

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра прикладної механіки та мехатроніки

(повна найменування кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
ВИГОТОВЛЕННЯ ШКІВА ПРИВОДУ НАСОСА

спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Прикладна механіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ІМс-21

Марчук Сергій Федорович

(підпис)

Керівник:

к.т.н., доцент

Четвержук Тарас Іванович

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2023 р.
Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Божко Тетяна Євгенівна

(підпис)

Луцьк – 2023 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Транспорту та механічної інженерії

Кафедра Прикладної механіки та мехатроніки

Ступінь вищої освіти: бакалавр

Галузь знань: 13 Механічна інженерія

Спеціальність: 131 Прикладна механіка

Освітня програма: «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Р. РЕДЬКО

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Марчуку Сергію Федоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Розроблення технологічного процесу виготовлення шківів приводу насоса.

Керівник роботи: Четвержук Тарас Іванович, к.т.н., доцент,

затверджені наказом закладу вищої освіти від «28» грудня 2022 р., № 986/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Конструкторсько-технологічна документація, відгуки підприємств про роботу обладнання, креслення деталі шківів, діючі ДСТУ, базовий технологічний процес, нормативні дані

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)

Анотація. Вступ. 1 Аналітичний розділ. 2 Технологічна розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Охорона праці. Висновки і пропозиції. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Креслення заготовки – 1 лист (ф.А1), КН – 1 лист (ф.А1), складальне креслення верстатного пристрою - 1 лист (ф.А1), креслення різального інструменту – 1 лист (ф.А2).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 1.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Техніко-економічне обґрунтування (Аналітичний розділ)	14.03.23	
2.	Технологічний розділ	10.04.23	
3.	Конструкторський розділ	15.04.23	
4.	Охорона праці	20.04.23	
5.	Оформлення графічної частини	10.05.23	
6.	Інструментальна перевірка на академічний плагіат	20.05.23	
7.	Представлення роботи до захисту	30.05.23	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Марчук С.Ф.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Четвержук Т.І.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Марчук С.Ф. Розроблення технологічного процесу виготовлення шківів приводу насоса. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Прикладна механіка» спеціальності 131 Прикладна механіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2023.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, 4 розділів, висновків і пропозицій, списку літературних джерел, додатків (згідно структури кваліфікаційної роботи, затвердженої кафедрою).

Робота включає в себе аналітичний розділ, технологічну і конструкторську частини, а також питання охорони праці. В технологічній частині проекту подані матеріали та розрахунки, пов'язані з описом та відпрацюванням виробу на технологічність, розробкою маршрутної та операційної технології оброблювання, вибором методу виготовлення заготовки, розрахунком режимів різання та нормуванням робіт.

В конструкторській частині проекту наведені описи та розрахунки спроектованого верстатного пристосування та спеціального ріжучого інструменту. Питання, пов'язані з нормуванням і розрахунком основних виробничих факторів, що забезпечують безпечну роботу цеху, засобами пожежної безпеки, викладені в розділі охорони праці.

Ключові слова: технологічний процес, механічна обробка, заготовка, лиття, режими різання, технологічне оснащення.

ABSTRACT

MARCHUK S.F. Development of the manufacturing process of the pump drive pulley. Manuscript.

Bachelor's qualification work of EP «Applied Mechanics» specialty 131 Applied Mechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2023.

The bachelor's qualification work consists of an introduction, 4 sections, conclusions and proposals, a list of used sources, appendices (according to the structure of the qualification work approved by the department).

The work includes an analytical section, technological and design parts, as well as labor protection issues. In the technological part of the project, materials and calculations related to the description and development of the product for manufacturability, the development of route and operational technology of processing, the choice of the method of manufacturing the workpiece, the calculation of cutting modes and the normalization of work are presented. The design part of the project contains descriptions and calculations of the designed machine tool and special cutting tool. Questions related to the rationing and calculation of the main production factors that ensure the safe operation of the shop, fire safety means, are outlined in the section on labor protection.

