

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інженерії
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра машинознавства та обладнання промислових підприємств
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної випускної роботи

освітній ступінь бакалавр
(бакалавр, магістр)

спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

на тему: «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі
«Шестерня» з обсягом випуску 3000 штук на рік»

—

Виконав: студент групи ТМ-16д

(підпис)

В.В. Багрінцев

(ініціали і прізвище)

Керівник

(підпис)

О.В. Сергієнко

(ініціали і прізвище)

Завідувач кафедри

(підпис)

В.Г. Созонтов

(ініціали і прізвище)

Рецензент _____

Севєродонецьк - 2020

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота за темою «Розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Шестерня» з обсягом випуску 3000 штук на рік»

ШЕСТЕРНЯ; ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНІСТЬ КОНСТРУКЦІЇ, ТЕХНОЛОГІЧНІ БАЗИ, ЗАГОТОВКА, ДЕТАЛЬ, ПРИПУСК, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, РІЖУЧИЙ ІНСТРУМЕНТ, ПРИСТОСУВАННЯ, ВЕРСТАТ.

Об'єкт дослідження – процес механічної обробки деталі «Шестерня» з обсягом випуску 3000 штук на рік.

Метою даної дипломної роботи є закріплення набутих навичок по розробці маршрутного технологічного процесу виготовлення деталей.

В технологічній частині роботи виконано аналіз технологічності деталі, проведено обґрунтування нового методу отримання заготовки, розраховані міжопераційні припуски і проведений розрахунок режимів різання.

В конструкторській частині дипломної роботи спроектоване і розраховане спеціальне верстатне пристосування для встановлення і закріплення деталі і спеціальний різальний інструмент - протяжка.

В організаційній частині виконано технічне нормування верстатних операцій, а також представлені основні вимоги до організації робочого місця верстатника.

В останньому розділі роботи розглядаються питання щодо охорони праці верстатника до, під час та після виконання механічної обробки деталі «Шестерня» з використанням металообробних верстатів на підприємстві. Метод дослідження – теоретичний, графічний та розрахунковий із застосуванням ЕОМ.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Технологічна частина	5
1.1 Аналіз призначення та умов роботи деталі "Шестерня"	5
1.2 Визначення типу виробництва	8
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	12
1.4 Вибір методу виготовлення заготовок	15
1.5 Вибір технологічних баз. Проектування послідовності оброблення деталі	17
1.6 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку	25
1.7 Розрахунок режимів різання	30
2. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	48
2.1 Затискний пристрій для токарської операції	48
2.2 Похибка встановлення заготовки	50
2.3 Сила затискання заготовки	51
3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	55
3.1 Нормування технологічних операцій	55
3.2 Організація робочого місця верстатника	58
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	60
5. ВИСНОВОК	64
6. ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	65
7. ДОДАТКИ	67

ВСТУП

Провідне місце в розвитку економіки країни належить галузям машинобудування, які забезпечують матеріальну основу технічного прогресу всіх галузей народного господарства. В даний час машинобудування не володіє достатньо потужною виробничою базою. Це пов'язано з непристосованістю промисловості України до самостійного розвитку та рядом інших причин.

Моральне старіння продукції машинобудування дуже часто настає значно швидше її фізичного старіння, при цьому строки стійкого масового чи серійного виробництва скоротилися 10...15 до 3...5 років, а для впровадження у виробництво нових виробів на кожну тисячу деталей необхідно розробити понад 15 тисяч одиниць різноманітної технічної документації та виготовити до 5 тисяч різних видів технологічного оснащення. Все це потребує підвищення технології методів організації та управління процесами виробництва.

Практичному здійсненню широкого застосування прогресивних типових технологічних процесів, оснащення та обладнання, засобів механізації та автоматизації, що відповідають сучасним досягненням науки і техніки, сприяє Єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), що забезпечує для всіх підприємств та організацій системний підхід до оптимізації вибору методів та засобів технологічної підготовки виробництва (ТПВ).

Основними принципами ЄСТПВ є: запуск у виробництво виробів, відпрацьованих на технологічність, широке застосування типових технологічних процесів, стандартизація та механізація інженерно-технічних та керівницьких робіт. Важливе місце у вирішенні цих задач займає технологія машинобудування.

Темою мого проекту є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі типу «Шестерня»

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінка технологічності проводиться якісно і кількісно з розрахунком показників технологічності згідно ДСТ 14.201-83 «Забезпечення технологічності конструкції виробів» [4]. Деталь, що піддається обробці різанням, буде технологічна в тому випадку, коли її конструкція дозволяє застосовувати раціональну заготовку, форма і розміри якої максимально наближені до форми і розмірів готової деталі, а також використовувати високоефективні процеси обробки. До основних вимог технологічності можна віднести:

- обґрунтований вибір матеріалу деталі і ув'язка вимог якості поверхневого шару з маркою матеріалу деталі;
- скорочення числа установ заготовки при обробці;
- надійне видалення стружки;
- можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів;
- забезпечення сприятливих умов роботи ріжучого інструменту;
- уніфікація форми і розмірів оброблюваних елементів, що забезпечить обробку їх мінімальним числом інструментів і використання типових підпрограм на верстатах з ЧПК і т.д.

Якісна оцінка деталі на технологічність

Деталь «Шестерня» ковзна виготовляється з ливарної сталі, тому конфігурація зовнішнього контуру і внутрішньої поверхні не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. Матеріал повністю відповідає умовам експлуатації і вимогам по міцності, зносостійкості, поверхневим деформаціям і т.п.

Конструкція деталі забезпечує достатню жорсткість при механічній обробці на металорізальному обладнанні.

Форми поверхонь, що підлягають обробці, не викликають складності, є можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів.

З точки зору забезпечення заданої точності і шорсткості поверхні деталі не викликають складності.

Кількісна оцінка технологічності

На початковій стадії при аналізі службового призначення деталі і оцінці її технологічності необхідно використовувати показники, такі, як коефіцієнти використання матеріалу ($K_{вм}$), точності обробки ($K_{тч}$), шорсткості поверхні ($K_{ш}$)/18/.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_d}{M_z}, \quad (1.0)$$

де $K_{вм} = 8,1/14,6 = 0.55$;

M_d - маса деталі;

M_z - маса заготовки.

Коефіцієнт точності обробки $K_{mч}$.

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{A_{cp}} = 0,86, \quad (1.1)$$

де A_{cp} – середній квалітет точності обробки деталі по всіх поверхнях.

Коефіцієнт шорсткості поверхні $K_{ш}$.

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} = 0,29, \quad (1.2)$$

де B_{cp} – середнє числове значення параметра шорсткості всіх поверхонь деталі.

Вимоги до механічних властивостей деталі “шестірня” наведені в табл. 1.0.

Таблиця 1.0 - Вимоги до механічних властивостей деталі “шестірня”

σ_b , не менше, МПа	$\sigma_{0,2}$, не менше, МПа	δ , не менше, %	ψ , не менше, %	КСУ, не менше Дж/см ²	Твердість
450	350	10	45	70	59 - 61 HRC*

*Примітка: для цементованої поверхні зубів.

Для виготовлення деталі “шестірня” обираємо сталь 18ХГТ ГОСТ 4543-71. Сталь 18ХГТ – конструкційна якісна низьколегована сталь. Структура сталі у вихідному стані – ферит + перліт.

1.2 Визначення типу виробництва

Тип виробництва згідно ДСТ 3.1121-84 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій (Кз.о.) [3]:

$1 < \text{Кз.о.} < 10$ – масове і багатосерійне виробництво;

$10 < \text{Кз.о.} < 20$ – середньосерійне виробництво;

$20 < \text{Кз.о.} < 40$ – дрібносерійне виробництво;

$40 < \text{Кз.о.}$ – одиничне виробництво.

Величину коефіцієнта закріплення операцій, з достатньою для навчального проекту точністю, можна розрахувати наступним чином [1]:

Таблиця 1.1

		Пор. коэф. виконання норм часу., K_b		Еф. рік. фонд вр. роботи. ст., F_0			
		ЧП у	Без ЧП у	ЧП у	Без ЧПУ		
	Кіл. штук на рік, N	3000					
	Кіл заг. для зап-а, n	250,0 0	1	1,2	393 5	4055	
№ оп.	Наймен. операції	$T_{шт.}$, хв	$T_{п.з.}$, хв	$T_{ш-к.}$, хв	C_{pi}	h_{zi} .	O_{PMi} .
6	Токарна	4,7	15	4,76	0,05	0,05	15,334
15	Токарна	5,2	18	5,27	0,05	0,05	13,845
18	Токарна	4,6	15	4,66	0,05	0,05	15,663
21	Токарна	7,6	30	7,72	0,08	0,08	9,455

25	Проточка	13,5	18	13,5 7	0,14	0,14	5,378
30	Токарна	5,1	30	5,22	0,05	0,05	13,983
34	Токарна	4,1	30	4,22	0,04	0,04	17,296
39	Токарна	3,3	30	3,42	0,04	0,04	21,342
42	Проточка	3,6	30	3,72	0,04	0,04	19,621
47	Розточна	4,5	30	4,62	0,05	0,05	15,799
65	Токарна	5,8	18	5,87	0,06	0,06	12,430
80	Токарна	6,3	30	6,42	0,07	0,07	11,369

283,70

5

Кз.о.	11,82 1

а) Визначаємо розрахункову кількість верстатів, необхідних для кожної верстатної операції (C_{pi}):

$$C_{pi} = \frac{N \times t_{ш-к}}{60 \times F_o \times K_B \times K_P} \quad (1.3)$$

де N – обсяг річного випуску деталей; $N = 3000$ шт.;

$T_{ш-к}$ – штучно-калькуляційний час i -ої операції, хв.;

F_o – ефективний річний фонд часу роботи верстата [1];

K_e – середній коефіцієнт виконання норм часу:

при обробці на верстатах з ручним керуванням; $K_e = 1,2$;

при обробці на верстатах з ЧПУ, автоматах, напівавтоматах і агрегатних верстатах; $K_e = 1,0$;

K_p – коефіцієнт, що враховує втрати з організаційно-технічних причин;
 $K_p = 0,95$ [2].

При розрахунку по цій формулі у якості $T_{ш-к}$ використовуємо штучно-калькуляційний час базового технологічного процесу, скорегованим шляхом зменшення на 10-20%. Коригування проводиться з урахуванням подальшого удосконалення базового технологічного процесу і деякого скорочення трудомісткості виготовлення деталі. Результати розрахунку C_{pi} зведені в табл. 2.1.

б) Визначаємо прийнятну кількість устаткування на кожній верстатній операції (S_i), для чого розрахункова кількість верстатів (C_{pi}) округляем збільшенням до цілих значень.

в) Розраховуємо коефіцієнт завантаження кожного робочого місця (h_{3i}):

$$h_{3i} = \frac{C_{pi}}{S_i} \quad (1.4)$$

г) Визначаємо число операцій, закріплених за одним робочим місцем (O_{PMi}):

$$O_{PMi} = \frac{h_H}{h_{3i}} \quad (1.5)$$

де h_H – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання.

Приймаємо $h_H = 0,75$ [2].

д) Розраховуємо величину коефіцієнта закріплення операцій:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O_{PMi}}{\sum P_i} \quad (1.6)$$

де $\sum P_i$ – загальна кількість робочих місць, на яких виконуються всі верстатні операції з виготовлення деталі, без урахування верстатів-дублерів. Результати розрахунку зводимо в табл. 1.1.

Маємо: $K_{3,0} = 11,82$.

