

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

імені адмірала Макарова

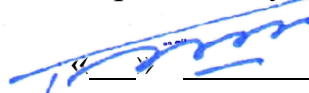
Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д-р техн. наук, професор М.Р. Ткач

 _____ 2026 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Проектування технології виготовлення

валу первинного роздавальної коробки ($m=3,5$ мм, $z=36/40$)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 4261



Качорак О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник



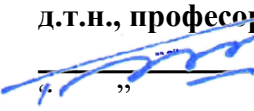
Галинкін Ю.М.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2026

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова**

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий _____
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування _____
Освітній рівень _____ Бакалавр _____
Спеціальність _____ 131 «Прикладна механіка» _____
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма _____ «Технології машинобудування» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д.т.н., професор **М.Р.ТКАЧ**


_____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Качорак Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Проектування технології виготовлення валу первинного роздавальної коробки ($m = 3,5$ мм, $z = 36/40$)”

керівник роботи к.т.н., доцент Галинкін Ю.М.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 22.04.2026р. №291-уч

2. Строк подання студентом роботи 1.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи Робоче креслення деталі; нормативна література; держстандарти; довідники

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

1) Загальний розділ: Призначення та аналіз технологічності деталі.

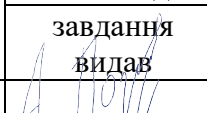
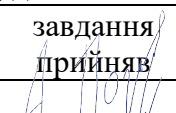
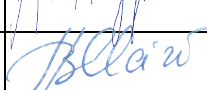
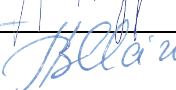
2) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

3) Конструкторський розділ: Розрахунок і проектування спеціальних конструкцій пристроїв для верстатів та спеціального металорізального інструменту.

4) Охорона праці та навколишнього середовища: Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального
верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту,
налагодження до однієї з технологічних операцій,

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	К.т.н., доц.Познанський А.С.		
Нормоконтроль	Доц.Боду С.Ж.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруковка у форматі A3)	25.03.2026	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 2)	15.04.2026	
3	Оформлення конструкторського розділу (3)	25.04.2026	
4	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (4)	25.05.2026	
5	Оформлення креслень	25.05.2026	
	Перевірка на плагіат	1-10.06.2026	
6	Нормоконтроль (креслення у форматі A3)	1-9.06.2026	
9	Затвердження КРБ на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі A1)	10-16.06.2026	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи(текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	12-16.06.2026	
11	Затвердження КРБ зав.кафедрою (подання, анотація)	12-16.06.2026	
12	Рецензування	16-22.06.2026	

Студент 
(підпис)

Качорак О.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи 
(підпис)

Галинкін Ю.М.
(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

АНОТАЦІЯ

В бакалаврській роботі на тему «Проектування технології виготовлення валу первинного роздавальної коробки ($m = 3,5$ мм, $z = 36/40$)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення деталі.

В бакалаврській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на ділянці.

Ключові слова: вал первинний роздавальної коробки, заготівка, припуски, пристосування для фрезерування, калібр-скоба, фреза черв'ячна.

ABSTRACT

In the bachelor's thesis on the topic "Design of the technology for manufacturing the primary shaft of the transfer case ($m = 3.5$ mm, $z = 36/40$)" a description of the purpose of the part and the characteristics of the material from which it is made are provided, an analysis of its manufacturability is made, the choice and justification of the type of production is made, a technological process for manufacturing the part is developed.

The bachelor's thesis provides calculations of special devices and cutting and measuring tools, and measures for labor protection and the environment at the site are developed.

Key words: primary shaft of the transfer case, workpiece, allowances, milling devices, caliper-bracket, worm milling cutter.

ЗМІСТ

Вступ	6
1. Загальна частина	8
1.1. Опис конструкції і призначення деталі	9
1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі	10
1.3. Аналіз технологічності деталі	11
1.4. Визначення і обґрунтування типу виробництва	14
2. Технологічна частина	17
2.1. Вибір і обґрунтування вибору заготовки	18
2.2. Розрахунок вартості основних матеріалів	19
2.3. Аналіз базового технологічного процесу	20
2.4. Розрахунок припусків	24
2.5. Вибір обладнання	29
2.6. Вибір ріжучого інструменту	34
2.7. Вибір вимірювального інструменту	35
2.8. Розрахунок режимів різання	36
2.9. Технічне нормування	38
3. Конструкторська частина	42
3.1. Розрахунок пристосування для фрезерування	43
3.2. Розрахунок черв'ячної фрези	44
3.3. Опис вимірювального пристосування	47
4. Охорона праці	49
Вступ	50
4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, що впливають на виробничий персонал дільниці	50
4.2. Запобігання впливу небезпечних шумових факторів на виробничий персонал дільниці	52
4.3. Охорона навколишнього середовища	57
Висновки	59
Список літератури	61

						Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Перші відомості про технологічні процеси з'явилися в середині 18-го сторіччя, коли виникла необхідність дотримуватися технологічної дисципліни при виробництві масової продукції, головним чином зброї. Письмовий виклад технологічних процесів став необхідним при відтворенні тих або інших технологічних дій в певній послідовності. Спочатку це був опис вже існуючого досвіду виробництва виробів. Потім така необхідність виникла при створенні нових виробництв, які могли бути організовані тільки на основі заздалегідь розроблених технологічних процесів. У кінці 19-го – початку 20-го століття на машинобудівних підприємствах виникли проектні служби і відділи, які спеціалізувалися на технологічних розробках.

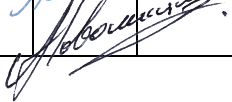
У 30-х роках у зв'язку зі швидким розвитком машинобудування уперше були сформульовані наукові основи технології машинобудування. Поява технології машинобудування, як наукової дисципліни дало можливість створити широку мережу проектних інститутів дало можливість створити широку мережу проектних інститутів і організацій, які спеціалізувалися на проектуванні нових і реконструкції діючих машинобудівних виробництв. Але кожна проектно-технологічна організація використовувала різні форми опису технологічних процесів, що викликало деякі труднощі при поширенні передового досвіду, передачі виготовлення виробів з одного підприємства на інше, обліку, збереженні і обробці технологічних документів.

Збільшення механізованих і автоматизованих знарядь виробництва та їх безперервне удосконалення підвищували вимоги до технологічного проектування і стали основою створення правил і методики розробки технологічних процесів. Перехід на автоматизовані системи проектування уніфікував усю технологічну документацію. На початку 80-х років була створена єдина система технологічної документації (ЄСТД) і єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ).

						Адк.
						6
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комплексна механізація і автоматизація виробничих процесів, переобладнання машинобудівних підприємств сучасними металообробними верстатами, типізація і стандартизація технологічних процесів, повсюдне впровадження в практику технологічного проектування ЕОМ дали поштовх до переоцінки існуючих методів проектування. Сучасне технологічне проектування – це комплексна система взаємодій способів і методів, які обумовлюють створення високоякісної технологічної документації на основі широкого використання стандартних технологічних рішень. Освоєння машинобудівними підприємствами нової технологічних рішень. Освоєння машинобудівними підприємствами нової технологічної документації і впровадження ЕСТПП створили умови для розробки і впровадження автоматизованих систем керування виробничими процесами в цілому.

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4261.03.КРБ.04.01.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив		Качорак О.О.			Загальна частина			Літ		Арк.	Аркушів	
Перевірів		Галинкін ЮМ						К	Р	Б	8	8
Консул.								НУК				
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. Опис конструкції і призначення деталі

Вал первинний роздавальної коробки – це деталь, яка відноситься до деталей типу валів і осей. Вал передає момент, що крутить, з роздавальної коробки на одно з коліс. На поверхнях 36 і 40 встановлюються зубчасті колеса. Усі механізми випробовують деякі перевантаження, і означає до них і до їх конструкції пред'являються підвищені вимоги. Для передачі моменту, що крутить, з шестерні на вал, служить шліцьове з'єднання 36 і 40. Для відвертання сповзання шестерні з валу (оскільки шестерні виконана косозубою) передбачено її стопоріння за допомогою стопорних гайок, які накручуються на різьбові поверхні 3 і 22. Вал встановлюється в корпус на підшипниках кочення. Посадка внутрішнього кільця підшипника на вал виконана з натягом. Дві шестерні встановлюються на вал на підшипниках ковзання. Для забезпечення змащення цих підшипників передбачені канавки і підвід до них мастильних отворів.

Враховуючи все вищесказане відносно валу, можна зробити висновок, що конструкторськими базами валу є шийки під підшипник і посадочна поверхня на фланцевому кінці. Так само базами (конструкторськими), які визначають положення деталей на валу, виступають наполегливий торець під підшипник і торець фланцевого кінця.

Вимірювальними базами для лінійних розмірів є наполегливі бурти під підшипники. Для контролю опорних шийок під підшипники і посадочного діаметру шестерні вимірювальною базою є вісь центрів, відносно якої контролюється радіальне биття. Так само відносно осі центрів контролюється биття буртика під підшипники, а так само деяких інших поверхонь.

Технологічними базами при обробці цієї деталі є центрові отвори (подвійна centruюча база) і один з торців валу (залежно від даної операції).

					4261.03.КРБ.04.01.ПЗ	Адк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Характеристика властивостей матеріалу деталі

Оскільки вал не піддається термообробці після його механічної обробки, а так само при розгляді умов праці, для виготовлення застосовується сталь 15ХГН2ТА ДСТУ 7806:2015.

Сталь конструкційна легована високоякісна. Сталь хромомарганцевонікелева. Друге позначення 15ХГНТА. Основна область застосування сталі 15ХГН2ТА - виготовлення деталей, які експлуатуються в умовах підвищеного динамічного навантаження, вібрації. Це такі деталі, як зубчасті вінці, вали, шатуни, зубчасті колеса та ін. Загалом, цей сплав використовується для деталей, матеріал яких повинен мати підвищену в'язкість і міцність.

Хімічний склад сталі 15ХГН2ТА

Таблиця 1.1

Легуючі елементи, %						Домішки, %		
C	Si	Mo	Ti	Mn	Ni	P	S	Cu
0,11- 0,20	0,17- 0,37	0,3-0,6	0,03- 0,09	0,9-1,3	1,75- 2,15	≤0,05	≤0,05	≤0,3

Фізико-механічні властивості сталі 15ХГН2ТА

Таблиця 1.2

Межа плинності σ_T	Часовий опір розриву σ_B	Відносне подовження δ_5	Відносне звуження ψ	Ударна в'язкість КСУ	НВ
МПа		%	%	Дж/см ²	Не більше
>735	>930	>11	>55	>78	269

Сталь 15ХГН2ТА — конструкційна легована цементована сталь. Має високу міцність, в'язкість та твердість поверхні після загартовування. Не чутлива до флокенів, використовується для відповідальних деталей (зубчасті

					4261.03.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

колеса, шатуни), які потребують зносостійкості. Піддається термообробці (цементация, загартуванню, відпуску).