Key words: technological process, mechanical processing, workpiece, casting, cutting modes, technological equipment.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. Аналітичний розділ.....	8
1.1. Службове призначення деталі типу «Шків»	8
1.2. Класифікація поверхонь та матеріалу виробу	9
1.3. Аналіз вимог щодо поверхонь деталі	10
1.4. Постановка завдань кваліфікаційної роботи.....	11
РОЗДІЛ 2. Технологічний розділ.....	12
2.1 Визначення типу виробництва.....	12
2.2 Вибір стратегії розробки технологічного процесу	12
2.3 Вибір способу отримання заготовки.....	13
2.4. Вибір методів оброблення поверхонь.....	15
2.5. Розроблення технологічного маршруту виготовлення деталі.....	15
2.6. Розрахунок припусків.....	16
2.7. Вибір засобів технологічного оснащення (металообробного обладнання).....	20
2.8. Визначення режимів різання.....	21
РОЗДІЛ 3. Конструкторський розділ.....	28
3.1 Аналіз даних для проектування верстатного пристосування.....	28
3.2 Розрахунок сил різання.....	29
3.3. Розрахунок зусилля затиску.....	29
3.4. Розрахунок затискного механізму силового приводу.....	31
3.5. Проектування ріжучого інструменту.....	32
РОЗДІЛ 4. Охорона праці	36
4.1. Організація служби охорони праці на підприємстві.....	36
4.2. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів на виробничій дільниці	37
4.3. Захист робітників від надзвичайних ситуацій.....	40
4.4. Джерела забруднення навколишнього середовища та основні заходи щодо її захисту.....	41

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45
ДОДАТКИ	47

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

Сучасні ринкові умови можна охарактеризувати як боротьбу за кожного потенційного споживача, оскільки висока конкуренція в галузях промисловості, а саме машинобудування та матеріалооброблення, змушує постійно виборювати споживачів машинобудівної продукції та підвищувати її конкурентоспроможність. Сучасні напрямки розвитку передбачають підвищення гнучкості виробництва, яке відображається у виконанні індивідуальних потреб та вимог замовників, збільшення ефективності виробництва продукції, а також продуктивності виробничих процесів для можливості розширення сегменту ринку. Це особливо актуально для підприємств, що виготовляють складну машинобудівну продукцію, таку як агрегати та вузли авіаційної та машинобудівної техніки, верстатне та штампове оснащення, високоточний різальний інструмент, металоконструкції тощо.

Для виконання вимог споживачів та забезпечення конкурентоспроможності підприємства виробнича система машинобудівного підприємства повинна забезпечити максимальну ефективність функціонування, яка ґрунтується на таких показниках: продуктивність, термінами виробничого циклу замовлень, трудоемністю виготовлення продукції, що включає додаткову трудомісткість на усунення та доопрацювання невідповідностей за якісними показниками.

Метою випускної кваліфікаційної роботи є розробка технологічного процесу виготовлення шків приводу насоса високої якості, з мінімальною собівартістю, використовуючи сучасні наукові та технічні досягнення.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Службове призначення деталі типу «Шків».

Шків є ведучою ланкою пасової передачі і служить передачі крутного моменту від валу електродвигуна на ведений вал [4]. Шків із валом електродвигуна зазвичай з'єднується шпонкою. На деталь діють радіальні навантаження, пов'язані з обертанням твердого тіла та натягом паса.

Пасова передача представляє собою два нерухомих шківів з пасом. Завдяки пасамам знижується навантаження і вібрація на вал, крім того, при цьому рух між цими пасамами передається на різні відстані [4]. За допомогою шківів створюється безшумний плавний хід, до того ж їхня конструкція відносно проста. На сьогодні шківів для електродвигунів стали дуже популярні і затребувані, їх використовують в різних виробничих і промислових галузях.

Шківів поділяються на такі різновиди [17]:

Плоскі (ручайкові, поліклінові) – зазвичай з застосування в роботі зі стандартними пасамами. Можуть бути з 1-6-ма та навіть 10 ручайків. Зазвичай використовуються для силового обладнання (передачі), в якому немає встановленого позначення. Вони допомагають пасамам проковзувати, якщо раптом збільшується навантаження. У такому випадку пас не порветься.

Зубчасті шківів. Такий тип використовують, якщо паси мають метричний крок зуба або ж для пасів, виготовлених із гетероланцюгових полімерів (поліуретан). Вони не відрізняються високою зносостійкістю, але призначені для значних показників потужності.