Приймаємо тип виробництва - середньосерійний.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

Оцінка технологічності проводиться якісно і кількісно з розрахунком показників технологічності згідно ДСТ 14.201-83 «Забезпечення технологічності конструкції виробів» [4]. Деталь, що піддається обробці різанням, буде технологічна в тому випадку, коли її конструкція дозволяє застосовувати раціональну заготовку, форма і розміри якої максимально наближені до форми і розмірів готової деталі, а також використовувати високоефективні процеси обробки. До основних вимог технологічності можна віднести:

- обґрунтований вибір матеріалу деталі і ув'язка вимог якості поверхневого шару з маркою матеріалу деталі;
- скорочення числа установ заготовки при обробці;
- надійне видалення стружки;
- можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів;
- забезпечення сприятливих умов роботи ріжучого інструменту;
- уніфікація форми і розмірів оброблюваних елементів, що забезпечить обробку їх мінімальним числом інструментів і використання типових підпрограм на верстатах з ЧПК і т.д.

Якісна оцінка деталі на технологічність

Деталь «Шестерня» виготовляється з ливарної сталі, тому конфігурація зовнішнього контуру і внутрішньої поверхні не викликає значних труднощів при отриманні заготовки. Матеріал повністю

відповідає умовам експлуатації і вимогам по міцності, зносостійкості, поверхневим деформаціям і т.п.

Конструкція деталі забезпечує достатню жорсткість при механічній обробці на металорізальному обладнанні.

Форми поверхонь, що підлягають обробці, не викликають складності, є можливість максимального використання стандартизованих і нормалізованих ріжучих і вимірювальних інструментів.

З точки зору забезпечення заданої точності і шорсткості поверхні деталі не викликають складності.

Кількісна оцінка технологічності

На початковій стадії при аналізі службового призначення деталі і оцінці її технологічності необхідно використовувати показники, такі, як коефіцієнти використання матеріалу ($K_{вм}$), точності обробки ($K_{тч}$), шорсткості поверхні ($K_{ш}$)/18/.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{вм} = \frac{M_d}{M_з}, \quad (1.7)$$

де $K_{вм} = 8,1/14,6 = 0.55$;

M_d - маса деталі;

$M_з$ - маса заготовки.

Коефіцієнт точності обробки $K_{тч}$.

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} = 0,86, \quad (1.8)$$

де $A_{ср}$ – середній квалітет точності обробки деталі по всіх поверхнях.

Коефіцієнт шорсткості поверхні $K_{ш}$.

$$K_{ui} = \frac{1}{B_{cp}} = 0,29, \quad (1.9)$$

де B_{cp} – середнє числове значення параметра шорсткості всіх поверхонь деталі.

1.4 Вибір методу виготовлення заготовок. Проектування послідовності оброблення деталі

Маршрутна технологія виготовлення деталей

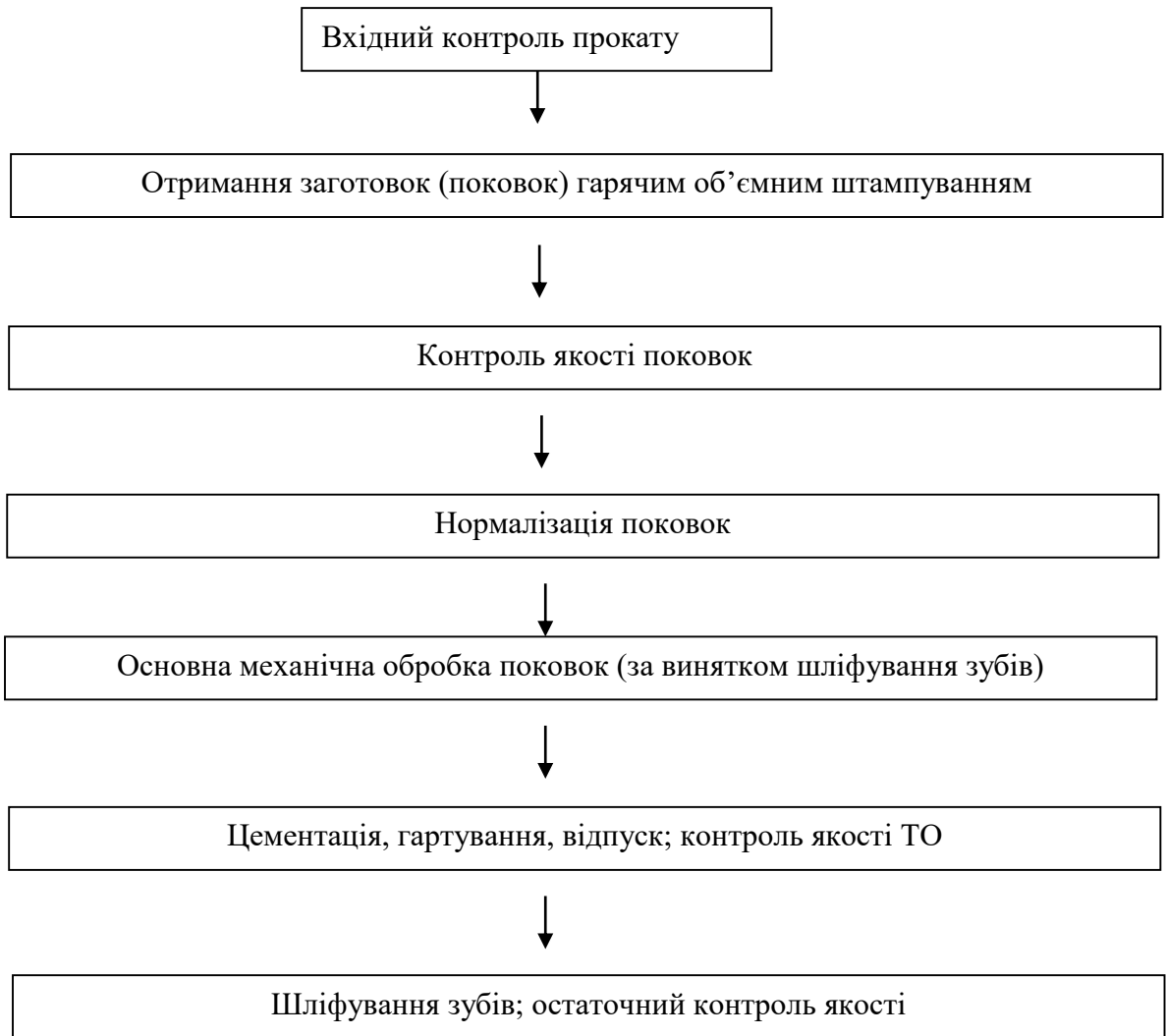


Рис. 1.1 Маршрутна технологія виготовлення деталі “шестірня”

Маршрутну технологію виготовлення деталей наведено на рис. 3.1.

Маршрутна технологія виготовлення деталей включає в себе наступні технологічні цикли: вхідний контроль прокату; отримання заготовок (поковок) гарячим об'ємним штампуванням;

контроль якості поковок; нормалізація поковок; основна механічна обробка поковок (за винятком шліфування зубів); цементація, гартування, відпуск, контроль якості ТО; шліфування зубів.

При входному контролі прокату із сталі 18ХГТ перевіряються наступні параметри:

- хімічний склад;
- твердість (НВ);
- механічні властивості ($\sigma_{0,2}$, σ_B , $\tau_{зс}$, $\sigma_{ст}$, δ , ψ , a_n);
- зовнішні дефекти – тріщини, закати, волосовини, плени, пісочини, раковини, риски, вдавнена окалина, розшарування;
- внутрішні дефекти – поруватість (загальна та центральна), неметалеві включення, знеуглецьований шар, крупнозернистість (зокрема відманштеттова структура).

Твердість сталі 18ХГТ у стані постачання не повинна перевищувати 180 НВ. Структура сталі – ферит + перліт. Не допускається наявність волокнистої текстури матеріалу та відманштеттової структури.

1.5 Вибір технологічних баз

Операція 1. Чорнове точіння на токарському верстаті поверхні 7 прохідним упорним різцем (рис. 1.2).

Деталь встановлюється по отвору 1 на конуси. Один конус з гладкою поверхнею встановлюється зі сторони задньої бабки. Другий конус з рифленою поверхнею закріплюється у патроні верстата. Через цей конус передається обертальний момент від патрона верстата до деталі. Таке встановлення деталі є придатним лише для чорнової обробки, наприклад, для знаття штампувальних уклонів та отримання базових поверхонь для більш точного встановлення деталі.

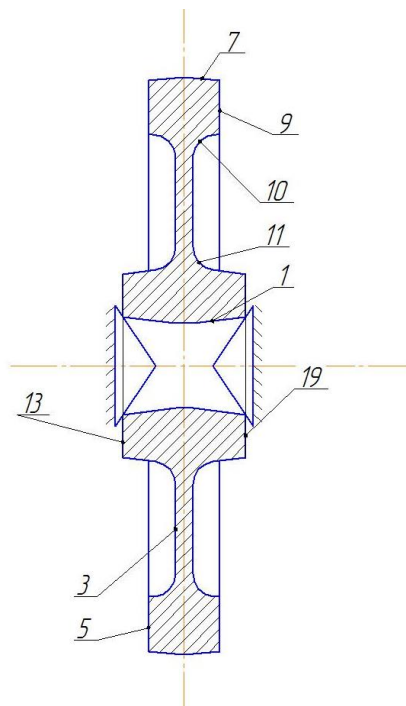


Рисунок 1.2

Операція 2. Торцювання поверхні 9. Деталь встановлюється по обробленій поверхні 7 та поверхні 5 в “короткі кулачки” токарського верстата (рис. 1.3). Обробка здійснюється підрізним різцем.

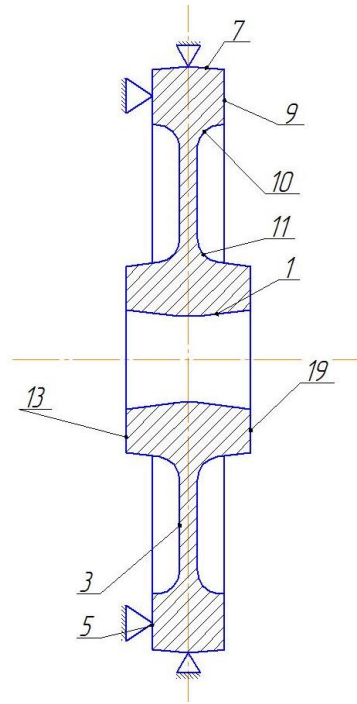


Рисунок 1.3

Операція 3. Торцювання поверхні 19 підрізним різцем (рис. 1.4). Схема закріплення деталі не змінюється: деталь встановлюється по базовим поверхням 5 та 7.

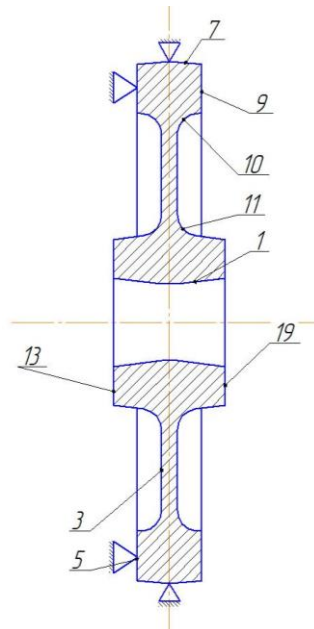


Рисунок 1.4

Операція 4. Зняття фаски на торцевій поверхні 9 прохідним відігнутим різцем (рис. 1.5).

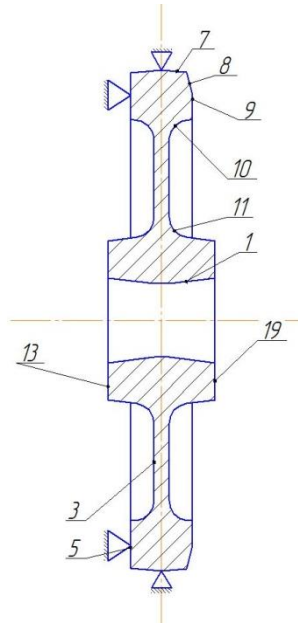


Рисунок 1.5

Операція 5. Виконання проточки 12 прохідним упорним різцем. Деталь встановлюється по поверхням 5 та 7 (рис. 1.6).