Основні характеристики і властивості сталі 15ХГН2ТА:

- Клас: Конструкційна легована.
- Тип: Цементована (низьковуглецева), потребує поверхневого зміцнення.
- Флокеночутливість: Не чутлива.
- Зварюваність: Обмежена або не застосовується (через високу легуваність і цементацию).
- Застосування: Виробництво високонавантажених деталей, які працюють під тиском і при зносі (зубчасті вінці, колеса, вали).

Завдяки високому вмісту нікелю і хрому, сталь забезпечує добре поєднання в'язкої серцевини і твердої поверхні.

1.3. Аналіз технологічності деталі

Технологічність виробу характеризується комплексом властивостей його конструкції, які забезпечують оптимальні витрати праці, матеріалів, часу та засобів на всіх етапах – від технічної підготовки виробництва до експлуатації та ремонту. Вона порівнюється з аналогічними виробами того ж призначення і враховує дотримання встановлених стандартів якості та умов виготовлення.

Існують два основні види технологічності: виробнича та експлуатаційна. Виробнича технологічність полягає у зменшенні витрат часу і ресурсів на проектування, підготовку та безпосереднє виготовлення виробу. Експлуатаційна технологічність спрямована на зниження затрат часу і коштів під час технічного обслуговування та ремонту.

Для деталей, що обробляються механічним способом, ключовими показниками технологічності є працемісткість, точність і стабільність отримання геометричних розмірів та якості поверхні, а також можливість застосування високопродуктивних методів обробки. Зростання працемісткості пов'язане з кількістю і складністю оброблюваних поверхонь, їх довжиною, а

					4261.03.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

також вимогами до точності і шорсткості. Покращення технологічності конструкції дозволяє знизити витрати на виробництво без шкоди для функціональних характеристик виробу

Вал первинний роздавальної коробки виготовлено зі сталі 15ХГН2ТА. Заготовку для нього найдоцільніше буде отримувати методами пластичного деформування, а саме на кривошипному гарячештампувальному пресі. Оскільки деталь має досить просту конфігурацію, то заготівка за формою максимально може бути наближена до готової деталі.

Наявність на валу точних посадочних поверхонь (шийки під посадку внутрішніх кілець підшипників) вимагає застосування двократного точіння і двократного шліфування.

Для фіксації деталей, встановлених на валу, в осьовому напрямку використовуються гайки з різьбленням. Різьбову поверхню такого діаметру нарізувати за допомогою плашки скрутно через діаметр і нестачу місця для обігу інструменту. Нарізування різьблення різцем відбувається довго через те, що необхідно робити декілька проходів.

Для установки шестерень на валу застосовуються шліцьові з'єднання. Отримання цих поверхонь можливе за допомогою черв'ячної фрези. Застосування методу обкатки для отримання шліців ускладнене через величину модулю.

Крім того, негативним чинником, що впливає на технологічність даної деталі, є наявність отвору, розташованого уздовж осі валу. Довжина цього отвору перевищує 5 діаметрів, що зажадає застосування спеціального інструменту.

В цілому, враховуючи вищесказане, можна зробити висновок, що деталь є технологічною. Виконуємо кількісний аналіз технологічності валу первинного роздавальної коробки. Для цього визначаємо коефіцієнти точності, шорсткості, оброблюваності та уніфікації. За цими показниками можна буде зробити висновки про технологічність деталі.

Коефіцієнт точності знаходимо за формулою:

					4261.03.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{\text{тч}} = 1/IT_{\text{ср}},$$

де $IT_{\text{ср}}$ – середній квалітет усіх поверхонь деталі.

Для цієї деталі:

$$IT_{\text{ср}} = (IT_6 \cdot 3 + IT_7 \cdot 2 + IT_8 \cdot 4 + IT_9 \cdot 5 + IT_{12} \cdot 17 + IT_{14} \cdot 19) / 50 = 11,48.$$

Значить, коефіцієнт точності дорівнює:

$$K_{\text{тч}} = 1/11,48 = 0,087.$$

Деталь можна рахувати технологічною при коефіцієнті точності менше 0,5.

Визначимо коефіцієнт шорсткості за формулою:

$$K_{\text{ш}} = 1 - 1/Ra_{\text{ср}},$$

де $Ra_{\text{ср}}$ - величина середньої шорсткості деталі, мкм.

$$Ra_{\text{ср}} = (0,63 \cdot 2 + 1,25 \cdot 2 + 3,2 \cdot 2 + 6,3 \cdot 10 + 12,5 \cdot 34) / 50 = 9,96 \text{ мкм}.$$

Тоді, коефіцієнт шорсткості

$$K_{\text{ш}} = 1 - 1/9,996 = 0,9.$$

Деталь можна рахувати технологічною при коефіцієнті шорсткості більше або рівним 0,8.

Визначимо коефіцієнт уніфікації за залежністю:

$$K_y = N_y / N_{\text{заг}};$$

де N_y – кількість уніфікованих елементів деталі (враховуються радіуси, фаски, стандартні елементи типу канавок та ін.);

$N_{\text{заг}}$ – загальна кількість елементів оброблюваної деталі.

Для цієї деталі кількість уніфікованих елементів дорівнює 19;

загальна кількість елементів – 50.

Тоді, коефіцієнт уніфікації буде дорівнювати:

$$K_y = 19/50 = 0,38.$$

Деталь можна вважати досить уніфікованою при коефіцієнті, рівному або більше 0,6.

Визначимо коефіцієнт оброблюваності:

$$D_o = N_{\text{обр}} / N_{\text{заг}},$$

де $N_{\text{обр}} = 50$ – кількість оброблюваних поверхонь деталі;

					4261.03.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$N_{\text{заг}} = 50$ – загальна кількість оброблюваних поверхонь.

$D_o = 50/50 = 1$.

За результатами проведеного якісного і кількісного аналізу технологічності можна зробити висновок, що деталь є технологічною.

1.4. Визначення і обґрунтування типу виробництва

Тип виробництва – це класифікаційна категорія, яка визначається за кількома основними ознаками: широтою номенклатури продукції, регулярністю та стабільністю випуску, а також обсягом виробництва. Від цих характеристик залежить організація виробничого процесу, вибір технології, а також застосування відповідного обладнання, верстатів і інструментів.

Виробничий процес і його структура безпосередньо залежать від кількості виробів, що виготовляються, та складності їх виготовлення. Чим більший обсяг продукції і чим більш стандартизовані вироби, тим більш спеціалізованим і механізованим може бути виробництво.

У машинобудівній галузі традиційно виділяють три основні типи виробництва: масове, серійне та одиничне. Кожен з них має свої особливості. Масове виробництво характеризується великою кількістю однакових виробів, високим ступенем спеціалізації робочих місць і чіткою організацією руху деталей по виробничих ділянках. Серійне виробництво передбачає виготовлення партій продукції середнього обсягу, де також присутня певна спеціалізація, але з більшою гнучкістю у зміні номенклатури. Одиничне виробництво орієнтоване на виготовлення унікальних або малосерійних виробів, що вимагає високої кваліфікації працівників і застосування універсального обладнання.

Таким чином, тип виробництва визначає не лише організацію робочих місць і технологічний процес, а й впливає на ефективність, якість і вартість виготовлення продукції. Вибір типу виробництва є стратегічним рішенням, що враховує ринкові потреби, технічні можливості підприємства та економічну доцільність.

					4261.03.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У масовому виробництві основна мета – максимальна продуктивність і мінімізація собівартості за рахунок стандартизації та автоматизації процесів. Тут широко застосовуються конвеєрні лінії, спеціалізовані верстати та автоматичні системи управління, що забезпечують високу швидкість і точність виготовлення великої кількості однакових виробів. Такий тип виробництва ефективний при стабільному попиті на продукцію і дозволяє досягти значних економій за рахунок масштабу.

Серійне виробництво, навпаки, передбачає більшу гнучкість у зміні асортименту продукції. Воно організовується у вигляді виготовлення партій виробів, що дозволяє швидко адаптуватися до змін ринку і замовлень. Технологічні процеси тут комбінують елементи стандартизації і універсальності, а робочі місця мають середній ступінь спеціалізації. Серійне виробництво часто застосовується у виробництві складних машин і механізмів, де необхідна певна варіативність продукції при збереженні високої якості та оптимальних термінів виготовлення.

Одиничне виробництво, у свою чергу, орієнтоване на виготовлення унікальних виробів або малих серій, часто за індивідуальними замовленнями. Такий тип виробництва характеризується високою кваліфікацією працівників, широким застосуванням універсального обладнання та гнучкістю технологічних процесів. Тут важливу роль відіграє ручна праця, а організація виробництва має модульний або проектний характер. Одиничне виробництво є найбільш витратним за собівартістю, проте воно необхідне для створення складних, нестандартних виробів, що не можуть бути виготовлені масовими або серійними методами.

Вибір типу виробництва визначає не лише технологічні аспекти, а й організаційні, економічні та управлінські рішення.

Тому, ніж приступити до проектування технологічного процесу механічної обробки деталі, необхідно, виходячи з виробничої програми і характеру деталі, встановити тип виробництва.

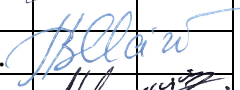
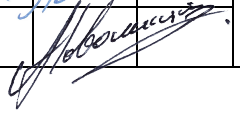
					4261.03.КРБ.04.01.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Попередньо тип виробництва можа визначити за масою деталі і річною програмою випуску. Приймаємо багатосерійний тип виробництва.

Залежність типу виробництва від обсягу випуску (шт.) і маси деталі

Таблиця 1.2

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	одинич.	дрібносер.	середньосер.	багатосер.	масове
< 1,0	< 10	10-2000	1500- 100 000	75 000- 200 000	200 000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000- 50 000	50 000- 100 000	100 000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35 000	35 000-75 000	75 000
5,0-10	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	50 000
> 10	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	25 000

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна частина			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив	Качорак	О.О.						К	Р	Б	17	24
Перевірив	Галинкін	ЮМ						НУК				
Консул.												
Н.контр.	Боду	С.Ж.										
Затвердив	Ткач	М.Р.										

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір і обґрунтування вибору заготовки

Вибір виду заготовки впливає на якість виробу та у значній мірі визначає характер і економічність технологічного процесу в цілому, тому і є одним з найбільш важливих етапів проектування.