Пасові шківів. Вони знижують вібрацію вузлів, і як наслідок, вихід з ладу вузлів, і так само дають тихий, плавний хід.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Клиновидні шків. Найпопулярніший та найрозповсюдженіший вид. Складається з ведучого і веденого шків, а так само з клиноподібних пасів навколо шків.

Варіаторні. Мають той же принцип, що і пасова передача. Тобто передають рух від двигуна до валу за допомогою ремня. Це механічна передача, яка має безступінчасте регулювання.

1.2. Класифікація поверхонь та матеріалу виробу.

Пронумеруємо всі поверхні деталі типу шків та проведемо їх класифікацію за призначенням (рисунок 1.1).

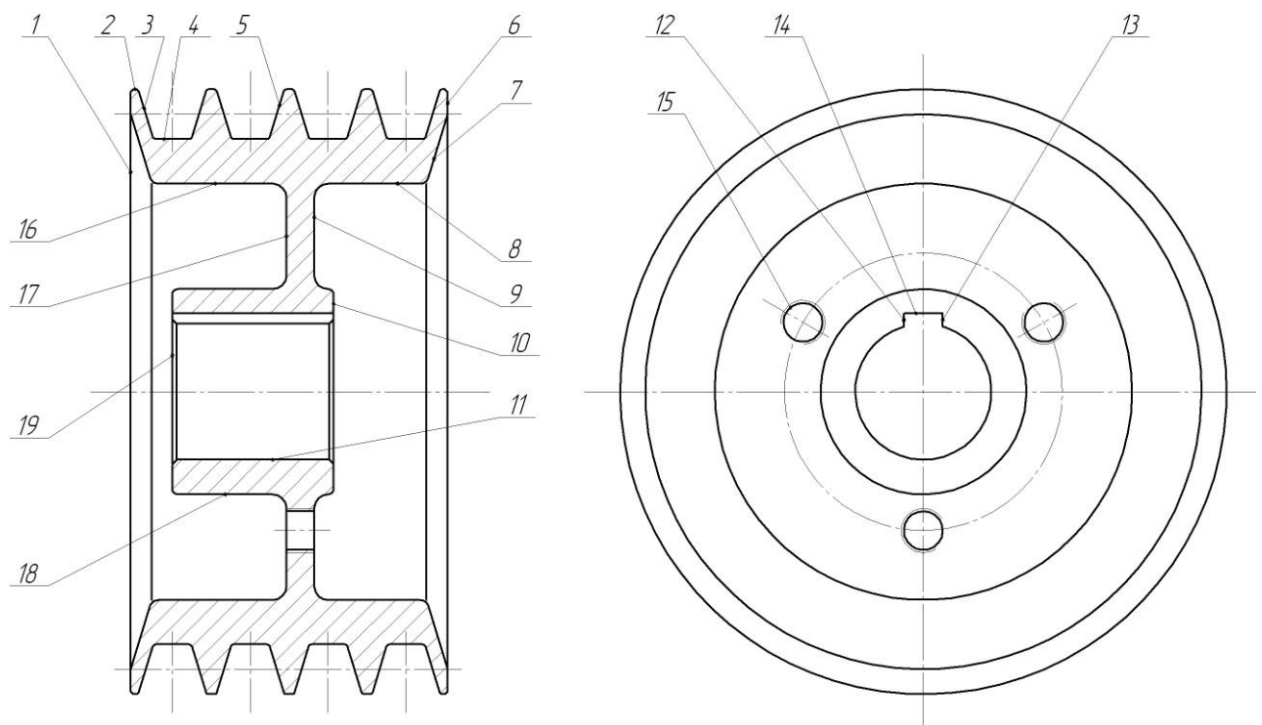


Рисунок 1.1 – Класифікація поверхонь шків.

Виконавчими поверхнями шків є вертикальні поверхні паза шпонки (12 і 13), за допомогою яких деталь фіксується до валу та отримує крутний момент від привідного валу, а також бічні поверхні канавок під ремні (3 і 5). Вони передають обертання від шків за допомогою пасів.