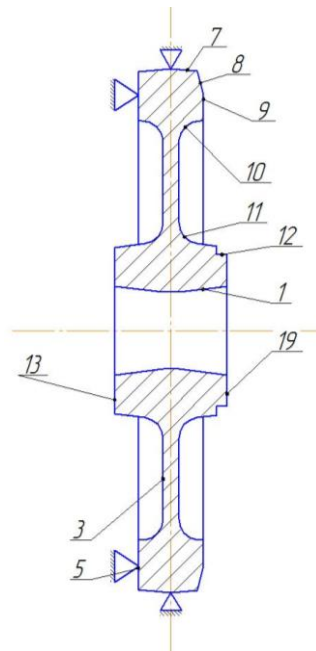


Рисунок 1.6

Операція 6. Торцювання поверхні 5 підрізним різцем. Деталь встановлюється у патрон токарського верстата по поверхням 7 та 9 (рис. 1.7).

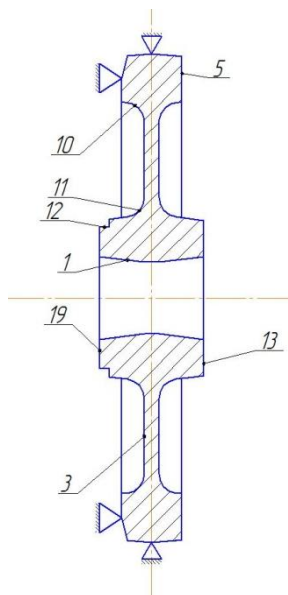


Рисунок 1.7

Операція 7. Торцювання поверхні 13 підрізним різцем (рис. 1.8). Деталь встановлюється по поверхням 7 та 9.

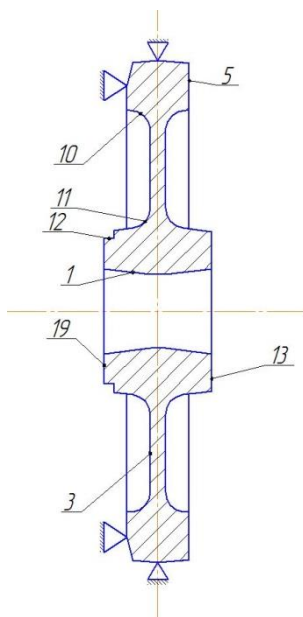


Рисунок 1.8

Операція 8. Зняття фаски на торцевій поверхні 5 прохідним відігнутих різцем (рис. 1.9).

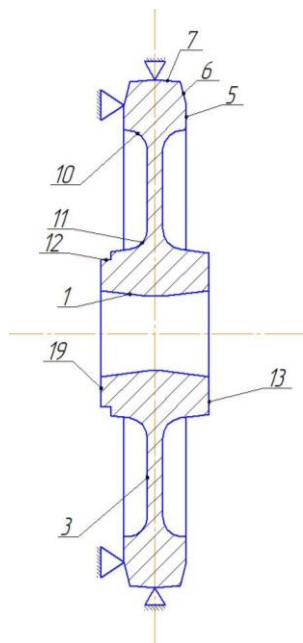


Рисунок 1.9

Операція 9. Виконання проточки 2 прохідним упорним різцем. Деталь встановлюється по поверхням 7 та 9 (рис. 1.10).

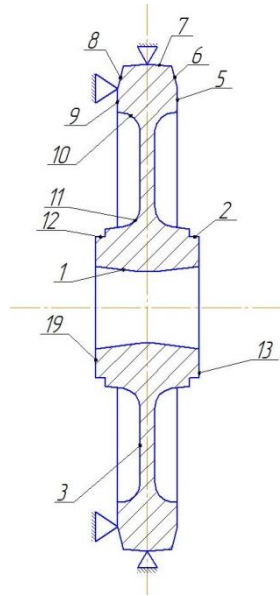


Рисунок 1.10

Операція 10. Чорнове розточування отвору 1 розточувальним різцем. Деталь встановлюється по поверхням 7 та 9 (рис. 1.11).

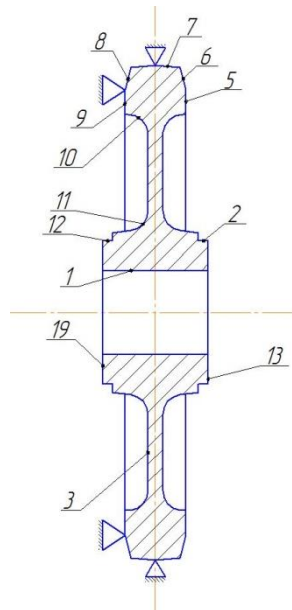


Рисунок 1.11

Операція 11. Чистове розточування отвору 1 розточувальним різцем.
 Деталь встановлюється по поверхням 7 та 9 (рис. 1.12).

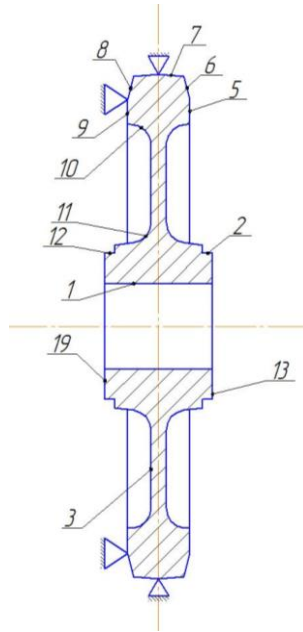


Рисунок 1.12

Операція 12. Чистова обробка поверхні 7. Деталь встановлюється по оправці через отвір 1 (рис. 1.13).

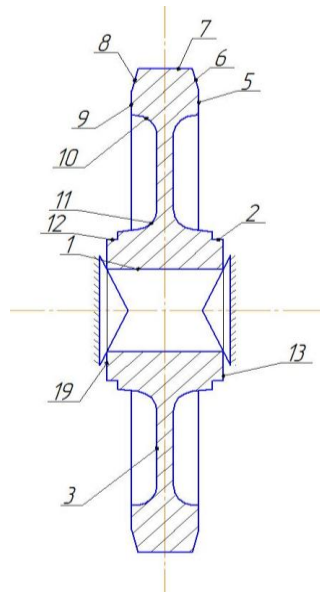


Рисунок 1.13

Операція 13. Протягування отвору шпонкового пазу (рис. 1.14). Інструмент – шпонкова протяжка.

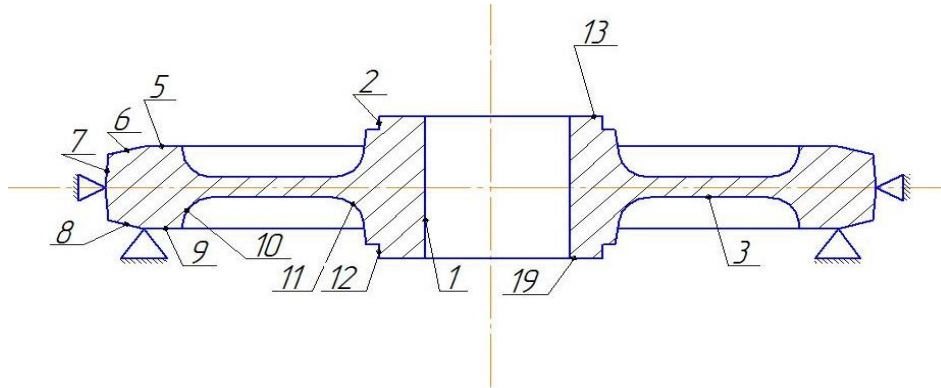


Рисунок 1.14

Операція 14. Операція нарізання зубів на зубодовбальному верстаті (рис. 1.15). Деталь базується по отвору на оправці.

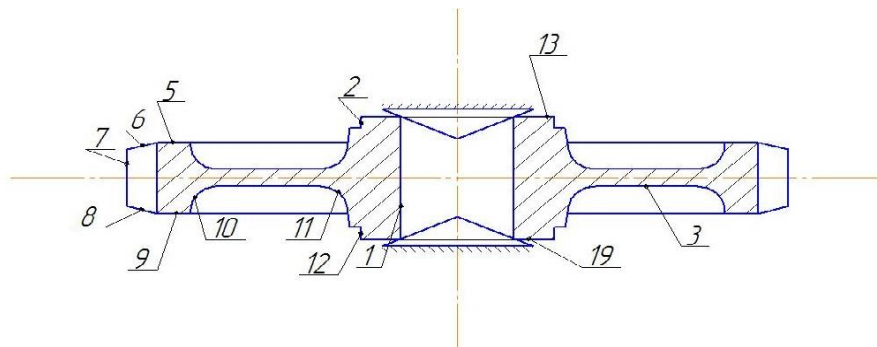


Рисунок 1.15

1.5 Розрахунок і призначення припусків на механічну обробку.

Проектування послідовності оброблення деталі

Припуски на механічну обробку штампованих поковок (за винятком поковок, що піддаються калібруванню) в узагальненому вигляді розраховуються наступним чином [1]:

$$\Pi = \Pi_{\text{осн.}} + \Pi_{\text{дод.}}, \quad (1.10)$$

де Π – сумарний припуск на механічну обробку;

$\Pi_{\text{осн.}}$ – основний припуск на механічну обробку;

$\Pi_{\text{дод.}}$ – додатковий припуск на механічну обробку.

Додатковий припуск на механічну обробку призначається для компенсації можливого порушення взаємного розташування поверхонь поковки у площині роз'єму штампа.

Згідно даних [1] $\Pi_{\text{дод.}} \approx 0,4\Pi_{\text{осн.}}$. При цьому це співвідношення залишається майже незмінним незалежно від групи складності поковок.

Тоді

$$\Pi = 1,4\Pi_{\text{осн.}} \quad (1.11)$$

З урахуванням виразу (1.11) розміри поковки можна визначити наступним чином:

- Діаметр зовнішніх циліндричних поверхонь поковки:

$$D_{\Pi} = D_{\text{НОМ}} + 2,8\Pi_{\text{ОСН.}} \quad (1.12)$$

- Діаметр отворів поковки:

$$D_{\Pi} = D_{\text{НОМ}} - 2,8\Pi_{\text{ОСН.}} \quad (1.13)$$

де $D_{\text{НОМ}}$ – номінальний діаметр відповідної поверхні.

- Лінійні розміри поковки (довжина та висота):

$$L_{\Pi} = L_{\text{НОМ}} + 1,4\Pi_{\text{ОСН.}} \quad (1.14)$$

де $L_{\text{НОМ}}$ – номінальна довжина або висота відповідної поверхні.

Основний припуск на механічну обробку поковки призначається залежно від “індексу” поковки, шорсткості поверхні (Ra або Rz), яку необхідно отримати в результаті механічної обробки, а також номінальних розмірів поверхні [1, табл. 6.4, с. 170].

“Індекс” поковки є узагальненим параметром, що характеризує ступінь її складності. Він визначається по номограмі [1, с. 169] залежно від наступних параметрів: клас точності поковки. група сталі; ступінь конструктивної складності поковки.

Клас точності поковки визначається обладнанням, яке використовується для її виготовлення, а також методом штампування. Для розрахунків приймаємо клас точності поковки Т5.

Група сталі залежить від її хімічного складу. Сталі з вмістом вуглецю до 0,35 % і сумарним вмістом легуючих елементів до 2 % включно відносяться до першої групи М1.

До другої групи (М2) відносяться сталі з вмістом вуглецю 0,35 - 0,65 % включно або з сумарним вмістом легуючих елементів від 2 до 5 % включно. Сталі з вмістом вуглецю більше 0,65 % або з сумарним вмістом легуючих елементів більше 5 % відносяться до третьої групи М3. Сталь 18ХГТ відноситься до першої групи М1.

Ступінь конструктивної складності поковки залежить від відношення маси поковки (G_p) до маси геометричної фігури (G_f), в яку вписується форма поковки.