Для деталі вал первинний роздавальної коробки приймаємо два конкуруючі варіанти отримання заготовки: на горизонтально-кувальній машині (ГКМ) і на кривошипному гарячештампувальному пресі (КГШП). Маса деталі 14 кг. Мага заготовки, що отримується на ГКМ, складає 20,3 кг, а маса заготовки, що отримується на КГШП – 18,2 г. В якості початкової, приймаємо той спосіб отримання заготовки, при якому вартість заготовки виявиться нижча.

Вартість заготовки визначаємо за формулою:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_n}{1000} \right) - \frac{(Q - q) \cdot S_{\text{відх}}}{1000},$$

де C_i базова вартість 1 тони заготовок;

Q – маса заготовки;

k_T, k_c, k_B, k_M, k_n – коефіцієнти, які залежать від класу точності, групи складності, маси, марки матеріалу і обсягу виробництва заготовок;

q – маса готової деталі, т;

$S_{\text{відх}}$ – вартість 1 тони відходів.

Визначимо коефіцієнти для заготовки, що отримується на КГШП при масі заготовки 18,2 кг:

$k_T = 1$ - для 3-го класу точності;

$k_c = 1$ - для 3-ої групи складності сталі 15ХГН2А;

$k_B = 0,74$ – для маси заготовки до 50 кг і сталі 15ХГН2А;

$k_M = 1,98$ – для сталі 15ХГН2А;

$k_n = 1$ – для програми випуску 4000-100000 шт./рік.

Вартість 1 т відходів складає 2500 грн./т.

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічно визначаємо поправочні коефіцієнти для заготовки, що отримується на горизонтально-кувальній машині при масі заготовки 20,3 кг:

$k_T = 1,05$ - для 4-го класу точності;

$k_c = 1$ - для 3-ої групи складності сталі 15ХГН2А;

$k_B = 0,74$ – для маси заготовки до 50 кг і сталі 15ХГН2А;

$k_M = 1,98$ – для сталі 15ХГН2А;

$k_n = 1$ – для програми випуску 4000-100000 шт./рік.

Підставляючи значення в наведену вище формулу, отримаємо:

- для заготовки, що отримується на КГШП:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{7200 \cdot 18,2 \cdot 1 \cdot 0,74 \cdot 1 \cdot 1,98 \cdot 1}{1000} \right) - \frac{(18,2 - 14) \cdot 2500}{1000} = 181,5 \text{ грн.},$$

- для заготовки, що отримується на ГKM:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{7200 \cdot 20,3 \cdot 1,05 \cdot 0,74 \cdot 1 \cdot 1,98 \cdot 1}{1000} \right) - \frac{(20,3 - 14) \cdot 2500}{1000} = 209,11 \text{ грн.}$$

Порівнюючи отримані результати, можна зробити висновок, що отримання заготовки на КГШП економніше, ніж на ГKM. Отже, остаточно приймаємо для валу заготовку на КГШП.

2.2. Розрахунок вартості основних матеріалів

Розрахунок витрат на основні матеріали виконується на основі відомих даних: розміру річної програми виробництва продукції, норми витрат матеріалу на одиницю продукції, норми відходів та оптових цін на матеріали та відходи.

Формула розрахунку вартості основних матеріалів на деталь має вигляд:

$$M = Q \cdot C_{\text{мат}} - q \cdot C_{\text{відх}},$$

де Q – норма витрат матеріалу на деталь, кг;

$C_{\text{мат}}$ – ціна 1 кг матеріалу, грн.;

q – маса відходів, кг;

$C_{\text{відх}}$ – ціна 1 кг відходів.

Розрахунок вартості на основні матеріали оформлюється у формі таблиці.

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						19
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок витрат на основні матеріали

Таблиця 2.1

Найменування деталі	Річне завдання, шт.	Марка матеріалу	Норма витрат на одиницю, кг	Витрати на програму, т	Ціна 1т, тис. грн.	Сума, тис. грн.	Маса відходів на деталь, кг	Маса відходів на програму, т	Ціна реалізації одної тони відходів, тис. грн.	Сума від реалізації відходів, тис. грн.	Витрати матеріалів з різницею реалізації відходів, тис. грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вал первинний	10000	15XГН2ТА	14		50	700,0	4,2	42,0	2,5	105,0	595,0

2.3. Аналіз базового технологічного процесу

Процес виготовлення деталі – вал первинний, проводимо у наступній послідовності, яка надана у табл.2.2.

Базовий технологічний процес виготовлення деталі

Таблиця 2.2

Операція	Устаткування
Заготівельна	КГШП
Фрезерування торців і зацентровування	Свердлильний-фрезерувально-розточувальний
Токарна обробка	Токарно-гвинторізний
Попереднє шліфування	Круглошліфувальний
Фрезерування шліців	Шліцефрезерувальний
Термообробка	Термічний цех
Остаточне шліфування поверхні	Круглошліфувальний
Шліфування шліців	Шліцешліфувальний
Контроль	Стіл контрольний

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						20
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка маршрутної технології

Для заданої деталі на підставі таблиць економічно досяжній точності складаємо маршрут обробки кожної поверхні. Призначені переходи і що досягаються при цьому квалітети, точність поверхонь і параметри шорсткості, заносимо у табл.2.3.

Операції обробки поверхонь деталі вал первинний роздавальної коробки

Таблиця 2.3

№ поверхні	Найменування переходу	Показники якості	
		Квалітет	Шорсткість, Ra
1,23	Фрезерування одноразове	14	20
4,7,16,19	Точіння попереднє	12	12,5
	Точіння остаточне	9	6,3
	Шліфування попереднє	7	3,2
	Шліфування остаточне	6	0,63
5,9,29,30	Точіння попереднє	12	12,5
	Точіння остаточне	9	6,3
	Шліфування	7	1,25
8,17,24,26,23	Свердління	12	6,3
2,6,10- 15,18,20,21,27- 28,31-35,44-50	Точіння одноразове	12	6,3
38,39,42,43	Фрезерування лиски	9	12,5
3,22	Точіння попереднє	14	10,0
	Точіння остаточне	125	3,2
	Нарізування різьби	6H	3,2
36,37,40,41	Фрезерування шліц	9	3,2
	Нарізування різьби		
36,37,40,41	Фрезерування шліц	9	3,2

На підставі розроблених маршрутів обробки поверхонь, складаємо технологічний процес механічної обробки кожної деталі. Так само розробляємо схеми базування на кожній операції з урахуванням вимог до точності.

Технологічний маршрут виготовлення деталі

На підставі розроблених в попередньому розділі маршрутах обробки поверхонь деталі, складаємо маршрут обробки деталі. При розробці

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

технологічного процесу беремо до уваги все, що сказано вище, а так само вибираємо способи базування.

Для деталі вал на першій (фрезерувально-центрувальний) операції базами є поверхні шийок під підшипники. Ці ж поверхні будуть базами при обробці отворів на шийках валу, а так само при свердлінні центрального отвору. На інших операціях обробки валу базовими поверхнями є центрові отвори.

Технологічний маршрут виготовлення валу

Таблиця 2.4

№ операції	Найменування операції	Обладнання	Зміст операції
1	2	3	4
005	Контрольна	Контрольна плита	Контролювати розміри деталі
010	Фрезерувально-центрувальна	Фрезерувально-центрувальний МР71	Встановити, закріпити, зняти деталь Фрезерувати торці 1 і 23 з двох сторін; Свердлити два центрові отвори з двох сторін
015	Токарно-гідрокопіювальна	Гідрокопіювальний верстат 1Н713	Встановити, закріпити, зняти деталь Точити поверхні 16, 19, 22 і 12
020	Токарно-гідрокопіювальна	Гідрокопіювальний верстат 1Н713	Встановити, закріпити, зняти деталь Точити поверхні 3, 4, 7
025	Токарно-гідрокопіювальна	Гідрокопіювальний верстат 1Н713	Встановити, закріпити, зняти деталь. Точити остаточно поверхні 14, 16, 45, 19, 22

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Продовж.табл.2.			
030	Токарно-гідрокопіювальна	Гідрокопіювальний верстат 1Н713	Встановити, закріпити, зняти деталь. Точити поверхні 4, 7, 10, 48 остаточно
035	Свердлильна з ЧПК	Свердлильний з ЧПК 2555Ф2	Встановити, закріпити, зняти деталь. Свердлити глибокі отвори з боку торця
040	Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний 2Н125	Встановити, закріпити, зняти деталь.Свердлити 2 отвори на виточках до виходу в канал. Свердлити 2 отвори на виточках до виходу в канал із зворотнього боку
045	Слюсарна	Плита контрольна	Зенкувати фаски в 4 отворах
050	Продувка	-	Видалити стружку з каналів глибокого отвору
055	Шліцефрезерувальна	Зубофрезерувальний 53А50	Встановити, закріпити, зняти деталь.Фрезерувати шліци 40
060	Шліцефрезерувальна	Зубофрезерувальний 53А50	Встановити, закріпити, зняти деталь.Фрезерувати шліци 12
065	Шліцефрезерувальна	Зубофрезерувальний 53А50	Встановити, закріпити, зняти деталь.Фрезерувати шліци 36
070	Різьбофрезерувальна	Різьбофрезерувальний 5Б63	Встановити, закріпити, зняти деталь.Нарізувати різьбу з боку глибокого отвору

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						23
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовж.табл.2.4			
075	Різьбофрезерувальна	Різьбофрезерувальний 5Б63	Встановити, закріпити, зняти деталь.Нарізувати різьбу з іншого боку глибокого отвору
080	Вертикально-фрезерувальна	Вертикально-фрезерувальний 6Т13	Встановити, закріпити, зняти деталь.Фрезерувати паз на різьбовій шийці. Фрезерувати паз з протилежного боку на різьбовій шийці
085	Вертикально-фрезерувальна	Вертикально-фрезерувальний 6Т13	Встановити, закріпити, зняти деталь. Фрезерувати паз з іншого боку на різьбовій шийці
090	Шліцешліфувальна	Шліцешліфувальний 3Б153Т	Встановити, закріпити, зняти деталь.Шліфувати шліци 36. Шліфувати шліци 40.
095	Контрольна	Контрольна плита	Контролювати параметри оброблюваної деталі

2.4. Розрахунок припусків

Припуск – шар матеріалу, що видаляється з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні.

Операційний припуск - припуск, що видаляється при виконанні однієї технологічної операції.

Проміжний припуск – припуск, припуск, що видаляється при виконанні одного технологічного переходу.

Загальний припуск – сума операційних припусків, що видаляється при виконанні всіх технологічних операцій, чинених над даною поверхнею.