Основними конструкторськими базами є торець 10 та центральний отвір 11. Допоміжними конструкторськими базами деталі є різбові отвори 15 та другий її торець 19.

1.3. Аналіз вимог щодо поверхонь деталі.

Шків працює при змінному навантаженні та в умовах достатньо високих швидкостей. Ці умови визначають вимоги виготовлення деталі: точність, міцність, шорсткість. [17]

Матеріалом шківа є ливарна сталь 25Л ДСТУ 8781-2018. У таблиці 1.1 наведемо хімічний склад сталі 25Л. [14]

Таблиця 1.2. – Хімічний склад сталі 25Л

Масова частка елемента	Вміст, %
C (вуглець)	0,22...0,30
Mn (марганець)	0,45...0,90
Si (кремній)	0,2...0,52
P (фосфор)	не більше 0,3
S (сірка)	не більше 0,3

У таблиці 1.3 наведено фізико-механічні властивості сталі 25Л ДСТУ 8781-2018.

Таблиця 1.2. – Фізико-механічні властивості сталі 25Л

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	НВ
441	225	19	30	134-151

Конструкція деталі в цілому забезпечує доступність інструменту до оброблюваних поверхонь при будь-якому виді обробки. Це дозволяє нам використовувати переважно стандартний, а іноді уніфікований тип інструментів. Також форма розташування поверхонь деталі забезпечує вільну доступність до поверхонь, що обробляються інструментів для контролю. В

результаті проведеного аналізу можна зробити висновок про достатню технологічність деталі.

1.4. Постановка завдань кваліфікаційної роботи.

На основі аналізу технічних вимог до деталі можна сформулювати такі завдання роботи, які необхідно вирішити для досягнення мети роботи, сформульованої у вступі – забезпечити необхідну програму випуску деталей «шків приводу насоса» заданої якості з мінімальними витратами шляхом розробки технологічного процесу його механічного оброблення: визначимо тип машинобудівного виробництва; розробимо стратегію проектування технологічного процесу; виконаємо техніко-економічний розрахунок методу одержання заготовки; розробимо технологічний план обробки деталі, розробивши схеми базування; оберемо засоби технологічного оснащення на кожну операцію техпроцесу; розрахуємо одну поверхню припуски по операціям техпроцесу, але в інші – визначимо табличним способом; розрахуємо режими різання та визначимо зміст операцій, спроектуємо пристосування; на одну з операцій техпроцесу спроектуємо різальний інструмент; для однієї з операцій спроектуємо верстатний пристрій.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Визначення типу виробництва.

Розробка технологічного процесу виготовлення деталей залежить від типу виробництва. Визначимо тип виробництва виготовлення шківів для детального опрацювання умов виробництва.

Стратегія розроблення технологічного процесу залежить від типу виробництва, який за інших невідомих умов залежить від маси деталі та річного об'єму випуску деталей.

У нашому випадку при $m = 12,1$ кг та $N = 5000$ деталей на рік виберемо тип виробництва за таблицею. [9]

Виходячи з того, що річний об'єм випуску дорівнює $N = 5000$ деталей рік, а маса деталі $m = 12,1$ кг, то тип виробництва визначається як середньосерійний. Виходячи з типу виробництва, виберемо стратегію розробки техпроцесу.

2.2. Вибір стратегії розробки технологічного процесу.

Використовуючи [9], визначимо стратегію розробки техпроцесу для середньосерійного типу виробництва, щоб забезпечити заданий випуск деталей із заданою якістю та найменшими витратами: форму організації техпроцесу приймаємо змінно-потоківу; заготовку можна виконати штампуванням або з прокату; металообробне обладнання приймаємо універсальне або з числовим програмним керуванням; пристосування приймаємо універсальне або спеціальне. Інші пункти вибираємо за [4].

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

2.3 Вибір способу отримання заготовки.

Деталь виготовляється з ливарної сталі. За кресленням (рисунок 2.1) бачимо, що частина поверхонь не потребує обробки механічним способом. Тому Найбільш раціональним методом отримання заготовки є вилівок.