В якості геометричних фігур, в які може вписуватись форма поковки, державний стандарт рекомендує фігури, зображені на рис. 1.15.

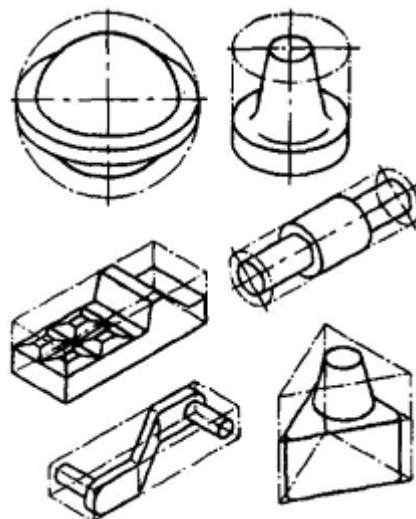


Рис. 1.16 Геометричні фігури, в які може вписуватись форма поковки

при визначенні ступеня її конструктивної складності

Ступеням конструктивної складності поковок відповідають наступні числові значення відношення G_{π}/G_{ϕ} :

$$C1: G_{\pi}/G_{\phi} > 0,63;$$

$$C2: 0,32 < G_{\pi}/G_{\phi} < 0,63;$$

$$C3: 0,16 < G_{\pi}/G_{\phi} < 0,32;$$

$$C4: G_{\pi}/G_{\phi} \leq 0,16.$$

Для деталі “шестірня”, робоче креслення якої наведено на рис. 1.1, $G_{\pi}/G_{\phi} = 0,4$ ($G_{\pi} = 3,2$ кг; $G_{\phi} = 8,0$ кг). Тобто деталь за ступенем конструктивної складності відноситься до групи C3.

Для поковки масою 3,2 кг параметрам M1, C3, T5 відповідає “індекс” поковки, що дорівнює 14 [1, номограма на с. 169]. Згідно цього “індекса” були визначені припуски на механічну обробку поковки [1, табл. 6.4, с. 171] та розміри поковки.

Максимально допустимі відхилення розмірів поковки визначались згідно [1, табл. 6.10, с. 175]. Радіуси заокруглення зовнішніх кутів поковки прийняті рівними $r = 8,0$ мм згідно робочого креслення деталі (рис. 1.1), штампувальні уклони: $\beta = 5^{\circ}$ для зовнішніх циліндричних поверхонь, $\beta = 7^{\circ}$ для отворів [1].

Результати розрахунків припусків на механічну обробку поковок та розмірів поковок наведено в табл. 3.4. Ескіз поковки наведено на рис. 1.17.

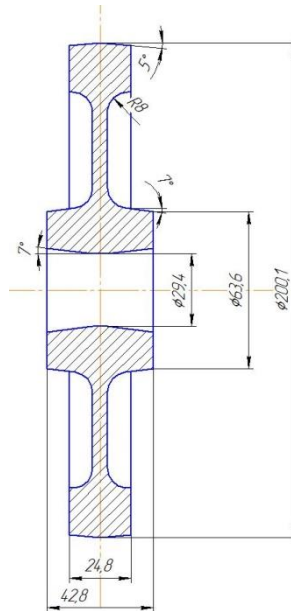


Рис. 1.17. Робоче креслення поковки

Таблиця 1.2 – Результати розрахунків припусків на механічну обробку поковки та розмірів поковки

Номінальні розміри поверхні, мм*	Ra обробленої поверхні*	Основний припуск, $P_{осн.}$, мм	Додатковий припуск, $P_{дод.}$, мм**	Сумарний припуск, мм**	Розміри поковки, мм	Максимально допустимі відхилення розмірів поковки, мм****
$D_{НОМ} = 192,5h11$	Ra 1,25	2,7	1,08	3,78	200,1	+2,4/-1,2
$L_{НОМ} = 22h12$	Ra 2,5	1,8	0,7	2,5	24,5	+1,6/-0,9
$D_{НОМ} = 58h11$	Rz 40	1,7	0,68	2,4	62,8	+1,8/-1,0
$L_{НОМ} = 40h11$	Ra 2,5	2,0	0,8	2,8	42,8	+1,8/-1,0
$D_{НОМ} = 35H6$	Ra 0,8	2,0	0,8	2,8	29,4	+1,6/-0,9
$L_{НОМ} = 40h11$	Ra 2,5	2,0	0,8	2,8	42,8	+1,8/-1,0

1.7 Розрахунок режимів різання

Вибір та розрахунок параметрів режиму різання проводимо у порядку виконання основних технологічних операцій згідно розділу 4.

Операції 1, 12. Чорнове (операція 1) та чистове (операція 12) точіння поверхні 7 прохідним упорним різцем з твёрдосплавною пластиною Т15К6.

Операція 1 виконується на токарському верстаті 16К20. Технологічне оснащення: обертовий рифлений центр, який закріплюється у патроні верстата; обертовий гладкий центр, що закріплюється у задній бабці верстата (рис. 1.18).

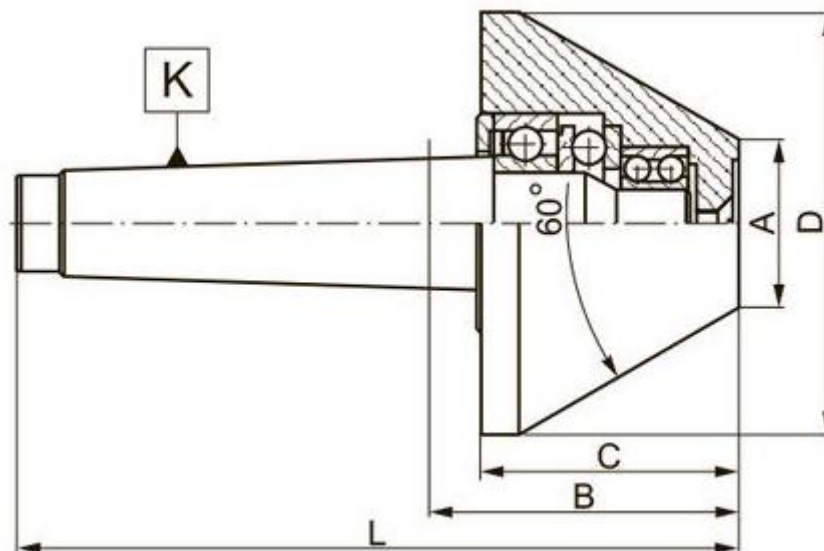


Рисунок 1.18 – Обертовий центр Bison-Bial 8825-5-1, типорозмір МК1:

$$A = 20 \text{ мм}; B = 40,5 \text{ мм}; C = 35 \text{ мм}; D = 50 \text{ мм}; L = 94,0 \text{ мм}$$

Операція 12 виконується на верстаті з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3. Технологічне оснащення: оправка.

Обрана система закріплення деталі є жорсткою як для операції 1, так і для операції 12 [3]. Початковий діаметр поверхні 7 дорівнює 200,1 мм, кінцевий діаметр – 192,5 мм. Загальний технологічний припуск на сторону складає 3,78 мм, точність обробки відповідає 11 квалітету ($192,5h11$), шорсткість обробленої поверхні дорівнює $Ra = 1,25$ мкм. Для жорсткої системи закріплення деталі точність обробки по 11 квалітету при $Ra = 1,25$ мкм може бути забезпечена при кількості проходів не менше 3-х [3]. Отже, обираємо один технологічний перехід для операції 1 (чорнове точіння поверхні 7) та 2 технологічних переходи для операції 12 (чистове та тонке точіння поверхні 7).

Розбиваємо загальний технологічний припуск, що дорівнює 3,78 мм, наступним чином:

Таблиця 1.3 – Загальний технологічний припуск операцій 1 та 12

Операція 1 – чорнове точіння поверхні 7	Перехід 1 – чорнове точіння	$t = 2,78$ мм
Операція 12 – чистове точіння поверхні 7	Перехід 1 – чистове точіння	$t = 0,6$ мм
	Перехід 2 – тонке точіння	$t = 0,4$ мм

Для операції 1, що виконується за один технологічний перехід, обираємо наступні режими різання (різець з твердосплавною пластиною T15K6) [3]:

глибина різання $t = 2,78$ мм;

поздовжня подача $S = 0,3$ мм/об.;

швидкість різання $V = 190$ м/хв. = 3,16 м/с.

Частота обертання деталі визначається за наступною формулою:

$$V = \pi D n, \quad [1.15]$$

де D – діаметр деталі (м);

n – частота обертання деталі, об/с;

V – швидкість різання, м/с.

З виразу 5.1 частоту обертання деталі можна визначити наступним чином:

$$n = V/\pi D, \quad [1.16]$$

Для $V = 190$ м/хв. = 3,16 м/с та $D = 200,1$ мм маємо:

$$n = 3,16/(3,14 \cdot 0,2001) = 5,03 \text{ об/с} = 302 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 300$ об/хв.

Таблиця 1.4 –режимів різання для операції 1

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
2,78	0,3	190	302/300

Для операції 12, що виконується за 2 технологічні переходи, обираємо наступні режими різання:

Перехід 1 (чистове точіння):

глибина різання $t = 0,6$ мм;

поздовжня подача $S = 0,2$ мм/об.;

швидкість різання $V = 250$ м/хв. = 4,17 м/с.

$n = 4,17 / (3,14 \cdot 0,192) = 6,92$ об/с = 415 об/хв.

Приймаємо $n = 450$ об/хв. (для матеріалів з $\sigma_b \leq 600$ МПа табличні значення швидкості різання можуть бути збільшені у 1,5 рази: $k_{v1} = 1,5$; $k_{v2} = 1,0$; $k_{v3} = 1,0$ [3]).

Перехід 2 (тонке точіння):

глибина різання $t = 0,4$ мм;

поздовжня подача $S = 0,12$ мм/об.;

швидкість різання $V = 270$ м/хв. = 4,5 м/с.

$n = 4,5 / (3,14 \cdot 0,192) = 7,46$ об/с = 447 об/хв.

Приймаємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.5 – Режимів різання для операції 12

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
Перехід 1			
0,6	0,2	250	415/450
Перехід 2			
0,4	0,12	270	447/450

Операція 2. Торцювання поверхні 9 підрізним різцем з твердосплавною пластиною T15K6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням TC1625Ф3.

Чистове підрізання торця здійснюється з глибиною різання менше 2 мм. Діаметр торцевої поверхні 9 (після чорнового точіння поверхні 7 з глибиною різання 2,78 мм) складає $D = 194,5$ мм. Згідно [3] для діаметру 194,5 мм та чистового підрізання торця з $Ra = 2,5$ мкм обираємо наступну поперечну подачу (S) та швидкість різання (V): $S = 0,12$ мм/об., $V = 270$ м/хв. = 4,5 м/с.

Частота обертання деталі ($V = 4,5$ м/с та $D = 194,5$ мм):

$$n = 4,5 / (3,14 \cdot 0,194) = 7,46 \text{ об/с} = 447 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.6 – Режимів різання для операції 2

Глибина різання, t , мм	Поперечна подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
≤ 2	0,12	270	447/450

Операція 3. Торцювання поверхні 19 підрізним різцем з твёрдосплавною пластиною T15K6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням TC1625Ф3.

Чистове підрізання торця здійснюється з глибиною різання менше 2 мм. Діаметр торцевої поверхні 19 складає $D = 62,8$ мм. Згідно [3] для діаметру 62,8 мм та чистового підрізання торця з $Ra = 2,5$ мкм обираємо наступну поперечну подачу (S) та швидкість різання (V): $S = 0,12$ мм/об., $V = 90$ м/хв. = 1,5 м/с.

