	5	
	16			M8x20.58	1	
				Гвинт ГОСТ 11738-72		
	17			M8x15.88	2	
	18			M10x60.88	4	
				Шайба ГОСТ 6402-70		
	19			6 65Г	5	
	20			8 65Г	1	
	21			10 65Г	4	
				Штифт ГОСТ 3128-70		
	22			6f9x15	2	
	23			8f9x30	4	
				TMM.ПД18.12		
Зм.	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата		
Розроб.	Сіра				Літ	Аркуш
Керів.	Піньковський					Аркушів
						1
						1
Н.контр.					НТУ «ДП»	
Затв.	Проців					
					Пристрій спеціальний	

Додаток А
Відомість матеріалів дипломного проекту

	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. арк.	Примітки						
1											
2			<u>Документація</u>								
3											
4	A4	ТГМ.ПД18.16.00 ПЗ	Пояснювальна записка								
5	A4	02070743.01140.00009	Комплект техдокументації	33	«Вал вторинний»						
6											
7											
8			<u>Графічні матеріали</u>								
9											
10	A1	ТММ.ПД18.12.01	Вал вторинний	1	РК						
11	A3	ТММ.ПД18.12.02	Вал вторинний Заготовка	1	РК						
12	A1	ТММ.ПД18.12.03	Пристрій спеціальний	1	СК						
13	A3	ТММ.ПД18.12.04	Фреза дискова	1	РК						
14	A3	ТММ.ПД18.12.05	Калібр-скоба 60п6	1	РК						
15	A1	ТММ.ПД18.12.06	Налагодження оп. 05	1							
16	A2	ТММ.ПД18.12.07	Налагодження оп.65,25		A1, A1						
17				1							
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
					ТГМ.ПД18.12						
Из	Лист	№ Докум.	Підпис	Дата							
Керів.	Сіра										
Руковод	Піньковський										
Н.контр.											
Затв.	Проців										
				Матеріали дипломного проекту	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Лит</td><td>Лист</td><td>Листів</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table>	Лит	Лист	Листів			1
Лит	Лист	Листів									
		1									

Додаток Б

Додаток Б
Відгук керівника дипломного проекту