Розрахуємо величину припусків на обробку поверхні валу діаметром 73,88h6. Технологічний маршрут обробки цієї поверхні складається з

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наступних переходів: обточування попереднє і остаточне, шліфування попереднє і остаточне. Величина припуску розраховується за формулою, приведеною нижче. Оскільки обробка ведеться в центрах, то похибка установки на усіх переходах дорівнює нулю. Сумарне відхилення визначаємо за формулою:

$$\rho = \sqrt{\rho_{зм}^2 + \rho_{кор}^2 + \rho_{ц}^2},$$

де $\rho_{зм} = 1000$ мкм для поковок;

$\rho_{кор} = \Delta K \cdot L$, де L – довжина поверхні валу, мм;

ΔK – питоме викривлення, мкм;

$\Delta K = 1$ мкм.

$L = 515$ мм

$\rho_{кор} = 1 \cdot 515 = 0,515$ мм = 515 мкм;

$$\rho_{ц} = \sqrt{\left(\frac{1,8}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 0,93 \text{ мм.}$$

де $\delta_3 = 1,8$ мм – допуск на поверхні, що використовуються як бази на першій операції.

Тоді:

$$\rho_{ц} = \sqrt{\left(\frac{\delta_3}{2}\right)^2 + 0,25^2},$$

Сумарне відхилення буде дорівнювати:

$$\rho_{ц} = \sqrt{1000^2 + 515^2 + 930^2} = 1460 \text{ мкм.}$$

Мінімальний припуск:

- під попереднє обточування

$$2Z_{\min} = 2(150 + 200 + 1460) = 3620 \text{ мкм;}$$

- під остаточне обточування:

$$2Z_{\min} = 2(80 + 50 + 88) = 436 \text{ мкм;}$$

- під попереднє шліфування:

$$2Z_{\min} = 2(20 + 30 + 58) = 217 \text{ мкм;}$$

- під попереднє шліфування:

$$2Z_{\min} = 2(6,3 + 20 + 58) = 169 \text{ мкм.}$$

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заповнюємо таблицю. Графа з розрахунковими розмірами заповнюється, починаючи з кінцевого розміру, шляхом збільшення розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

На отримані значення призначаємо допуски. Найбільші граничні розміри обчислюємо збільшенням допуску до заокругленого найменшого граничного розміру. Максимальні значення припусків визначаємо як різницю найбільших граничних розмірів, а мінімальні значення припусків – як різницю найменших граничних розмірів попереднього і такого, що виконується, переходів.

$$2Z_{\max 1} = 74,065 - 73,88 = 0,185 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2} = 74,365 - 74,065 = 0,291 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 3} = 74,971 - 74,356 = 0,615 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 4} = 79,5 - 74,971 = 4,53 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 1} = 74,019 - 73,85 = 0,169 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2} = 74,236 - 74,019 = 0,217 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 3} = 74,671 - 74,236 = 0,435 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 4} = 78,29 - 74,671 = 3,62 \text{ мм}.$$

Отримані дані заносимо в таблицю і на їх основі графічно зображуємо величини припусків і допусків.

Загальний мінімальний припуск з урахуванням несиметричного розташування поля допуску заготовки:

$$Z_{0 \text{ ном}} = Z_{0 \text{ min}} + H_{\text{заг}} - H_{\text{дет}} = 4441 + 400 - 30 = 4811 \text{ мкм}.$$

Номінальний розмір заготовки:

$$d_{\text{заг. ном}} = d_{\text{дет min}} + Z_{0 \text{ ном}} = 73,85 + 4,811 = 78,66 \text{ мм}.$$

Приймаємо номінальний розмір заготовки 79 мм.

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						26
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок припусків і граничних розмірів на обробку поверхні
діаметром 73,88h6

Таблиця 2.5

Операція (перехід)	Елементи припуску, мкм				Допуск, мкм	Граничний розмір, мм		Граничний припуск, мкм	
	R _z	T	ρ	ε		D _{min}	D _{max}	2Z _{min}	2Z _{max}
Заготівка	150	200	1460		1200	78,29	79,5	-	-
Точіння чорнове	80	50	88	-	300	74,671	74,97	3,62	4,52
Точіння чистове	20	30	58	-	120	74,236	74,356	0,435	0,615
Шліфування чорнове	6,3	200	58	-	46	74,019	74,065	0,217	0,291
Шліфування чистове	2,5	15		-	30	73,85	73,88	0,169	0,185
Разом								4441	5611

Значення припусків і допусків на основні поверхні валу

Таблиця 2.6

Розмір деталі, мм	Квалітет точності	Шорсткість поверхні Ra, мкм	Припуски		Припуск заготовки
			Основні	Додаткові	Загальний
39	9	3,2	2	0	2,5
60j6	6	1,25	2,5	0	2,5
120h11	11	6,3	2,3	0,2	2,5
60	11	2,5	2,1	0,4	2,5
112	11	2,5	2,3	0,2	2,5
26	11	2,5	1,8	0,2	2
105	11	2,5	2,3	0,2	2,5
24	11	2,5	1,6	0,15	1,75

2.5. Вибір обладнання

При виборі устаткування для кожної операції необхідно враховувати наступні основні чинники:

- тип виробництва;
- обсяг випуску деталей;
- розміри і розташування оброблюваних поверхонь;
- розміри деталі;
- можливість на даному верстаті забезпечити необхідну точність, жорсткість та економічність обробки;
- необхідність найбільш повного використання верстатів за потужністю і завантаженістю;
- простота обслуговування устаткування.

За технічними характеристиками верстат повинен відповідати наступним вимогам:

- робоча зона верстата повинна відповідати габаритам деталі;
- потужність, жорсткість, кінематичні можливості верстата повинні дозволяти вести роботу на оптимальних режимах різання;
- продуктивність верстата повинна відповідати заданому обсягу випуску виробів.

Верстати моделі 1М713 призначені для обробки в патроні деталей складної конфігурації: обточування циліндричних, конічних і сферичних поверхонь в умовах серійного, крупносерійного виробництва.

Технічна характеристика токарного багаторізцового напівавтомата моделі 1М713

Клас точності	Н
Діаметр деталі над станиною, мм	400
Діаметр деталі над супортом, мм	250
Діаметр оброблюваної деталі, мм	500
Межі частот обертання шпинделя, об/хв.	50...1000

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Потужність головного приводу, кВт	17
Габарити верстата, мм:	
Довжина	2435
Ширина	1250
Висота	1985
Вага верстата, кг	4700

Технічна характеристика токарно-копіювального багаторізного
напівавтомата моделі 1Н713

Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм	400
Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм	500
Найбільший поздовжній робочий хід копіювального супорта, мм	385
Найбільший перетин різців, мм	25x32
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	17

Технічна характеристика координатно-свердлильного верстата
моделі 2550Ф2

Найбільший діаметр, мм:	
свердління – в заготовці зі сталі 45	50
нарізування різьби у заготовці зі сталі 45	M48
Частота обертання шпинделя, об/хв.	18-2000
Розміри робочої поверхні столу, мм	2000x860
Швидкість швидкого переміщення, мм/хв:	
столу	7000
салазок	1-2000
свердлильної головки	1-2000
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	5,5
Число керуючих координат	3
Система програмного керування	2У32-61

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						30
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Габаритні розмір, мм

4200x3500x3700

Маса, кг

10750

Технічна характеристика верстата моделі 2Н125

Клас точності	Н
Найбільший діаметр свердління в сталі 45, мм	25
Розміри конуса шпинделя	Морзе 3
Відстань від осі шпинделя до тих, що направляють колони, мм	250
Найбільший хід шпинделя, мм	200
Відстань від торця шпинделя, мм до столу	60...700
до плити	690-1060
Найбільше (настановне) переміщення свердлильної головки, мм	170
Переміщення шпинделя за один оберт штурвалу, мм	122,46
Розміри робочої поверхні столу, мм	400x450
Найбільший хід столу, мм	270
Настановний розмір Т-подібних пазів в столі:	
- центрального	14h9
- крайніх	14h11
Відстань між двома Т-подібними пазами, мм	80
Межі частоти обертання шпинделя, 1/хв.	45...2000
Кількість швидкостей шпинделя	12
Кількість подач	9
Межі подач, мм/об	0,1-1,6
Найбільша кількість нарізуваних отворів під час	60
Керування циклами роботи	ручне
Габарити верстата, мм: довжина x ширина x висота	2350x785x915

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зубофрезерувальний напівавтомат для циліндричних коліс
моделі 53A50

Максимальний діаметр оброблюваної деталі, мм	500
Найбільший модуль	8
Частота обертання шпинделя інструмента, об/хв.	40-405
Кут нахилу зубів	$\pm 60^\circ$
Найбільший діаметр фрез, мм	200
Потужність електродвигуна головного руху, кВт	10

Верстати моделі 5Б63 призначені для фрезерування в центрах коротких зовнішніх і внутрішніх циліндричних різьб на виробах в умовах багатосерійного і масового виробництва.

Технічна характеристика різьбофрезерувального верстата
моделі 5Б63

Клас точності	Н
Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм	450
Діаметр нарізування різьби, мм	80
Довжина деталі, мм	400
Мінімальна частота обертання шпинделя, об/хв	160
Максимальний частота обертання шпинделя, об/хв.	2500
Потужність електродвигуна, кВт	3
Розміри верстата (довжина x ширина x висота), мм	1850x1180x1520
Маса верстата з виносним обладнанням, кг	2585

Верстати моделі 6Т13 призначені для виконання різноманітних фрезерувальних, свердлильних і розточувальних робіт при обробці деталей будь-якої форми із сталі, чавуну, кольорових металів, їхніх сплавів та інших матеріалів.

Технічна характеристика верстата моделі 6Т13

Розміри робочої поверхні столу, мм	320x1250
------------------------------------	----------

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Переміщення столу, мм

- поздовжнє	800
- поперекове	320
- вертикальне	420

Кут повороту шпindelної головки в поздовжній площині, град.

±45

Найменша та найбільша відстань від осі шпинделя до столу, мм

50...370

Найбільший кут повороту столу, град.

45

Частота обертання основного шпинделя, об/хв.

31,5...1600

Конус основного шпинделя

50

Подача столу, мм/хв.

- поздовжня	12,5...1600
- поперекова	12,5...1600
- вертикальна	4,1...430

Швидкий хід, мм/хв.:

- поздовжній	4000
- поперековий	4000
- вертикальний	1330

Потужність основного шпинделя, кВт

7,5

Габаритні розміри верстата, мм:

2280x1965x2265

Маса верстата, кг

3250

Верстати моделі 3Б153 призначені для одночасного врізного шліфування циліндричних поверхонь і торця буртика до жорсткого упору в умовах серійного виробництва.