Частота обертання деталі ($V = 4,5$ м/с та $D = 62,8$ мм):

$$n = 1,5 / (3,14 \cdot 0,0628) = 7,6 \text{ об/с} = 456 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.7 – Режимів різання для операції 3

Глибина різання, t, мм	Поперечна подача, S, мм/об.	Швидкість різання, V, м/хв.	Частота обертання деталі, n, об/хв. (розрахункова / обрана)
≤ 2	0,12	90	456/450

Операція 4. Зняття фаски на торцевій поверхні 9 прохідним упорним різцем з твёрдосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Режими різання [3]:

поздовжня подача $S = 0,3$ мм/об.;

швидкість різання $V = 270$ м/хв. = 4,5 м/с.

$n = 4,5 / (3,14 \cdot 0,194) = 7,38$ об/с = 443 об/хв.

Приймаємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.8 – режимів різання для операції 4

Глибина різання, t, мм	Поздовжня подача, S, мм/об.	Швидкість різання, V, м/хв.	Частота обертання деталі, n, об/хв. (розрахункова / обрана)
-	0,3	270	443/450

Операція 5. Виконання проточки 12 прохідним упорним різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Початковий діаметр поверхні, що обробляється, дорівнює 62,8 мм, кінцевий діаметр складає 58 мм. Загальний технологічний припуск на сторону дорівнює 2,4 мм, точність обробки відповідає 14 квалітету, шорсткість обробленої поверхні не регламентується. Отже, увесь технологічний припуск може бути знятий за один прохід (чорнове точіння).

Режими різання (різець з твердосплавною пластиною Т15К6) [3]:

глибина різання $t = 2,4$ мм;

поздовжня подача $S = 0,3$ мм/об.;

швидкість різання $V = 90$ м/хв. = 1,5 м/с.

$n = 1,5 / (3,14 \cdot 0,0628) = 7,6$ об/с = 456 об/хв.

Обираємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.9 – Режимів різання для операції 5

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
2,4	0,3	90	456/450

Операція 6. Торцювання поверхні 5 підрізним різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Чистове підрізання торця здійснюється з глибиною різання менше 2 мм. Діаметр торцевої поверхні 5 (після чорнового точіння поверхні 7 з глибиною різання 2,78 мм) складає $D = 194,5$ мм. Згідно [3] для діаметру 194,5 мм та чистового підрізання торця з $Ra = 2,5$ мкм обираємо наступну поперечну подачу (S) та швидкість різання (V): $S = 0,12$ мм/об., $V = 270$ м/хв. = 4,5 м/с.

Частота обертання деталі ($V = 4,5$ м/с та $D = 194,5$ мм):

$$n = 4,5 / (3,14 \cdot 0,194) = 7,46 \text{ об/с} = 447 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.10 – Режимів різання для операції 6

Глибина різання, t , мм	Поперечна подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
≤ 2	0,12	270	447/450

Операція 7. Торцювання поверхні 13 підрізним різцем з тврдоспавною пластиною T15K6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Чистове підрізання торця здійснюється з глибиною різання менше 2 мм. Діаметр торцевої поверхні 13 складає $D = 62,8$ мм. Згідно [3] для діаметру 62,8 мм та чистового підрізання торця з $Ra = 2,5$ мкм обираємо

наступну поперечну подачу (S) та швидкість різання (V): $S = 0,12$ мм/об., $V = 90$ м/хв. = $1,5$ м/с.

Частота обертання деталі ($V = 4,5$ м/с та $D = 62,8$ мм):

$$n = 1,5 / (3,14 \cdot 0,0628) = 7,6 \text{ об/с} = 456 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.11 – режимів різання для операції 7

Глибина різання, t , мм	Поперечна подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
≤ 2	0,12	90	456/450

Операція 8. Зняття фаски на торцевій поверхні 5 прохідним упорним різцем з твердосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Режими різання [3]:

поздовжня подача $S = 0,3$ мм/об.;

швидкість різання $V = 270$ м/хв. = $4,5$ м/с.

$$n = 4,5 / (3,14 \cdot 0,194) = 7,38 \text{ об/с} = 443 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.12 – Режимів різання для операції 8

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
-	0,3	270	443/450

Операції 9. Виконання проточки 2 прохідним упорним різцем з твердосплавною пластиною T15K6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням TC1625Ф3.

Початковий діаметр поверхні, що обробляється, дорівнює 62,8 мм, кінцевий діаметр складає 58 мм. Загальний технологічний припуск на сторону дорівнює 2,4 мм, точність обробки відповідає 14 квалітету, шорсткість обробленої поверхні не регламентується. Отже, увесь технологічний припуск може бути знятий за один прохід (чорнове точіння).

Режими різання (різець з твердосплавною пластиною T15K6) [3]:

глибина різання $t = 2,4$ мм;

поздовжня подача $S = 0,3$ мм/об.;

швидкість різання $V = 90$ м/хв. = 1,5 м/с.

$n = 1,5 / (3,14 \cdot 0,0628) = 7,6$ об/с = 456 об/хв.

Обираємо $n = 450$ об/хв.

Таблиця 1.13 – Режимів різання для операції 9

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
2,4	0,3	90	456/450

Операції 10, 11. Чорнове (операція 10) та чистове (операція 11) розточування отвору 1 розточувальним різцем з твёрдосплавною пластиною Т15К6.

Обладнання: верстат з числовим програмним управлінням ТС1625Ф3.

Початковий діаметр отвору дорівнює 29,4 мм, кінцевий діаметр – 35 мм. Загальний технологічний припуск на сторону складає 2,8 мм, точність обробки відповідає 6 квалітету (35Н6), шорсткість обробленої поверхні дорівнює $R_a = 1,25$ мкм (кінцева шорсткість $R_a = 0,8$ мкм досягається після протягування). Для жорсткої системи закріплення деталі точність обробки по 6 квалітету при $R_a = 1,25$ мкм може бути забезпечена при кількості проходів не менше 3-х [3]. Отже обираємо один технологічний перехід для операції 10 (чорнове розточування отвору) та 2 технологічних переходи для операції 11 (чистове та тонке розточування отвору).

Розбиваємо загальний технологічний припуск, що дорівнює 2,8 мм.

Таблиця 1.14 – Загальний технологічний припуск

Операція 10 – чорнове розточування отвору 1	Перехід 1 – чорнове точіння	$t = 1,8$ мм
Операція 11 – чистове розточування отвору 1	Перехід 1 – чистове точіння	$t = 0,6$ мм
	Перехід 2 – тонке точіння	$t = 0,4$ мм

Для операції 10, що виконується за один технологічний перехід, обираємо наступні режими різання (різець з твердосплавною пластиною Т15К6) [3]:

глибина різання $t = 1,8$ мм;

поздовжня подача $S = 0,3$ мм/об.;

швидкість різання $V = 100$ м/хв. = 1,67 м/с.

$n = 1,67 / (3,14 \cdot 0,0294) = 18,1$ об/с = 1085 об/хв.

Приймаємо $n = 1100$ об/хв.

Таблиця 1.15 – Режимів різання для операції 10

Глибина різання, t , мм	Поздовжня подача, S , мм/об.	Швидкість різання, V , м/хв.	Частота обертання деталі, n , об/хв. (розрахункова / обрана)
1,8	0,3	100	1085/1100

Для операції 11, що виконується у 2 технологічні переходи обираємо наступні режими різання:

Перехід 1 (чистове точіння):

глибина різання $t = 0,6$ мм;

поздовжня подача $S = 0,2$ мм/об.;

швидкість різання $V = 140$ м/хв. = 2,33 м/с.

$n = 2,33/(3,14 \cdot 0,03) = 24,7$ об/с = 1484 об/хв.

Приймаємо $n = 1500$ об/хв.

Перехід 2 (тонке точіння):

глибина різання $t = 0,4$ мм;

поздовжня подача $S = 0,15$ мм/об.;

швидкість різання $V = 140$ м/хв. = 2,33 м/с.

$n = 2,33/(3,14 \cdot 0,03) = 24,7$ об/с = 1484 об/хв.

Приймаємо $n = 1500$ об/хв.

Таблиця 1.16 – Режимів різання для операції 11

Глибина різання, t, мм	Поздовжня подача, S, мм/об.	Швидкість різання, V, м/хв.	Частота обертання деталі, n, об/хв.
Перехід 1			
0,6	0,2	140	1484/1500
Перехід 2			
0,4	0,15	140	1484/1500

Операція 13. Протягування шпонкового пазу (рис. 4.13).

Інструмент – шпонкова протяжка 2405-1066.І ГОСТ 18217-90 довжиною 980 мм для нарізання шпонкового пазу шириною 10 мм по 9-му квалітету (Js9); номер профілю 5У.

Робочі розміри протяжки згідно ГОСТ 18217-90 (рис. 5.2): $b_1 = 10,018$ мм; $L = 980$ мм (довжина протяжки); $l = 6,5$ мм; $l_1 = 279$ мм; $l_2 = 684$ мм (довжина робочої частини протяжки, на якій знаходяться різальні елементи); $l_3 = 269$ мм (максимальна довжина хвостовика); $c = 0,16^{+0,06}$ мм; $t = 9$ мм (поздовжній крок зубів); кількість зубів – 77. Матеріал протяжки – сталь Р6М5. Кути різання протяжки та профіль її зубів наведено у розділі 7.

Обладнання: протяжний верстат моделі 7СП1600.

Протягування шпонкового пазу виконується за 1 прохід. Швидкість різання (швидкість переміщення протяжки відносно нерухомої деталі): $V = 5$ м/хв.

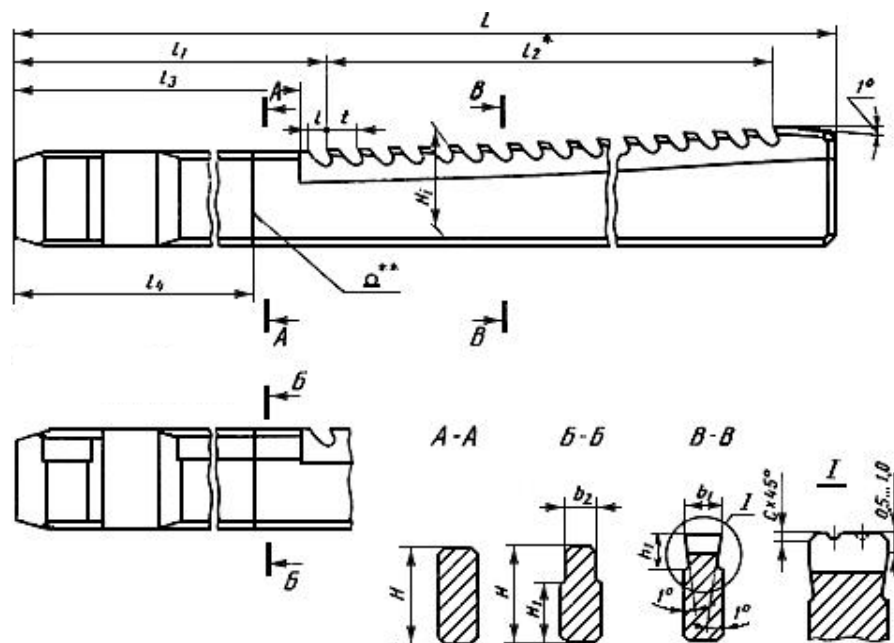


Рисунок 1.18 – Основні конструктивні розміри шпонкової протяжки

Операція 14. Операція нарізання зубів на зубодовбальному верстаті.

Інструмент: дисковий прямозубий довбляк тип 1 ГОСТ 9323-79 зі швидкорізальної сталі Р6М5; модуль: $m = 3$; кут заточення по передній поверхні зубів $\gamma_3 = 5^\circ$ [2].

Обладнання: зубодовбальний верстат моделі 5122.

Технологічне оснащення: оправка.

Схему обробки наведено на рис. 5.3.