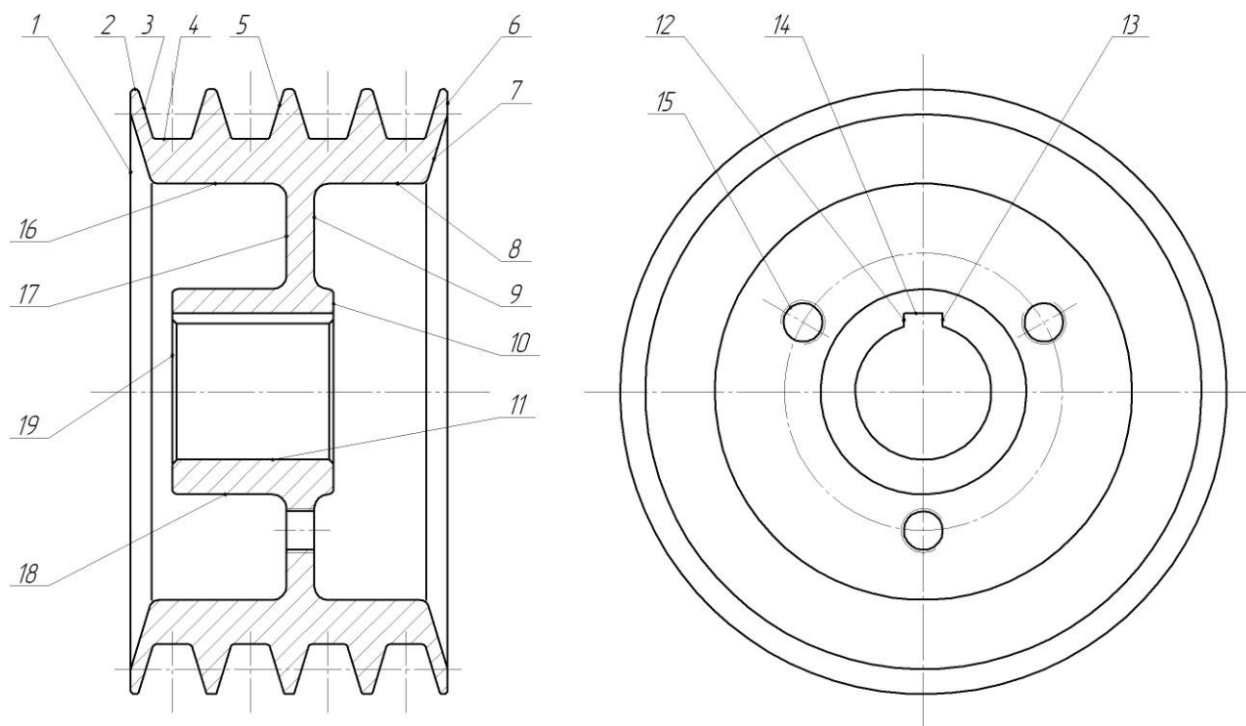


Рисунок 2.1 – Шків приводу насоса.

За [6] приймаємо метод отримання заготовки – лиття під тиском або лиття у металеві форми. Приймаємо групу виливків 3, так як наша деталь працює в умовах впливу на неї динамічних та циклічних навантажень. Приймаємо ступінь короблення виливка короблення відповідно [7].

Вибираємо клас розмірної точності – 9.

Вибираємо ступінь короблення – 8.

Вибираємо ступінь точності виливки – 12.

Залежно від маси та виду лиття, приймемо клас точності маси виливка 7.

Масу виливка знайдемо методом тривимірного моделювання в редакторі КОМПАС-3D

$$m_3 = 12,1 \text{ кг.}$$

Вартість заготовок з лиття визначимо залежністю:

$$C_{zag} = C_{вил.} \cdot ht \cdot hc \cdot hv \cdot hm \cdot hn, \quad (2.1)$$

де $C_{вил.}$ – базова вартість одного кілограма литих заготовок;

ht, hc, hv, hm, hn – коефіцієнти, які залежать від маси, класу точності, групи складності, об'єму виробництва та марки матеріалу заготовок.

Для сьомого класу точності виливків приймаємо $ht = 1,0$ [6].

Для ливарних сталей $hm = 1...1,24$

Приймаємо $hm = 1,2, hv = 0,91$

Шків відноситься до групи складності виливків 2.