Технічна характеристика верстата моделі 3Б153

Найбільший діаметр оброблюваної деталі, мм

200

Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм

500

Точність

П

Заміна

3Т153Е

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність електродвигуна головного привода, кВт	5,5
Габарити верстата, мм:	
Довжина x ширина x висота	2660x1920x1950
Маса, кг	2500
Маса верстата, кг	4500

2.6. Вибір ріжучого інструменту

В умовах серійного виробництва застосовуємо стандартні універсально-складальні і універсально-спеціалізовані налагоджувальні пристосування багатократного застосування з швидкодіючим затиском заготовки і механізованим приводом, що забезпечують необхідну точність обробки деталі, що дозволяє досягати найбільшої продуктивності, економічності і безпеки в роботі.

Вибір ріжучого інструменту здійснювався з урахуванням характеру виробництва, методу обробки, типу верстата, розмірів, конфігурації і матеріалу оброблюваної заготовки, необхідних якості поверхні і точності обробки.

Залежно від виду обробки в проектованому технологічному процесі застосовано стандартний ріжучий інструмент:

- для чорнової і чистової обробки зовнішніх циліндричних поверхонь – токарні прохідні відігнуті з пластинками з твердого сплаву. Конструкція і розміри за ГОСТ 18870-93. Матеріал ріжучої частини для чорнової обробки ВК8 та ВК6, для чистової – ВК3 та ВК3М;
- для чорнової і чистової обробки торцевих поверхонь – токарний підрізний відігнутий різець з пластинами з твердого сплаву з матеріалом ріжучої частини ВК8 Конструкція і розміри за ГОСТ 18882-93;
- для виконання зубофрезерувальної операції – фреза черв'ячна спеціальна з матеріалом ріжучої частини ВК68, яка має підвищену

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

міцність і призначена для обробки конструкційних матеріалів в умовах динамічних навантажень;

2.7. Вибір вимірювального інструменту

Засоби вимірювань засоби вибирають з урахуванням метрологічних, експлуатаційних і економічних показників. До основних метрологічних показників відносяться ціна ділення шкали, діапазон показників, діапазон вимірювань, похибки засобу вимірювання, що припускається, і вимірювального зусилля.

Ціна ділення шкали – різниця значень величин, відповідних двом сусіднім відміткам шкали.

Діапазон показників – область значень шкали, обмежена її початковими і кінцевими значеннями.

Діапазон вимірювань – область значень вимірюваної величини, в межах якої нормовані допустимі похибки засобів вимірювань

Межа вимірювань – найменше і найбільше значення діапазону вимірювань.

Допустима похибка засобів вимірювання – найбільша похибка, при якій вимірювальний пристрій може бути допущений до застосування. При виборі засобів вимірювань потрібно прагнути, щоб похибка вимірювань була незначною в порівнянні з допуском вимірюваного параметра виробу.

Похибка вимірювань – відхилення результату вимірювання від дійсного значення.

В технологічному процесі застосовуються:

- штангенциркулі: ШЦ-I-125-0,1; ШЦ-II-250-0,1; ШЦ-III-400-0,05 ГОСТ 166-89;

- штангензубомір ШЗ-18-0,05 ГОСТ 163-89;

- калібр-пробки ГОСТ 24962-91;

- скоби ГОСТ 218362-98;

- шаблони кутові для контролю фасок в отворах;

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- шорсткість поверхонь контролюється при допомозі зразків шорсткості ГОСТ 2378-85; параметри шліців.

2.8. Розрахунок режимів різання

Розраховуємо режими різання при свердлінні. Діаметр оброблюваного отвору – 6,3 мм; матеріал оброблюваної заготовки – сталь 15ХГН2ТА; матеріал ріжучого інструменту – Р6М5.

Приймаємо подачу свердла рівній 0,2 мм/об; стійкість свердла – 25 хв.

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q \cdot K}{T^m \cdot S^y},$$

де C_v - коефіцієнт, що враховує умови обробки, $C_v = 7$;

$$D = 6,3$$

T – середній період стійкості різця, $T = 25$ хв.;

S – подача, $S = 0,2$ мм/об.;

m, q, y – показники ступеня у формулі,

$$m = 0,20; y = 0,7; q = 0,4;$$

K – поправочний коефіцієнт, що враховує умови обробки.

$$K = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_1,$$

де K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив оброблюваного матеріалу на швидкість різання

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

K_r – коефіцієнт, що враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1,0$;

σ_v – межа витривалості, $\sigma_v = 950$ МПа;

$$n = 0,9;$$

$$\text{тоді, } K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{570} \right)^{0,9} = 1,28;$$

K_{nv} – коефіцієнт, що враховує вплив стану поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{nv} = 1,0$;

$$\text{Тоді, } K_v = 0,66 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,66.$$

Підставляючи значення у формулу, отримаємо:

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						36
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{7 \cdot 23^{0,4} \cdot 1,28}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} = 22 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя:

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{22 \cdot 1000}{3,14 \cdot 23} = 304 \text{ хв.}^{-1}.$$

Приймаємо частоту обертання шпинделя рівною 250 хв.⁻¹ По прийнятій частоті обертання уточнюємо швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 23 \cdot 275}{1000} = 18 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

Знаходимо величину моменту, що крутить, і осьової сили при свердлінні.

Момент, що крутить:

$$M = 10 C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p.$$

Осьова сила:

$$P = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p,$$

де $C_M = 0,0345$ і $C_p = 68$ - константи;

$D = 23\text{мм}$ – діаметр свердління;

s – подача, $s = 0,2$ мм/об.;

$n = 0,75$ – показник ступеня у формулі;

Коефіцієнт K_p рівний:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma}{750} \right)^n = \left(\frac{570}{750} \right)^{0,75} = 0,814;$$

де σ_b – межа витривалості, $\sigma_b = 950$ МПа;

y і q – показники ступеня. Для визначення моменту $y = 0,8$ $q = 2$, що крутить; для визначення осьової сили $y = 0,7$, $q = 1$.

Тоді,

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 23^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,814 = 41 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$P = 10 \cdot 68 \cdot 23^{0,7} \cdot 0,2^1 \cdot 0,814 = 4126 \text{ Н}.$$

Знаходимо потужність різання за формулою:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750},$$

де $n = 275$ про/мін – частота обертання шпинделя.

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Адк.
						37
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{41 \cdot 275}{9750} = 1,16 \text{ кВт.}$$

Розрахункові режими різання

Таблиця 2.7

Операція	№ переходу	t, мм	S, мм/об.	n, хв. ⁻¹	V, м/хв.
1	2	3	4	5	6
010	Перехід 1	2,2	0,6	160	66,3
	Перехід 2	2,7	0,4	250	70,9
015	Перехід 1	1,5	0,4	800	75,4
020	Перехід 1	1,8	0,6	800	75,4
025	Перехід 1	1,5	0,4	800	75,4
030	Перехід 1	1,8	0,6	800	75,4
035	Перехід 1	12,5	0,3	500	39,27
040	Перехід 1	3,35	0,05	180	22
	Перехід 2	3,35	0,05	180	22
055	Перехід 1	5,5	0,92	2 00	50,2
060	Перехід 1	5,5	0,92	200	50,2
065	Перехід 1	5,5	0,92	200	50,2
070	Перехід 1	0,75	0,05	160	40,2
075	Перехід 1	0,75	0,05	160	40,2
080	Перехід 1	3	250	1600	50,3
	Перехід 2	3	250	1600	50,3
085	Перехід 1	4	250	1250	63
090	Перехід 1	0,11	0,1	1000	30

2.9. Технічне нормування

На підставі розроблених технологічних процесів виготовлення деталі і розрахованих режимів різання, виконуємо технічне нормування операцій.

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для прикладуведемо нормування фрезерувально-центрувальної операції. Основний час на цій операції складає 0,56 хв.

Штучний час операції розраховується за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{обс}} + T_{\text{відп}},$$

де T_o – основний час, що витрачається безпосередньо на обробку деталі, хв.;

T_d – допоміжний час, хв.

$T_{\text{обс}}$ – час на обслуговування робочого місця (визначається у відсотках від оперативного часу), хв.;

$T_{\text{відп}}$ – час на відпочинок і особисті потреби, визначається у відсотках від оперативного часу, хв.;

Допоміжний час складається:

$$T_d = T_{\text{уст}} + T_{\text{кер}} + T_{\text{вим}} + T_{\text{інд}},$$

де $T_{\text{уст}}$ – норма часу, яка пов'язана з установкою та зняттям деталі, хв.;

$T_{\text{кер}}$ – час на керування верстатом, хв.;

$T_{\text{вим}}$ – час, пов'язаний з виконанням вимірювань, хв.;

$T_{\text{інд}}$ – час індикації верстата, хв.

Для даного випадку вищезгадані величини будуть рівні:

$T_{\text{уст}} = 0,1$ хв.; $T_{\text{кер}} = 0,07$ хв.; $T_{\text{вим}} = 0$ (оскільки на цій операції не виконується вимірювання оброблених параметрів деталі), $T_{\text{інд}} = 0,05$ хв.

Тоді, допоміжний час дорівнюватиме $T_d = 0,22$ хв.

Сума основного і допоміжного часу називається оперативним часом – $T_{\text{оп}}$ для цієї операції дорівнює 0,78 хв.

Час на обслуговування визначається таким чином:

$$T_{\text{обсл}} = T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}},$$

де $T_{\text{тех}}$ – час на технічне обслуговування; для цього типу верстатів $T_{\text{тех}} = 0,01$ хв.

$T_{\text{орг}}$ – час на організаційне обслуговування, визначається залежно від оперативного часу операції; $T_{\text{орг}} = 0,017 \cdot T_{\text{оп}} = 0,017 \cdot 0,78 = 0,013$ хв.

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час на відпочинок так само визначаємо як частину від оперативного часу операції.

$$\text{Тоді, } T_{\text{відп}} = 0,08 \cdot T_{\text{оп}} = 0,08 \cdot 0,78 = 0,062 \text{ хв.}$$

Підсумовуючи усі складові, визначаємо штучний час операції:

$$T_{\text{шт}} = 0,78 + 0,01 + 0,013 + 0,062 = 0,867 \text{ хв.}$$

Аналогічно виконуємо нормування на інші операції обробки деталі, які приведені нижче в табл.2.8.