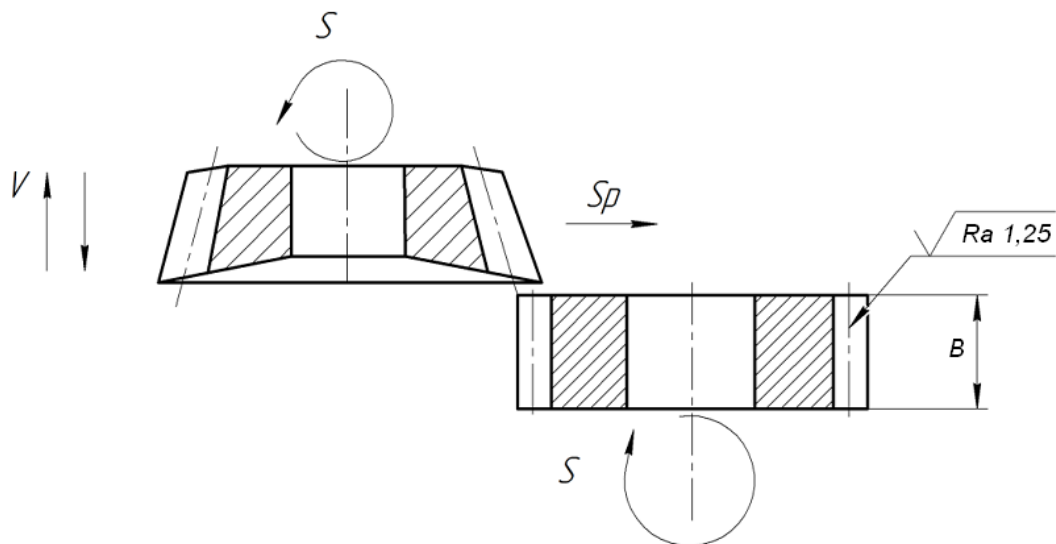


Рисунок 1.19 – Схема нарізання зубів на зубодовбальному верстаті

Кругова подача для верстата моделі 5122 з потужністю двигуна 3 кВт (верстат III-ї класифікаційної групи [4]) для чистової обробки заготовки твердістю до HB 250 при модулі колеса $m = 3$ мм: $S = 0,25 - 0,3$ (мм/подвійний хід) [4].

З урахуванням поправочного коефіцієнту $K_{m5} = 1$ і паспортних даних верстата приймаємо $S = 0,25$ (мм/подвійний хід) [4].

Радіальна подача:

$$S_p = (0,1 - 0,3) \cdot S \text{ [4].}$$

$$S_p = (0,1 - 0,3) \cdot 0,25 = 0,025 - 0,075 \text{ (мм/подвійний хід)}.$$

З урахуванням паспортних даних верстата приймаємо $S_p = 0,036$ (мм/подвійний хід).

Період стійкості довбняка для чистової обробки $T = 240$ хвилин [4].

Швидкість різання, що допускається різальними властивостями інструмента. Для чистової обробки по суцільному металу при круговій подачі $S = 0,25$ (мм/подвійний хід), за умови, що модуль не перевищує 4 мм: $V = 20,5$ м/хв. [4].

З урахуванням поправочних коефіцієнтів $K_{mv}=1$; $K_{\beta v}= 1$ [4], маємо:

$$V_p = V \cdot K_{mv} \cdot K_{\beta v} = 20,5 \text{ м/хв.}$$

Число подвійних ходів довбняка за хвилину, що відповідає швидкості різання:

$$K = 1000V_p/2L, \quad [1.17]$$

де L – величина ходу довбняка.

$$L = b + l_1, \quad [1.18]$$

де b – ширина вінця; $b = 22$ мм;

$l_1 = 8$ мм (згідно [4] для ширини вінця, що не перевищує 51 мм).

$$L = 22 + 8 = 30 \text{ (мм)}.$$

$$K = 1000 \cdot 20,5/2 \cdot 60 = 170,8 \text{ (подвійний хід/хв.)}.$$

Відповідно до паспортних даних верстата приймаємо $K_d = 200$ (подвійний хід/хв.).

Фактична швидкість різання згідно виразу [5.3]:

$$V_p = 2L \cdot K_d / 1000. \quad [1.19]$$

$$V_p = 2 \cdot 30 \cdot 200 / 1000 = 12 \text{ м/хв.}$$

Фактична швидкість різання (12 м/хв.) суттєво менше допустимої швидкості різання (20,5 м/хв.). Отже, число подвійних ходів за хвилину можна збільшити. Приймаємо $K_d = 300$ (подвійний хід/хв.).

Фактична швидкість різання:

$$V_p = 2 \cdot 30 \cdot 300 / 1000 = 18 \text{ м/хв.}$$

Остаточно приймаємо $K_d = 300$ (подвійний хід/хв.).

Основний час обробки, хв.:

$$T_0 = [\pi m z / K_d S] + [h / K_d S_p],$$

де $m = 3$ (модуль);

$z = 53$ (число зубів);

$K_d = 300$ (подвійний хід/хв.);

$S = 0,25$ (мм/подвійний хід);

h – висота зуба ($h = 9$ мм);

$S_p = 0,036$ (мм/подвійний хід).

$$T_0 = [3,14 \cdot 3 \cdot 53 / 300 \cdot 0,25] + [9 / 300 \cdot 0,036];$$

$$T_0 = 7,48 \text{ хв.}$$

2. ПРОЕКТУВАННЯ ЗАТИСКНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТОКАРСЬКОЇ ОПЕРАЦІЇ

2.1. Затискний пристрій для токарської операції

Для базування заготовки по гладкому отвору розроблена спеціальна оправка, що має циліндричний хвостовик 1, котрим оправка встановлюється у патрон токарського верстата (рис. 2.1). Заготовка встановлюється на оправку, притискається швидкозмінною шайбою 7 та затискається гайкою 6, яка закручується по шпильці 8.

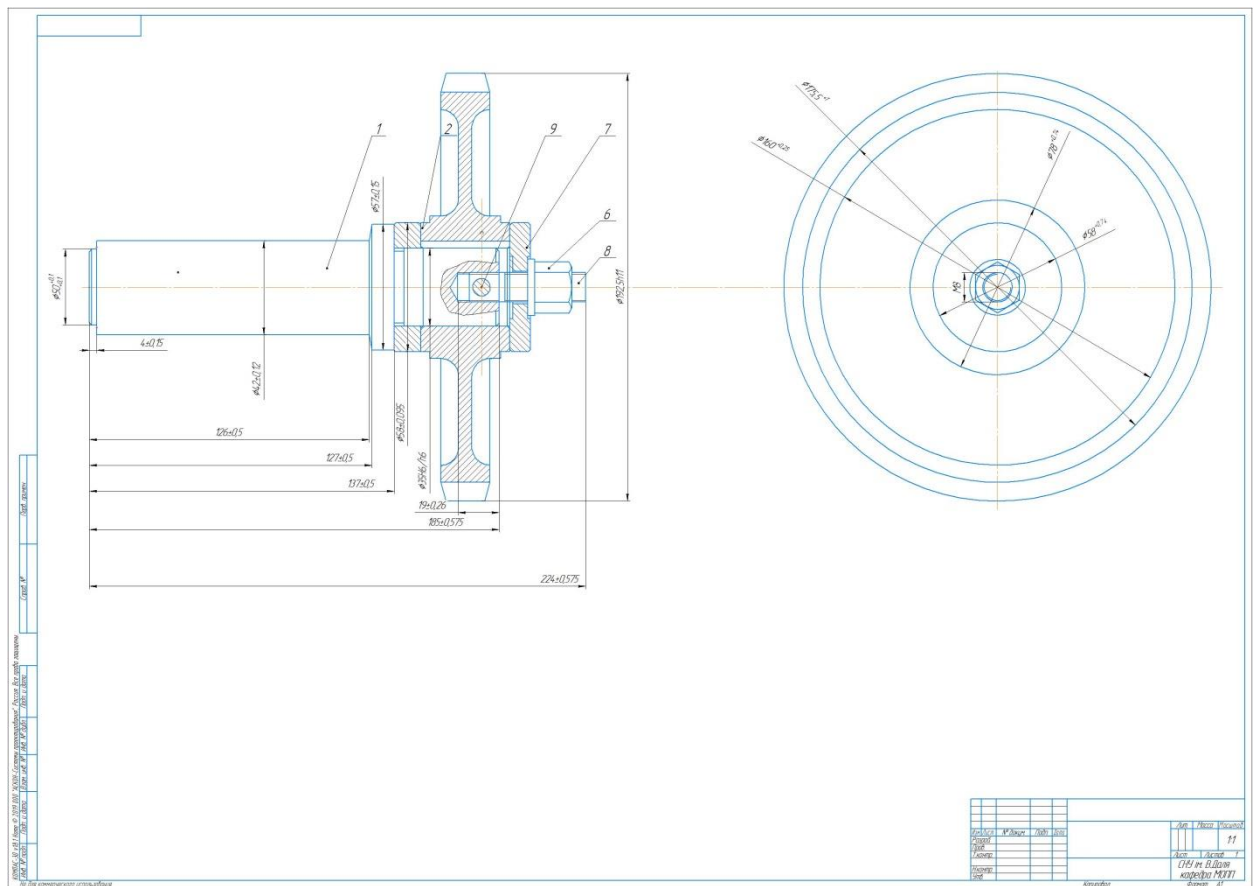


Рис. 2.1. Конструкція оправки для встановлення деталі по отвору при чистовій обробці поверхні 7, на якій у подальшому нарізуються зуби

формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																			
							формат	Зона	Лист																																
A1				<u>Документація</u>																																					
				Сбірний кресленик																																					
Справ. №				<u>Деталі</u>																																					
			1	Оправка	1																																				
			2	Кільце проміжне	1																																				
Стандартні вироби			6	Гайка 7003-0306 ГОСТ 8918-69	1																																				
			7	Шайба 7019-0502 ГОСТ 4087-69	1																																				
			8	Шпилька М 20×70 ²⁰ / ₁₆ 109.40X.05 ГОСТ 11765-66	1																																				
			9	Штіфт 6Г×45 ГОСТ 3128-70	1																																				
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Лит.</td> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2">СНУ ім. В.Даля кафедра МОПП</td> </tr> </table>							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Разраб.					Лит.	Лист	Проб.						Листов	Н.контр.						1	Утв.					СНУ ім. В.Даля кафедра МОПП	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																					
Разраб.					Лит.	Лист																																			
Проб.						Листов																																			
Н.контр.						1																																			
Утв.					СНУ ім. В.Даля кафедра МОПП																																				
<p>Не для коммерческого использования</p> <p>Копировал</p> <p>Формат А4</p>																																									

КОМПАС-3D v18.1 Home © 2019 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Инв. № подл. Подп. и дата. Взам инв. № Инв. № дудл. Подп. и дата.

2.2. Похибка встановлення заготовки.

Заготовка встановлюється на оправці по посадці із зазором \emptyset

$34,42 \frac{H6}{h6} \left(\begin{array}{c} +0,030 \\ -0,010 \\ -0,018 \end{array} \right)$, максимальне значення якого дорівнює:

$$S_{\max} = ES - ei = 0,030 + 0,018 = 0,039 \text{ (мм)}.$$

У зв'язку з наявністю цього зазору виникає похибка встановлення деталі:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\pi}^2}, \text{ мм} \quad (2.1)$$

де ε_{δ} – погрішність базування, $\varepsilon_{\delta} = S_{\max} = 0,039$ (мм);

ε_3 – погрішність закріплення деталі, $\varepsilon_3 = 0$;

ε_{π} – погрішність закріплення оправки, $\varepsilon_{\pi} = 0$.

$\varepsilon_y = 0,039$ (мм).

Виходячи з допустимого значення радіального биття заготовки, похибку встановлення деталі на рівні 39 мкм можна вважати задовільною.

2.3. Сила затискання заготовки

Для операції токарської обробки визначається тангенціальна складова сили різання P_z , що прагне повернути заготовку на оправці. Тангенціальна складова сили різання P_z (Н) визначається по формулі:

$$P_z = C_p \cdot f^{X_p} \cdot S^{Y_p} \cdot V^{n_p} \cdot K_p, \quad (2.2)$$

де S – подача; $S = 0,3$ м/хв.;

t – глибина різання; $t = 2,78$ мм;

V – швидкість різання; $V = 190$ м/хв.;

C_p, X_p, Y_p, h_p – коефіцієнти;

K_p – поправочний коефіцієнт.