Для цієї групи складності виливків $hc = 0,83$

Виливок з $m = 21,6$ кг. та $N = 5000$ шт/рік відноситься до третьої групи серійності.

Для сталевого виливка третьої групи серійності $hn = 1,0$

Для сталі 25Л $C_{вил.} = 44$ грн/кг

$$C_{zag} = 44,00 \cdot 1,0 \cdot 0,83 \cdot 0,91 \cdot 1,1 \cdot 1,0 = 36,56 \text{ грн/кг}$$

Визначимо вартість заготівлі, виконаної куванням:

$$C_{zag} = C_k \cdot ht \cdot hc \cdot hv \cdot hm \cdot hn$$

$C_k = 48,02$ грн/кг

Приймаємо $ht = 1,0$ [6].

Для сталі 25Л та групи складності 4 приймаємо $hc = 1,15$

Для деталі масою з $m = 21,6$ кг. Зі сталі 25Л $hv = 0,89$

Для ливарної сталі 25Л $hm = 1,0$

Тоді за формулою (3.1) отримаємо

$$C_{zag} = 48,02 \cdot 1,0 \cdot 1,15 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 49,15$$

Виходячи з маси заготовки $m_3 = 20,2$ кг. визначимо її вартість

$$C_{zag} = 49,15 \cdot 20,2 = 922,79$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Маса кованої заготовки більша, ніж заготовки, отриманої методом лиття, тому як заготівельну операцію приймаємо лиття. Розрахуємо коефіцієнт використання матеріалу;

$$KBM = m_{\text{дем}} / m_{\text{заг}} = 12,1 / 21,6 = 0,56$$

Отже метод отримання заготовки більш економічно вигідний та раціональний – лиття.

2.4. Вибір методів оброблення поверхонь

Залежно від необхідної якості обробки поверхонь, що у свою чергу визначається квалітетом точності КТ та шорсткістю Ra, визначимо методи обробки поверхонь та зведемо їх до таблиці 2.1.

таблиця 2.1. – Методи обробки поверхонь

№ поверхні	Квалітет точності	Шорсткість Ra	Послідовність обробки
1, 4, 6, 19	14	5,0	Токарна чорнова, Токарна чистова
2	10	5,0	Токарна чорнова, Токарна чистова
3, 5	8	1,25	Токарна чорнова, Токарна чистова Круглошліфувальна
7, 8, 9, 16, 17, 18	16	40	Без механічної обробки
10	14	1,25	Токарна чорнова, Токарна чистова Шліфувальна
11	7	1,25	Токарна чорнова, Токарна чистова, Протяжна, Внутрішньошліфувальна
12, 13	9	2,5	Протяжна
14	11	5,0	Протяжна
15	10	5,0	Свердлильна

2.5. Розроблення технологічного маршруту виготовлення деталі

Залежно від методів оброблення поверхонь виконаємо маршрут обробки, представлений у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – маршрут обробки деталі шків

№ оп.	Назва операції	Номери оброблюваних поверхонь	КТ	Ra
000	Заготівельна	Усі	16	40
005	Токарна чорнова	6, 10	14	10
		11	12	10
010	Токарна чорнова	1, 4, 19	14	10
		2, 3, 5	12	10
015	Токарна чистова	6	14	5
		10	14	2,5
		11	9	2,5
020	Токарна чистова	1, 4, 19	14	5
		3, 5	10	2,5
		2	11	5
025	Свердлильна	15	10	5
030	Протяжна	1	8	2,5
035	Протяжна	12, 13	9	2,5
		14	11	5
045	Внутрішньошліфувальна	1, 10	7	1,25
050	Круглошліфувальна	3, 5	10	1,25

2.6. Розрахунок припусків.

У цьому підпункті визначаємо припуск на поверхню $\varnothing 49H7^{(+0,025)}$ розрахунково-аналітичним методом [12].

$$D = 49H7^{(+0,025)}; L = 58,4; Ra = 1,25$$

На обробку даної поверхні призначаємо технологічні переходи: чорнове точіння; чистове точіння; загартування (ТО); протягування; внутрішнє шліфування.