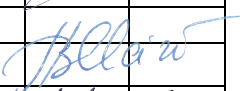
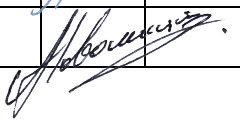
Нормування операцій обробки валу

Таблиця 2.8

Найменування операції	Основний час T_o , хв.	Допоміжний час T_d , хв.				Оперативний час $T_{оп}$, хв.	Час обслуговування, хв.		Час на відпочинок, хв.	Штучний час, хв.
		$T_{уст}$	$T_{кер}$	$T_{вим}$	$T_{інд}$		$T_{тех}$	$T_{орг}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
010 фрезерувально-центрувальна	0,56	0,1	0,07	-	0,05	0,78	0,01	0,013	0,062	0,0867
015 токарно-гідрокопіювальна	1,56	0,18	0,07	-	-	1,81	0,03	0,031	0,145	2,017
020 токарно-гідрокопіювальна	0,91	0,18	0,07	-	-	1,16	0,02	0,02	0,093	1,291
025 токарно-гідрокопіювальна	4,17	0,18	0,07	0,11	-	4,53	0,08	0,077	0,362	5,053
030 токарно-гідрокопіювальна	1,99	0,18	0,07	0,11	-	2,35	0,04	0,04	0,188	2,618
035 свердлиль на з ЧПК	0,11	0,18	0,07	-	-	0,36	0,0	0,006	0,029	0,397
040 вертикально-свердлильна	7,13	0,18	0,07	-	-	7,30	0,14	0,124	0,584	8,151
055 шліцефрезерувальна	5,13	0,18	0,07	0,09	-	5,41	0,13	0,093	0,438	6,129
060 шліцефрезерувальна	5,5	0,18	0,07	0,09	-	5,84	0,14	0,099	0,467	6,544
065 шліцефрезерувальна	0,55	0,18	0,07	0,09	-	0,89	0,01	0,015	0,071	0,990
070 різьбофрезерувальна	4,68	0,18	0,07	0,12	-	5,05	0,12	0,086	0,404	5,657
-										

Продовж.табл.2.8										
075 різьбо- фрезерувальна	0,7	0,18	0,07	-	-	0,95	0,02	0,016	0,076	1,060
080 верти- кально-фрезе- рувальна	3,06	0,18	0,07	0,23	-	3,54	0,08	0,060	0,238	3,960
085 верти- кально-фрезе- рувальна	2,65	0,18	0,07	0,23	-	3,13	0,07	0,053	0,250	3,500
090 шліцефре- зерувальна	3,06	0,18	0,07	0,23	-	3,54	0,08	0,050	0,283	3,949

					4261.03.КРБ.04.02.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4261.03.КРБ.04.03.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив		Качорак О.О.			Конструкторська частина			Літ		Арк.	Аркушів	
Перевірів		Галинкін ЮМ						К	Р	Б	41	6
Консул.								НУК				
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок пристосування для фрезерування

Опис верстатного пристосування

Пристосування призначене для фрезерування паза на валу. Робітник кладе заготовку на призми 1 і поворотом рукоятки розподільного крану 2 впускає олію в поршневу порожнину 3. Рухливий центр 4 переміщується і притискає заготовку до нерухомого центру 5. В результаті заготівка затискається за допомогою центрів. При базуванні заготівка втрачає п'ять ступенів свободи. Далі виконується обробка валу. Після завершення обробки олія поступає в штокову порожнину 6 і відбувається розтискання заготовки. Далі цикл повторюється.

Розрахунок точності установки деталі в пристосуванні

Похибку установки деталі в пристосуванні обчислюють з урахуванням похибок базування, закріплення і зносу, виготовлення опорних елементів пристосування.

Оскільки, вказані вище похибки і випадковими величинами, то

$$\Delta \varepsilon_y = \sqrt{(\Delta \varepsilon_6)^2 + (\Delta \varepsilon_3)^2 + (\Delta \varepsilon_{\text{пр}})^2},$$

де $\Delta \varepsilon_6$ – похибка базування, мм;

$\Delta \varepsilon_3$ – похибка закріплення, мм;

$\Delta \varepsilon_{\text{пр}}$ – похибка виготовлення і зносу опорних елементів пристосування, мм.

Але сумарна похибка при виконанні будь-якої операції механічної обробки складається з похибок: установки деталі, налагодження верстата і похибки обробки, що виникає в процесі виготовлення деталі.

Похибка налагодження верстата виникає при установці ріжучого інструмента на розмір, а так само через неточності копирів і упорів. Цю похибку можна звести до мінімуму шляхом вивірювання інструменту і копирів. Приймаємо $\Delta_n = 0,03$ мм.

					4261.03.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка обробки - $\Delta_{обр}$, виникає в процесі обробки деталі на верстаті і пояснюється:

- геометричною неточністю верстата;
- деформацією технологічної системи СУІД під дією сил різання;
- температурними деформаціями.

Для отримання годних деталей сумарна похибка при обробці деталі на верстаті повинна бути менше допуску δ на заданий розмір деталі.

$$\Delta_{\epsilon_y} + \Delta_n + \Delta_{обр} \leq \delta;$$

$$\Delta_{\epsilon_y} = 0,08 [4, \text{с.42}];$$

$$\Delta_n = 0,03 [4, \text{с.42}];$$

$$\Delta_{обр} = 0,1 [4, \text{с.42}].$$

$$0,08 + 0,03 + 0,1 < 0,3.$$

Умова виконується, отже сконструйоване пристосування забезпечить задану точність обробки.

3.2. Розрахунок черв'ячної фрези

Розрахуємо параметри черв'ячної модульної фрези для нарізування зубчастих коліс з модулем 3,5 мм. Кут зачеплення 3° , висота головки зуба $h_1 = 2,5$ мм, висота ніжки зуба $h_2 = 1,7$ мм, товщина зуба по дузі ділильного кола $S_d = 6,364$ мм, число заходів фрези $n = 1$.

Визначаємо величину кроку по нормалі за формулою [7]:

$$t_n = m \cdot n,$$

де $m = 3,58$ мм – модуль фрези;

$n = 1$ – число заходів фрези;

$$t_n = 3,14159 \cdot 3,5 \cdot 1 = 9,996 \text{ мм.}$$

Визначаємо товщину зуба в нормальному перерізі на ділильній прямій:

$$S_n = t_n - S_d;$$

$$\text{де } S_n = 9,996 - 6,364 = 3,632 \text{ мм.}$$

Встановлюємо висоту головки зуба фрези:

$$h_{1\phi} = h_2 = 1,7 \text{ мм,}$$

					4261.03.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

де $h_2 = 1,7$ мм – висота ніжки зуба.

Висоту ніжки зуба фрези визначаємо за формулою:

$$h_{2\phi} = h_1 + C,$$

де $h_1 = 2,5$ мм – висота головки зуба;

$C = 0,25 \cdot m$ - величина необхідного проміжку між зовнішнім діаметром колеса і внутрішнім діаметром профілю фрези.

$$h_{2\phi} = 2,5 + 0,25 \cdot 3,5 = 3,375 \text{ мм.}$$

Приймаємо 3,5 мм.

Визначаємо висоту зуба фрези за формулою:

$$h_{\text{и}} = h_{1\phi} + h_{2\phi},$$

$$h_{\text{и}} = 1,7 + 3,4 = 5,2 \text{ мм.}$$

Радіус закруглення головки зуба фрези визначається за формулою:

$$r_1 = c / (1 - \sin \gamma)$$

Радіус закруглення ніжки фрези:

$$r_2 = 0,25 \cdot m;$$

$$R_2 = 0,25 \cdot 3,5 = 0,875.$$

Приймаємо $R_2 = 0,8$ мм.

Знаходимо товщину зуба на вершині фрези:

$$S_a = S_n - 2 \cdot h_{1\phi} \cdot \text{tg} \gamma,$$

$$S_a = 3,632 - 2 \cdot 1,7 \cdot \text{tg} 3^\circ \gamma = 1,67 \text{ мм.}$$

Визначаємо ширину западини між зубами фрези:

$$S_{\text{вп}} = t_n - (S_n + 2h \cdot \text{tg} 3)$$

$$S_{\text{вп}} = 9,966 - (3,632 + 2 \cdot 3,4 \cdot \text{tg} 3) = 2,408 \text{ мм.}$$

Визначаємо елементи ріжучої частини фрези. Передній кут приймаємо величину заднього кута при вершині зубів фрези $\alpha = 10$.

Величина заднього кута на бічних сторонах профілю фрези:

$$\text{tg } \alpha\delta = \text{tg } \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$\text{tg } \alpha\delta = \text{tg } 10^\circ \cdot \sin 20^\circ = 0,06$$

$$\alpha\delta = 30^\circ 27' 4''$$

Визначаємо число зубів фрези:

					4261.03.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$z = \frac{200}{D_e} + (6 \dots 7) = \frac{200}{75} 6 \dots 7 = 9 \dots 10.$$

Приймаємо число зубів фрези рівним 10.

Величина першого затилювання:

$$K = \frac{\pi \cdot D_e}{z} \operatorname{tg} \alpha_B = \frac{\pi \cdot 75}{10} \cdot \operatorname{tg} 10^\circ = 4,15 \text{ мм.}$$

Приймаємо $K = 4$ мм.

Величина другого затилювання:

$$K_1 = (1,2 \dots 1,5)K = (1,2 \dots 1,5)4 = 4,8 \dots 6 \text{ мм.}$$

Приймаємо $K_1 = 5$ мм.

Глибина стружкової канавки:

$$H = h_{\text{и}} + \frac{K+K_1}{2} + 1 = 5,2 + \frac{4+6}{2} + 1 = 11,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо $H = 11$ мм.

Радіус закруглення стружкової канавки:

$$r_2 = \frac{\pi \cdot (D_e - 2H)}{10z} = \frac{\pi \cdot (75 - 2 \cdot 11)}{10 \cdot 10} \approx 1,6 \text{ мм.}$$

Кут профілю канавки приймаємо 220.

Визначаємо довжину фрези:

$$L = 2h_{\text{и}}' \operatorname{ctg} \alpha + 2C_1,$$

де $C_1 = 3$ мм – довжина бортика;

$X = 4,5$ мм при модулі 2,5-4,5 мм.

Тоді:

$$L = 2 \cdot 5,2 \cdot \operatorname{ctg} 30^\circ + 4,5 \cdot 9,966 + 2 \cdot 3 = 69 \text{ мм.}$$

Оскільки за ГОСТ 9324-80 довжина фрези для модуля 3,5 мм дорівнює 70 мм, то ми так само приймаємо довжину фрези 70 мм.

Довжина шліфованої частини отвору:

$$l = (0,2 \dots 0,3) \cdot L = (0,2 \dots 0,3) \cdot 70 = 14 \dots 21 \text{ мм.}$$

Приймаємо довжину шліфованої частини отвору 18 мм.