Для випадку обробки сталей з межею міцності менше 600 МПа різцем з пластиною із твердого сплаву Т15К6:

$$C_p = 300;$$

$$X_p = 0,75;$$

$$Y_p = 0,75;$$

$$h_p = -0,15.$$

Поправочний коефіцієнт K_p визначається по формулі:

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.3)$$

в якій коефіцієнти мають наступні значення:

$$K_{\rho} = 1,0$$

$$K_{\gamma p} = 1,1$$

$$K_{\lambda p} = 1,0$$

$$K_{r p} = 1,0$$

K_{mp} – коефіцієнт, який характеризує оброблюваність матеріалу.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_{\delta}}{750} \right)^{mp} = \left(\frac{700}{750} \right)^{0,75} = 0,94$$

$$K_{\rho} = 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,034$$

$$P_z = 300 \cdot 2,78^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 190^{-0,15} \cdot 1,034 = 507 \text{ Н}$$

Сила затискання Q повинна бути достатньою, щоб заготовка не проверталась під дією тангенціальної складової сили різання.

Силу затискання Q визначається по формулі:

$$Q = \frac{K \cdot P_z \cdot D}{\frac{2}{3} \cdot f \cdot \frac{D_1^3 - d^3}{D_1^2 - d^2}}, \text{ Н} \quad (2.4)$$

де P_z – тангенціальна складова сили різання; $P_z = 507$ (Н);

f – коефіцієнт тертя; $f = 0,15$;

D – зовнішній діаметр деталі; $D = 192,5$ (мм);

D_1 – зовнішній діаметр шайби, $D_1 = 90$ (мм), яка притискає деталь;

d – діаметр отвору деталі, $d = 35$ мм;

K – коефіцієнт запасу, що розраховується по формулі:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (2.5)$$

де $K_0 = 1,5$ – для будь-яких умов різання (гарантований запас);

K_1 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні, $K_1 = 1,2$;

K_2 – коефіцієнт, що залежить від прогресуючого затушення інструменту в процесі різання; $K_2 = 1,6$;

K_3 – коефіцієнт, що враховує переривчастий режим різання; $K_3 = 1,2$;

K_4 – коефіцієнт, що враховує вид затискного пристрою; $K_4 = 1,3$ (для патрону, що сам центрується, з трьома кулачками);

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ефективність ручного затискання; $K_5 = 1,0$;

K_6 – коефіцієнт, що характеризує наявність моментів, які прагнуть розвернути заготовку відносно базових поверхонь; $K_6 = 1,0$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1 = 4,49$$

$$Q = \frac{4,49 \cdot 507 \cdot 192,5}{\frac{2}{3} \cdot 0,15 \cdot \frac{90^3 - 35^3}{90^2 - 35^2}} = 4435,2 \text{ Н}$$

Діаметр різьби під шпильку 8 (рис. 2.1) визначається по формулі:

$$d = 1,47 \cdot (Q/\sigma_p)^{0,5} \quad (2.6)$$

де $[\sigma_p]$ – межа міцності матеріалу оправки; приймаємо $[\sigma_p] = 300$ МПа.

$$d = 1,47 \cdot (4435,2/300)^{0,5} = 9,1 \text{ (мм)}.$$

Приймаємо метричну різьбу М10.

Момент на рукоятці або маховику, необхідний для одержання заданої сили затискання:

$$M = M_1 + M_2 \quad (2.7)$$

$$M_1 = Q \cdot r_{cp} \cdot \text{tg } 13^\circ, \quad (2.8)$$

де r_{cp} – середній радіус різьби, м.

$$r_{cp} = 0,45d = 0,45 \cdot 0,01 = 0,0045 \text{ (м)}.$$

$$M_1 = 4435,2 \cdot 0,0045 \cdot \text{tg } 13^\circ = 4,128 \text{ (Н·м)}.$$

$$M_2 = \frac{1}{3} \cdot f \cdot Q \cdot \frac{D_2^3 - d_2^3}{D_2^2 - d_2^2} \quad (2.9)$$

де D_2 – діаметр гайки, мм;

d_2 – внутрішній діаметр шайби, мм.

$$M_2 = \frac{1}{3} \cdot 0,15 \cdot 4435,2 \cdot \frac{38^3 - 20^3}{38^2 - 20^2} = 35,855 \text{ (Н·м)}$$

$$M = 35,855 + 4,128 = 39 \text{ (Н·м)}.$$

З огляду на величину нормальної сили робітника $F = 190$ Н, знайдемо величину плеча рукоятки:

$$L = M/F = 39/190 = 0,21 \text{ (м)} = 210 \text{ (мм)}.$$

3 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Нормування технологічних операцій.

Під нормуванням технологічних процесів розуміють призначення технічно обґрунтованих норм часу на тривалість виконання операцій.

Технічно обґрунтованою нормою часу називають час виконання технологічної операції в певних організаційно - технічних умовах, найбільш сприятливих для даного типу виробництва.

Під нормуванням технологічних процесів розуміють призначення технічно обґрунтованих норм часу на тривалість виконання операцій.

Технічно обґрунтованою нормою часу називають час виконання технологічної операції в певних організаційно - технічних умовах, найбільш сприятливих для даного типу виробництва.

Розраховуємо норми штучно-калькуляційного часу.

$$T_{шт-к} = T_0 + (T_{yc} + T_{30} + T_{yn} + T_e) * k + T_{об.см}, хв.$$

де – підготовчо-заклучний час, хв.;

T_0 – основний час, хв.;

n – кількість деталей в налагоджувальній партії, шт.;

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

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

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

T_e – час на вимірювання деталі, хв.;

$T_{об.см}$ – час на обслуговування робочого місця та відпочинок, хв.;

k – поправочний коефіцієнт.

$$T_{yc} = 0,063.$$

Час на вмикання або вимикання верстата кнопкою – 0,01 хв.; увімкнути робочий хід – 0,01 хв. Тоді:

$$T_{yn} = 0,01 + 0,02 = 0,03хв ;$$

$$T_e = 0,15хв.$$

Поправочний коефіцієнт на допоміжний час при серійному виробництві:

$$k = 1,85.$$

Допоміжний час:

$$T_{дон} = T_{yc} + T_{yn} + T_{e}. \quad (3.3)$$

$$T_{дон} = (0,063 + 0,03 + 0,15) * 1,85 = 0,45 \text{ хв}.$$

Оперативний час:

$$T_{он} = T_0 + T_{дон}. \quad (3.4)$$

$$T_{он} = 0,096 + 0,45 = 0,9 \text{ хв}.$$

Час на відпочинок та обслуговування робочого місця складає 6% від оперативного часу [12]:

$$T_{об.ст} = \frac{0,9 * 6}{100} = 0,054 \text{ хв};$$

$$T_{n-з} = 11 \text{ хв}.$$

Кількість деталей в партії :

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

де N – програма випуску деталей, шт;

a – періодичність запуску в днях ($a = 12$).

$$n = \frac{5000 * 12}{254} = 236,2$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шт-к} = 236^{11} + 0,096 + (0,063 + 0,03 + 0,15) * 1,85 + 0,054 = 1,1 \text{ хв}.$$

Результати визначення часу на інші операції розраховуємо аналогічним чином. Всі дані заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Таблиця норм часу по операціям, хв.

Номер операції	T_0	T_{θ}			T_{on}	$T_{об.ст}$	$T_{ит}$	$T_{n-з}$	n	$T_{и-к}$
		$T_{yc}, T_{зо}$	T_{yn}	T_{θ}						
005	4,49	0,47	0,515	0,44	7,12	0,43	7,55	30	236	7,67
015	8,95	0,32	0,1	0,17	10,04	0,6	10,64	21	236	10,73
025	0,096	0,063	0,03	0,15	0,9	0,054	0,954	11	236	1,1
030	22,2	0,32	0,1	0,2	23,3 5	1,4	24,75	21	236	24,84
035	1,79	0,15	0,06	0,15	2,46	0,15	2,6	16	236	2,68

3.2 Організація робочого місця верстатника

Робоче місце верстатника - це ділянка виробничої площі цеху, на якій розташовано верстат з комплектом пристосувань, допоміжного і ріжучого інструменту, а також технічна документація та інші предмети і матеріали, що знаходяться безпосередньо в розпорядженні робітника.

Робоче місце є основною ланкою будь-якої виробничої структури, де виробляють механічну обробку на верстатах, тому дуже важливо, щоб воно було раціонально організовано.

Під організацією робочого місця розуміють впорядковане розташування верстата (верстатів при многостаночном обслуговуванні), організаційного оснащення (тобто інструментальних шаф, підносів і лотків для інструментів, стелажів для верстатних пристосувань, планшетів і рамок для технічної документації та ін.), а також інших пристроїв, що забезпечують верстатнику необхідні умови для високопродуктивної і безпечної роботи. Раціональна організація робочого місця включає в себе його планування, оснащення та обслуговування.

Під плануванням розуміють найбільш доцільне розміщення на виробничій площі робочого і верстатного обладнання, матеріалів, підйомно-транспортних засобів і оргоснастки. При плануванні робочого місця в першу чергу необхідно враховувати робоче положення верстатника, а також значення і характер робочих зусиль (статичних, динамічних), обсяг і темп виконуваних рухів, ступінь точності операцій і т. П.

Для здійснення переважної більшості верстатних робіт характерна робоча поза стоячи (вертикальне положення тулуба або нахил його вперед на 10 ... 15 °), що забезпечує найкращі умови для огляду, можливість розвитку великих зусиль і рухів з великим розмахом.

Оснащення робочого місця включає в себе технічні засоби, необхідні для виробництва певних видів робіт та їх контролю (верстати, підйомно-транспортні пристрої, технологічну і організаційну оснастку, вимірювальні пристосування), а також кошти, що забезпечують комфортні умови і безпеку праці на робочому місці (відповідне освітлення, обмеження рівня шуму і вібрацій, засоби зв'язку, естетичні заходи і ін.).

Технологічне оснащення - це кошти, що забезпечують виконання технологічного процесу з заданими параметрами: верстатні пристосування, ріжучий, допоміжний і вимірювальний інструменти.

Організаційна оснащення - це кошти для розміщення і зберігання технологічної оснастки, а також для полегшення праці та забезпечення його безпеки. Зазвичай в неї входять: засоби для зберігання верстатних пристосувань, ріжучого, допоміжного та вимірювального інструмента (шафи, тумбочки, етажерки і т.п.); засоби для зберігання матеріалів, заготовок і оброблених деталей (тара, стійки, стелажі та ін.); засоби для розміщення технічної і технологічної документації (планшети, полки, ящики та ін.); кошти, що забезпечують нормальні умови протікання технологічного процесу (виробничі меблі, місцеве освітлення, засоби зв'язку і т.п.).

Всі робочі місця верстатників в обов'язковому порядку оснащують ґратами під ноги або сходинками із суцільним настилом. Їх слід виготовляти з електроізоляційних матеріалів (сухої деревини, пластмаси).

Ґрати застосовують в тих випадках, коли при обробці утворюється велика кількість стружки; деталі, що обробляються на шліфувальних верстатах, мають малі припуски, тому близько таких верстатів зручніше мати сходинку із суцільним настилом.

Висоту розташування решіток сходинок від статі вибирають в залежності від зростання робітника, а їх габаритні розміри - виходячи з того, щоб не було перенапруги м'язово-зв'язкового апарату робочого (підсвідома боязнь оступитися змушує робочого постійно тримати м'язи ніг в напруженому стані, що викликає їх хронічна втома, супроводжуване тремтінням або зведенням м'язів судомою).

Обслуговування робочого місця - це комплекс заходів щодо забезпечення його засобами і предметами праці, а також послугами з метою створення необхідних умов для високопродуктивної, ритмічної і безпечної роботи.

Особлива увага при обслуговуванні робочого місця приділяється прибиранню верстата і околостаночного простору (очищення від стружки, мастильно-охолоджувальної рідини (МОР), масла і ін.). Цю роботу виконує верстатник.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ РОБОТІ НА МЕТЕЛОРІЖУЧИХ СТАНКАХ

Вимоги безпеки до металообробних верстатів

Вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах стругальної, довбальної та протяжної груп

Під час установлювання оброблюваної деталі на верстат та знімання її з верстата стіл або повзун верстата повинен відводитись на максимальну відстань від супорта.

Перед установленням заготовки на верстат заготовку та поверхню закріплювальних пристроїв необхідно протирати, а також перевіряти справність різцетримальної головки.

Установлена на верстат заготовка не повинна зачіпати стояки або супорт під час роботи верстата. Правильність установлення деталі на верстат повинна перевірятись: на невеликих верстатах — переміщенням стола або повзуна вручну; на великих верстатах — за допомогою масштабної лінійки (у разі неможливості здійснювати переміщення стола вручну).

Оброблювані деталі необхідно закріплювати спеціальними кріпильними деталями (болтами, притискними планками, упорами).

Не дозволяється відкидати різець руками під час холостого (зворотного) ходу верстата. Різці, що установлюються, повинні бути правильно заточені, без тріщин та надламів.

Не дозволяється перевіряти рукою гострість та справність різця.

При довбанні в упор необхідно залишати достатній вихід для різця та стружки.

Регулювання та закріплення кулачків обмежувача ходу необхідно здійснювати тільки після вимкнення верстата та припинення руху його частин.

Не дозволяється під час роботи верстата очищувати та поправляти різальний інструмент, пристосування та оброблювані деталі.

Під час виконання робіт з довгими протяжками на горизонтально-протяжних верстатах необхідно застосовувати рухомі люнети.

Не дозволяється виконувати роботи на двоколонному вертикально-протяжному верстаті двом працівникам, а також перебувати біля одної колони під час установлювання деталі на другу колону.

Вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах свердлильної та розточувальної груп

Оброблювані на верстаті деталі (крім особливо важких) необхідно встановлювати у відповідні пристосування (лещата, кондуктори тощо), які закріплюються на столі (плиті) свердлильного верстата.

Для кріплення тонкого листового металу необхідно застосовувати спеціальні пристрої (гідравлічні, важільні тощо). Допускається закріплювати деталі притискними планками або упорами.

Лещата до стола верстата необхідно кріпити болтами, розмір яких повинен відповідати розміру паза стола.

Встановлювати оброблювані деталі на верстат та знімати їх з нього під час роботи верстата допускається тільки у разі використання спеціальних позиційних пристроїв (поворотних столів, конвеєрів тощо).

Верстати повинні бути обладнані пристроями, які повертають шпиндель у початкове положення після його подавання. За відсутності зазначеного оснащення встановлювати та знімати деталі дозволяється тільки після вимкнення та повного зупинення верстата.

При закріпленні інструменту в шпинделі за допомогою клинів, гвинтів, планок та інших пристроїв ці елементи не повинні виступати за межі шпинделя.

Вставляти чи виймати свердло із шпинделя верстата дозволяється тільки після повного припинення обертання шпинделя.

Свердло із шпинделя необхідно виймати спеціальним клином, який не повинен залишатись у пазу шпинделя.

Не дозволяється використовувати на верстатах інструмент із забитими або спрацьованими конусами та хвостовиками.

Стружку з просвердлених отворів необхідно видаляти гідравлічним способом, магнітами або металевими гачками тільки після зупинення верстата та відведення інструменту.

Свердлити отвори у в'язких металах необхідно спіральними свердлами зі стружкодробильними каналами.

Для знімання інструменту з верстата необхідно застосовувати спеціальні молотки та вибивачі, виготовлені з матеріалу, від якого під час удару не відділяються частинки.

Не дозволяється під час роботи верстата перевіряти рукою гостроту різальних кромek інструменту, глибину отвору та вихід свердла з отвору в деталі, а також охолоджувати свердла мокрою ганчіркою.

Підводити трубопровід емульсійного охолодження до інструменту або виконувати його закріплення, а також переналагоджувати верстат дозволяється після повного зупинення верстата.

Не дозволяється виконувати роботи на свердлильних верстатах у рукавицях, рукавичках або із забинтованими кистями рук.

Установлювати і знімати великогабаритні деталі необхідно в рукавицях і тільки після зупинення верстата.

Вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах фрезерної групи

Перед установленням фрези необхідно перевіряти цілісність та правильність заточування пластин.

Пластини повинні бути без викришених місць, тріщин, припикання. Різальний інструмент не повинен мати затуплених кромки.

Для установлення фрез на верстаті або їх заміни необхідно застосовувати спеціальні пристосування, які запобігають порізу рук працівника.

При установленні фрез на оправку їхні зуби необхідно розміщувати в шаховому порядку. Для підтримування фрези під час вибивання її зі шпинделя необхідно застосовувати еластичні прокладки.

Не дозволяється підтримувати фрезу рукою без відповідних засобів індивідуального захисту рук.

Фрезерну оправку або фрезу необхідно закріплювати в шпинделі ключем тільки після ввімкнення коробки швидкостей для запобігання провертанню шпинделя.

Не дозволяється затискувати та відтискувати фрезу ключем на оправці ввімкненням електродвигуна, а також залишати ключ на головці затяжного болта після установлення фрези або оправки.

Після установлення та закріплення фрези необхідно перевіряти її радіальне та торцеве биття, яке не повинно перевищувати 0,1 мм.

При швидкісному фрезеруванні необхідно застосовувати огороження та пристосування для уловлювання та видалення стружки (спеціальні стружковідвідники, прозорі екрани).

Оброблювані деталі та пристосування, особливо базові та кріпильні поверхні, що прилягають одна до одної, перед установленням на верстат необхідно очищувати від стружки та мастила для забезпечення правильного установлення їх та досягнення міцності закріплення.

Отвір шпинделя, хвостовик оправки або фрези, поверхню перехідної втулки перед установленням у шпиндель необхідно очищувати та протирати, забоїни — усувати. При встановленні хвостовика інструменту в отвір шпинделя хвостовик повинен сідати щільно, без люфту.

Оброблювану деталь необхідно закріплювати в місцях, що розташовані якомога ближче до оброблюваної поверхні. Для закріплення деталей до необроблених поверхонь необхідно застосовувати лецата та пристосування з насічкою на притискних губках.

При використанні для закріплення деталей пневматичних, гідравлічних та електромагнітних пристосувань трубки, по яких подається повітря або рідина, а також електрична проводка повинні бути захищені від механічних пошкоджень.

При заміні або вимірюванні оброблюваної деталі верстат необхідно зупинити, а різальний інструмент — відвести.

Виконувати роботи на верстаті з необгородженою фрезою необхідно із застосуванням відповідних засобів індивідуального захисту.

Під час роботи на верстаті необхідно уникати накопичення стружки на фрезі та оправці.
Стружку від обертової фрези необхідно періодично видаляти пензликом з ручкою завдовжки до 250 мм.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі були використані раніше отримані знання щодо визначення технологічності деталі, вибору баз, методів обробки, з розрахунку режимів різання і норм технологічного часу.

В першій частині виконано аналіз призначення та умов роботи деталі «Сателіт», що входить до складу заднього провідного моста автомобілів. Визначено вибір методу виготовлення заготовки – штампуванням, та призначено припуски на механічну обробку, спроектовано послідовність оброблення деталі, розроблено маршрутну карту технологічного процесу.

У другій частині виконано проектування допоміжного обладнання а саме трикулачковий патрон, що самоцентрується, спроектовано спеціальний ріжучий інструмент - протяжка для обробки внутрішнього отвору деталі.

В третій частині розраховано нормування технологічних операцій. І описано організацію робочого місця верстатника.

У останній частині підняті проблеми охорони праці на токарних і фрезерних верстатах.

Наведені в дипломній роботі розрахунки на виготовлення деталі "Сателіт" дають можливість об'єктивно оцінити всі переваги спроектованого технологічного процесу.

Виконані розрахунки та технологія механічної обробки заданої деталі дозволять знизити собівартості виробу за рахунок зменшення трудомісткості виготовлення деталі, а також використання більш сучасного обладнання та більш ефективних технологій.

Для виконання роботи використовувалися такі програми як: Microsoft Word, Microsoft Excel, Mathcad 2000, КОМПАС 5.11.03, Microsoft PowerPoint.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Богуслаєв В. О. Основи технології машинобудування [Текст]: навч. посібник / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. — Запоріжжя: Мотор СІЧ, 2003. — 336 с.: іл. — ISBN 966-7108-70-8.
2. Справочник технолога. В 2-х томах / Под ред. А.А. Панова, В.В. Аникина, Н.Г. Бойм, - 2-е изд., - М.: Машиностроение, 2004. - 784с., ил.
3. Наливайко С.О. Теоретичний посібник з дисципліни «Технологія машинобудування». – Горлівка: ГМК, 2012. – 513с.
4. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: Навчально-методичний посібник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2004.-98 с.
5. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1993. – 414 с.
6. Прис Н.М. Базирование и базы в машиностроении: Методические указания к выполнению практических занятий по курсу "Основы технологии машиностроения" для студентов дневного и вечернего отделений спец. 120100 "Технология машиностроения" / Н.М. Прис. - Н.Новгород.: НГТУ, 1998. - 39 с.
7. Харламов Г.А. Припуски на механическую обработку: Справочник / Г.А.Харламов, А.С.Тарапанов. – М.: Машиностроение, 2006. – 256 с.
8. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения / Под общей ред. Ф.В. Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. – Т.9. «Проектирование технологических процессов в машиностроении». – Одесса: ОНПУ, 2005. – 584 с.
9. Основи формоутворення поверхонь при механічній обробці: Навчальний посібник/ Н. С. Равська, П. Р. Родін, Т. П. Ніколаєнко, П. П. Мельничук.— Ж.: ЖІТІ, 2000.— 332с. — ISBN 966-7570-07-X/.
10. Металорізальні інструменти [Текст]: навч. посібник. Ч. 2 / П. Р. Родін [та ін.] ; Київський політехнічний ін-т. — К. : ІСДО, 1993. — 180 с. : іл. — ISBN 5-7763-1585-4.
11. Режимы резания металлов. Справочник под редакцией Ю.В. Барановского. - 3-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение, 1972.

12. Андреев, Г.И. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учебное пособие для машиностроительного производства / Г.И. Андреев, В.Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе. Под ред. Ю.М. Соломенцева, - 2-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 1999. – 415 с.

13. Ковальчук, Е.Р. Основы автоматизации машиностроительного производства / Е.Р. Ковальчук, М.Г. Косов, В.Г. Митрофанов и др. Под ред. Ю.М. Соломенцева,- 2-е изд., исп. - М.: Высшая школа, 1999. - 312 с., ил.

14. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов / Под общ. ред. С.В.Белова, 2-е изд., испр. И доп. - М.: Высшая школа, 1999.- 448 с., ил.

15. Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. / П.П. Кукин, В.Л. Логин, Е.А. Подгорных и др. - М.: Высшая школа, 1999. - 318 с., ил.

16. ДСТ 12.1.013-78 Будівництво. Електробезпека.

17. ДСТ 7505-89 Поковки сталеві штамповані.

18. ДСТ 14.201-83 Забезпечення технологічності конструкції виробів. Загальні вимоги.

19. ДСТУ 2232-93 Базування та бази в машинобудуванні. Терміни та визначення.

20. Методичні вказівки до виконання бакалаврських робіт освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр. Для студентів, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 – Машинобудування зі спеціальності – Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів / Уклад. Тараненко Г.В. – Сєверодонецьк, СНУ ім. В. Даля, 2015. – 23 с.

ДОДАТКИ