Величина середнього діаметру фрези:

$$D_t = D_e - 2h' - 0,5K = 75 - 2 \cdot 1,7 - 0,5 \cdot 5 = 69,1 \text{ мм.}$$

Кут нахилу гвинтової лінії черв'ячної нарізки:

					4261.03.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$\sin \omega = \frac{m}{D_1} = \frac{3,5}{69,1} = 0,050651;$$

$$\omega = 20^{\circ}54'12''.$$

Крок гвинтової лінії:

$$T = \pi D_t \operatorname{ctg} \omega = \pi 69,1 \operatorname{ctg} 20^{\circ}54'12'' = 4280 \text{ мм.}$$

Крок витків по осі:

$$t_o = t_n / \cos \omega = 9,966 / \cos 20^{\circ}54'12'' = 9,979 \text{ мм.}$$

Кути для лівої і правої сторони (приймаємо, що фреза права)

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{пр}} = \operatorname{ctg} \alpha' - \frac{K_z}{T};$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{лев}} = \operatorname{ctg} \alpha' + \frac{K_z}{T},$$

$$\operatorname{ctg} \alpha' = \operatorname{ctg} \alpha \cos \omega = \operatorname{ctg} 300 \cos 20^{\circ}54'12'' = 1,72983.$$

$$\alpha' = 30^{\circ}01'55''.$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{пр}} = \operatorname{ctg} \alpha' - \frac{5 \cdot 10}{4280} = 1,71814;$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_{\text{лев}} = \operatorname{ctg} \alpha' + \frac{5 \cdot 10}{4280} = 1,74151;$$

$$\alpha_{\text{пр}} = 30^{\circ}12'1'';$$

$$\alpha_{\text{лев}} = 29^{\circ}51'54''.$$

Кут нахилу витків в осьовому перерізі:

$$\operatorname{ctg} \mu = \frac{K_z}{T} = \frac{5 \cdot 10}{4280} = 0,011682;$$

$$\mu = 0^{\circ}40'9''.$$

3.3. Опис вимірювального інструменту

Гладкі калібри для контролю валів виконуються у вигляді скоб, причому скоби можуть бути нерегульованими (рис.3.1,а,б) і регульованими (рис.3.1,в). Якщо калібр-скоба ПР не проходить по валу, то брак поправний, а якщо калібр-скоба НЕ проходить по валу, то він вважається остаточно бракованим.

Калібр-скоби бувають односторонніми (рис.3.1,а,в) і двосторонніми (рис.3.1,б). Регульовані скоби зі вставками або пересувними губками (рис.3.1,в) дозволяють компенсувати знос і можуть налаштовуватися на різні розміри, проте вони мають менші в порівнянні з нерегульованими скобами

					4261.03.КРБ.04.03.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

точність і надійність і, як правило, застосовуються для контролю розмірів з допусками не точніше 8-го квалітету точності.

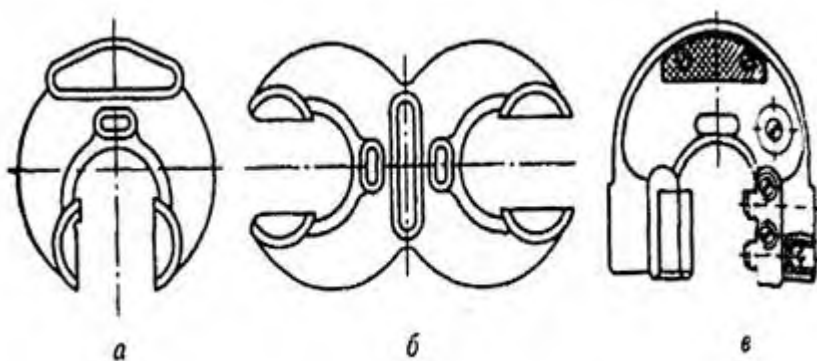
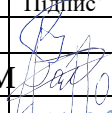
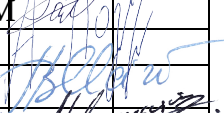
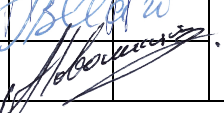


Рис.3.1. Калібр-скоба

					4261.03.КРБ.04.03.ПЗ	Адк.
						48
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ							
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці та навколишнього середовища			Літ		Арк.	Аркушів	
Розробив		Качорак О.О.						К	Р	Б	49	9
Перевірив		Галинкін ЮМ						НУК				
Консул.		Познанський АС										
Н.контр.		Боду С.Ж.										
Затвердив		Ткач М.Р.										

4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вступ

Охорона праці - система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці («Закон України про охорону праці»).

Під умовами праці розуміється сукупність факторів виробничого середовища, які роблять вплив на здоров'я і працездатність людини в процесі праці. Поліпшення умов праці сприяє росту престижу професії, зниженню плинності кадрів, підвищенню трудової дисципліни, а головне зниженню витрат від захворюваності і травматизму, що також має велике соціально-економічне значення.

Дана система містить у собі:

- аналіз шкідливих факторів і небезпек, що діють на людину;
- розробка заходів щодо усунення несприятливих впливів на людину і створенню нормальних умов праці.

У комплекс заходів для охорони праці входять:

- заходи щодо техніки безпеки;
- комплекс організаційно-технічних заходів, що запобігають впливу на людину шкідливих і небезпечних виробничих факторів;
- забезпечення пожежної і вибухової безпеки;
- система організаційно-технічних засобів, спрямованих на профілактику, сигналізацію і запобігання пожеж.

Знову споруджені промислові підприємства повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.004-88. ССБТ. «Пожежна безпека».

4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на виробничий персонал дільниці

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виготовленні деталей на проектованій дільниці механічної обробки може виникнути ряд небезпечних і шкідливих факторів, що у загальному випадку можна розділити на три групи:

- фізичні;
- хімічні;
- психофізичні.

Розглянемо, які фізичні фактори є на дільниці.

1.Елементи устаткування, що рухаються: ріжучий інструмент, оброблювана деталь, планшайба, робочі столи верстатів тощо. Особлива небезпека полягає в тому, що при недотриманні правил установки деталі або ріжучого інструмента, їхнього закріплення, а також, при перевищенні встановлених режимів різання можливий зрив оброблюваної деталі, захоплення одягу або волосся працюючого, частинами устаткування, які рухаються.

2.Стружка, що утворюється при обробці металів різанням. Вона становить небезпеку, тому що може потрапити в зону різання і травмувати працюючого. А висока температура стружки здатна при зіткненні з тілом працюючого викликати опік.

3.Електроустаткування. Становить небезпеку поразки електричним струмом при порушенні техніки безпеки або у випадку аварії. Небезпека поразок електричним струмом залежить від ряду факторів: напруга в мережі, схема мережі, ступінь ізоляції струмоводної частини, заземлення та ін.

4.Недостатність і нерівномірність висвітлення робочої зони. Це може привести до порушення зору, перестомлюваності організму, виникненню надмірного роздратування, послабленню уваги і погіршенню координації рухів. У той же час яскраве висвітлення також впливає на організм працюючих. Перевищення яскравості висвітлення може привести до тимчасового осліплення, різі в очах тощо. Від висвітлення робочої зони значно залежать продуктивність праці і якість продукції, що випускається,

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
						51
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тому нормування висвітлення робочих місць має важливе значення для виробництва. Освітленість призначається відповідно до діючих норм ДБН В. 2.2-9-99.

5.Вібрації машин і устаткування. При впливі вібрації погіршується самопочуття працюючих і знижується продуктивність праці, і часто приводить до важкого професійного захворювання – віброзахворювання. Тому питанням боротьби з вібрацією надається величезне значення.

6.Наявність шуму. Шум на виробництві завдає великої шкоди, погано впливаючи на організм людини. Стомлення робітників і операторів через сильний шум збільшує число помилок при роботі, сприяє виникненню травм. Тому боротьба із шумом є важливою задачею

До хіміконебезпечних і шкідливих факторів відноситься наявність у повітрі робочої зони газів, парів аерозолів, пилу, присутність теплоти і вологи. Шкідливі речовини проникають в організм людини головним чином через дихальні шляхи, а також через шкіру та з їжею. Ці речовини, добре розчиняючись в біологічних середовищах, здатні вступати з ними у взаємодію, викликаючи порушення нормальної життєдіяльності людини. В результаті їхньої дії у людини виникає хворобливий стан – отруєння, небезпека якого залежить від тривалості впливу, концентрації і виду речовини. Тому очищення повітря підприємства повинне здійснюватися комплексно, одночасно із рішенням основних питань виробництва.

На психіку людини впливають практично всі вище перелічені небезпечні і шкідливі фактори, тому що всі вони створюють незручності і дискомфорт праці.

4.2.Запобігання впливу небезпечних шумових факторів на виробничий персонал дільниці

Питання боротьби із шумом у даний час має велике значення у всіх галузях народного господарства, особлива увага приділяється наявності шуму в машинобудуванні, транспорті, в енергетиці.

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум завдає великої шкоди, шкідливо впливає на організм людини, і знижує тим самим продуктивність праці.

В даний час для боротьби із шумом застосовуються наступні методи:

- зниження шуму в джерелі його виникнення;
- зміни напрямку випромінювання шуму;
- раціональне планування підприємств і цехів;
- акустична обробка приміщень;
- зменшення шуму на шляху його поширення;
- засоби індивідуального захисту від шуму.

Зменшення шуму в джерелі його виникнення

Боротьба із шумом за допомогою зменшення його в джерелі є найбільш раціональною. Шум виникає внаслідок пружних коливань як машини в цілому, так і окремих її деталей. Причини виникнення цих коливань – механічні, аеродинамічні, гідродинамічні й електричні явища, які зумовлені конструкцією і характером роботи машини, а також неточностями, які виникли при її виготовленні, а також умовами експлуатації.

Фактори, що викликають шуми механічного походження: інерційні, які виникають через рух деталей механізму з перемінними прискореннями; зіткнення деталей у з'єднаннях, внаслідок неминучих зазорів; тертя в з'єднаннях деталей механізмів; ударні процеси (кування, штампування) та ін.

Основними джерелами шуму, походження якого не зв'язано безпосередньо з технічними операціями, котрі виконує машина, є насамперед підшипники кочення і зубчасті передачі, а також неврівноважені обертові частини машини.

Для зменшення механічного шуму необхідно:

- замінювати ударні процеси ненаголошеними, застосовувати устаткування з гідпроприводом замість устаткування з кривошипними і ексцентриковими приводами: штампування – пресуванням, клепання – зварюванням, обрубку – різанням і так далі;

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
						53
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- заміняти зворотно-поступальні рухи деталей рівномірним поступальним рухом;
- застосовувати замість прямозубих шестерень – косозубі і шевронні, а також підвищувати клас точності обробки і зменшувати шорсткість поверхні шестерень;
- по можливості заміняти зубчасті та ланцюгові передачі клиноремінними і зубчасто-ремінними;
- заміняти, коли це можливо, підшипники кочення на підшипники ковзання;
- за можливості заміняти металеві деталі деталями з пластмаси та інших незвучних матеріалів;
- використовувати пластмаси при виготовленні деталей корпусів;
- при виборі металу для виготовлення необхідно враховувати, що внутрішнє тертя в різних металах неоднакове, а отже, різна звучність;
- більш широко застосовувати примусове змазування тертьових поверхонь у з'єднаннях;
- застосовувати балансування обертових елементів машин;
- використовувати прокладної матеріали і пружні вставки в з'єднаннях.

Аеродинамічні шуми є головною складовою шуму вентиляторів, повітродувок, компресорів, газових турбін, випусків пари і повітря в атмосферу, двигунів внутрішнього згоряння та ін.

До джерел аеродинамічного шуму відносяться: вихрові процеси в потоці робочого середовища; коливання середовища, які викликані обертанням лопаток коліс; пульсація тиску робочого середовища; коливання середовища, котрі викликані неоднорідністю потоку, що надходить на лопатки коліс.

У більшості випадків заходи для послаблення аеродинамічних шумів у джерелі їхнього виникнення виявляються недостатніми, тому додаткове, а часто й основне зниження шуму досягається за рахунок звукоізоляції джерела й установки глушителів.

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
						54
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідродинамічні шуми виникають унаслідок стаціонарних і нестаціонарних процесів у рідинах (кавітації, турбулентності потоку, гідравлічних ударів).

Міри боротьби з кавітаційним шумом – це поліпшення гідродинамічних характеристик насосів і вибір оптимальних режимів їхньої роботи. Для боротьби із шумом, що виникає при гідравлічних ударах, необхідно правильно проектувати й експлуатувати гідросистеми.

Шуми електромагнітного походження виникають в електричних машинах і устаткуванні. Причиною цих шумів є головним чином взаємодія феромагнітних мас під впливом перемінних у часі і просторі магнітних полів, а також моторні сили, викликувані взаємодією магнітних полів, які створюються струмами.

Зниження електромагнітного шуму здійснюється шляхом конструктивних змін в електричних машинах.

Зміна спрямованості випромінювання шуму

При проектуванні установок зі спрямованим випромінюванням необхідно враховувати орієнтацію цих установок до робочих місць, наприклад, труба для збору стиснутого повітря, отвір повітрозаборної шахти вентиляційної або компресорної установки повинні розташуватися так, щоб максимум випромінюваного шуму був спрямований у протилежну сторону від робочого місця або житлового будинку.

Раціональне планування підприємств і цехів

Шум на робочому місці може бути зменшений збільшенням площі, що досягається збільшенням відстані від джерела шуму до розрахункової крапки.

При плануванні підприємства найбільш гучні цехи повинні бути сконцентровані в одному – двох місцях. Відстань між гучними цехами і тихими приміщеннями (заводоуправління, конструкторське бюро тощо) повинне забезпечувати необхідне зниження шуму. Якщо підприємство знаходиться в межах міста, то гучні цехи повинні знаходитися в глибині підприємства, за можливістю далі від житлових будинків.

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усередині будинку тихі приміщення необхідно розташувати удалині від гучних так, щоб їх розділяло кілька інших приміщень або огороження з гарною ізоляцією.

Акустична обробка приміщень

Інтенсивність шуму залежить не тільки від прямого, але і від відбитого звуку. Тому якщо немає можливості зменшити прямий звук, то для зниження шуму потрібно зменшити енергію відбитих хвиль. Цього можна досягти, збільшивши еквівалентну площу звукопоглинання приміщення шляхом розміщення на його внутрішніх поверхнях звуковбирних облицювань, а також установки в приміщеннях штучних звукопоглинателей.

Зменшення шуму на шляху його поширення

Цей метод застосовується тоді, коли розглянутими вище методами неможливо або недоцільно досягти необхідного зниження шуму.

Найбільш ефективного зниження шуму можна досягти шляхом установки звукоізолюючих перешкод у виді стінок, перегородок, кожухів, кабін, відгородження та ін. Сутність звукоізоляції огороження полягає в тому, що звукова енергія, яка попадає на нього, відбиває в набагато більшій мірі, чим проникає за огороження. Звукоізолюючими кожухами закривають найбільш гучні машини і механізми, локалізуючи при цьому джерело шуму. Для захисту працюючого від безпосереднього впливу шуму використовують екрани, встановлені між джерелом шуму і місцем робітника.

Глушители шуму використовують в основному для зменшення шуму в різних аеродинамічних установках і пристроях.

Засоби індивідуального захисту від шуму

Засобами індивідуального захисту є основні міри, що запобігають професійним захворюванням. До них відносяться вкладиші, навушники і шоломи.

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Охорона навколишнього середовища

Навколишнє середовище – це фізичне середовище мешкання людини, рослинного, тваринного світу і мікроорганізмів. Вона містить у собі натуральну природу і продукти антропогенної діяльності, яка все більше впливає на біосферу Землі.

Придбаним аспектом господарської діяльності є створення таких умов для використання природного фонду, що забезпечували б повноцінне існування і розвиток сучасного суспільства.

Тому охорона навколишнього середовища і раціональне використання природних ресурсів – об'єктивна необхідність, яка впливає із соціально-економічних умов розвитку суспільства.

Вся організація справи охорони навколишнього природного середовища охоплює комплекс заходів, спрямованих на боротьбу проти забруднення, засмічення і псування земної поверхні, гідросфери й атмосфери, проти шумів, вібрацій, випромінювань, які завдають шкоди здоров'ю людей.

Машинобудівне виробництво впливає на навколишнє середовище практично на всіх етапах виготовлення деталей і машин.

На етапі заготівельного виробництва, при штампуванні заготовок, утворюється ряд шкідливих хімічних сполук, зв'язаних з окислюванням матеріалу.

На етапі механічної обробки деталі також утворюється ряд факторів, які впливають на навколишнє середовище:

- різні змащувально-охолоджувальні рідини, емульсії і продукти їхнього розкладання, що забруднюють стічні води і навколишнє повітря;
- механічне забруднення повітря частками матеріалу деталі, а також продуктами їхнього окислювання;
- шкідливий вплив таких факторів, як шум, вібрації та ін.

На етапі термообробки, слюсарно і дробоструменевої операцій утворюються шкідливі хімічні речовини, що забруднюють повітря, стічні води, земельні ресурси.

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
						57
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цілому, сучасні машинобудівні підприємства роблять свій негативний вплив на навколишнє середовище по площі не менш, ніж у шість разів перевищуючу площу самого підприємства.

На етапі штампування не можна координатно змінити картину існуючих процесів, тому що це самий економічний спосіб одержання для виробництва заготовок із хромованої сталі. Але можна і потрібно вивчити систему вентиляції виробничого приміщення й установити сучасні очисні системи і фільтри на повітровиводи і колектори стічних вод.

Для цього при механічній обробці з продуктами виділення і власне з відпрацьованими змащувально-охолоджувальними рідинами й іншими технологічними середовищами застосовують кілька різних методів зменшення забруднення довкілля:

1.Зміна режимів різання і застосування сучасних ріжучих матеріалів, що дозволяє в деяких випадках відмовитися від застосування технологічних середовищ, без істотного зниження продуктивності технологічного процесу.

2.Очисні заходи для очищення відпрацьованих технологічних середовищ у гранично припустимих концентраціях шкідливих речовин у стічних водах до відповідних ГОСТів і ОСТів.

3.Застосування різних механічних, хімічних, біологічних, а також комбінованих методів очищення повітря.

Тому, можна впевнено затверджувати, що цілком виключити вплив сучасного промислового виробництва будь-якого типу неможливо. Але можна істотно знизити ці впливи, незважаючи на високий рівень матеріальних витрат, так відновлення навколишнього середовища в первісному виді в наступному спричиняє великі витрати. А також необхідно звернути увагу на наслідки шкідливого впливу забруднення, як зникнення цілих видів живих істот, що не потребує ніякої матеріальної оцінки.

					4261.03.КРБ.04.04.ПЗ	Адк.
						58
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі бакалавра на тему «Проектування технології виготовлення валу первинного роздавальної коробки ($m = 3,5$ мм, $z = 36/40$)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення деталі.

Оскільки вал не піддається термообробці після його механічної обробки, а так само при розгляді умов праці, для виготовлення застосовується сталь 15ХГН2ТА ДСТУ 7806:2015. Сталь конструкційна легована високоякісна. Сталь хромомарганцевонікелева. Загалом, цей сплав використовується для деталей, матеріал яких повинен мати підвищену в'язкість і міцність. Заготовку для нього найдоцільніше буде отримувати методами пластичного деформування, а саме на кривошипному гарячештампувальному пресі. Оскільки деталь має досить просту конфігурацію, то заготівка за формою максимально може бути наближена до готової деталі.

Наявність на валу точних посадочних поверхонь (шийки під посадку внутрішніх кілець підшипників) вимагає застосування двократного точіння і двократного шліфування.

Для фіксації деталей, встановлених на валу, в осьовому напрямку використовуються гайки з різьбленням. Різьбову поверхню такого діаметру нарізувати за допомогою плашки скрутно через діаметр і нестачу місця для обігу інструменту. Нарізування різьблення різцем відбувається довго через те, що необхідно робити декілька проходів.

Для установки шестерень на валу застосовуються шліцьові з'єднання. Отримання цих поверхонь можливе за допомогою черв'ячної фрези. Застосування методу обкатки для отримання шліців ускладнене через величину модулю.

Крім того, негативним чинником, що впливає на технологічність даної деталі, є наявність отвору, розташованого уздовж осі валу. Довжина цього

						Арк.
						59
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отвору перевищує 5 діаметрів, що зажадає застосування спеціального інструменту.

В кваліфікаційній роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: фреза черв'ячна, пристосування на фрезерувальну операцію, калібр-скоба.

У бакалаврській роботі наведені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці, приведені заходи запобігання впливу небезпечних шумових факторів на виробничий персонал дільниці.

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Список використаної літератури

1. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навч. пос. / С.М.Соловйов, М.М.Івахненко, О.П.Шумілов, В.О.Бобошко, О.О.Козленко. – Під заг.ред.проф.С.М.Соловйова. – Миколаїв: НУК, 2006. – 172 с.
2. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
3. 2.Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування: Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. 3.Довідник технолога-машинобудівника . В 2-х т./Під заг.ред. А.Г.Косілової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., перероб. І доп. – Київ, Техніка, 1990.
5. Зенкін А.С. Допуски і посадки в машинобудуванні. – Київ, Техніка, 1990.
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці /Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «СМІТ», 2006. – 320 с.
7. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. - Під заг.ред.А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
8. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник для машинобудівних спеціальностей вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
9. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування: Навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61