Для кожного переходу визначаємо сумарну величину

$$a = R_z + h_\delta \quad (2.2)$$

Визначимо сумарне відхилення форми та розташування поверхонь після обробки на кожному переході із залежності $\Delta = 0,25 TD$:

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 0,44 = 0,110 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,063 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{\text{ТО}} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025 \text{ мм.}$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010 \text{ мм.}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,025 = 0,006 \text{ мм.}$$

Визначимо установочну похибку заготовки ε у верстатному пристосібленні на кожному переході.

Визначимо мінімальні значення припусків для всіх переходів, крім 0 та TO .

Мінімальне значення припуску розрахуємо із залежності

$$Z_{min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_1^2} \quad (2.3)$$

$$Z_{1min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,110^2 + 0,025^2} = 0,513 \text{ мм.}$$

$$Z_{2min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_{01})^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0^2} = 0,263 \text{ мм.}$$

$$Z_{3min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{TO})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,025^2 + 0^2} = 0,125 \text{ мм.}$$

$$Z_{4min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,05 + \sqrt{0,010^2 + 0^2} = 0,060 \text{ мм.}$$

Максимальне значення припуску розрахуємо із залежності

$$Z_{imax} = Z_{imin} + 0,5 (TD_{i-1} + TD_i) \quad (2.4)$$

$$Z_{1max} = Z_{1min} + 0,5 (TD_0 + TD_1) = 0,513 + 0,5(0,440 + 0,250) = 0,858 \text{ мм}$$

$$Z_{2max} = Z_{2min} + 0,5 (TD_1 + TD_2) = 0,263 + 0,5(0,250 + 0,262) = 0,419 \text{ мм.}$$

$$Z_{3max} = Z_{3min} + 0,5 (TD_{TO} + TD_3) = 0,125 + 0,5(0,100 + 0,039) = 0,195 \text{ мм}$$

$$Z_{4max} = Z_{4min} + 0,5 (TD_3 + TD_4) = 0,060 + 0,5(0,039 + 0,025) = 0,092 \text{ мм.}$$

$$D_{4min} = 49,000 \text{ мм}$$

$$D_{4max} = 49,025 \text{ мм}$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$D_{3\max} = D_{4\min} - 2 \cdot Z_{4\min} = 49,000 - 2 \cdot 0,060 = 48,880, \text{ мм.}$$

$$D_{3\min} = D_{3\max} - TD_3 = 48,880 - 0,039 = 48,841, \text{ мм.}$$

$$D_{TO\max} = D_{3\min} - 2 \cdot Z_{3\min} = 48,841 - 2 \cdot 0,125 = 48,591, \text{ мм.}$$

$$D_{TO\min} = D_{TO\max} - TD_{TO} = 48,591 - 0,100 = 48,491, \text{ мм.}$$

$$D_{2\max} = D_{TO\min} \cdot 0,999 = 48,491 \cdot 0,999 = 48,443, \text{ мм.}$$

$$D_{2\min} = D_{2\max} - TD_2 = 48,443 - 0,062 = 48,381, \text{ мм.}$$

$$D_{1\max} = D_{2\min} - 2 \cdot Z_{2\min} = 48,381 - 2 \cdot 0,263 = 47,855, \text{ мм.}$$

$$D_{1\min} = D_{1\max} - TD_1 = 47,855 - 0,250 = 47,605, \text{ мм.}$$

$$D_{0\max} = D_{1\min} - 2 \cdot Z_{1\min} = 47,605 - 2 \cdot 0,513 = 46,579, \text{ мм.}$$

$$D_{0\min} = D_{0\max} - TD_0 = 46,579 - 0,44 = 46,139, \text{ мм.}$$

Визначимо середні значення діаметрів за кожен перехід

$$D_{cpi} = 0,5 (D_{imax} + D_{imin}) \quad (2.5)$$

$$D_{cp0} = 0,5 (D_{0max} + D_{0min}) = 0,5(46,579 + 46,139) = 46,359 \text{ мм.}$$

$$D_{cp1} = 0,5 (D_{1max} + D_{1min}) = 0,5(47,855 + 47,605) = 47,730 \text{ мм.}$$

$$D_{cp2} = 0,5 (D_{2max} + D_{2min}) = 0,5(48,433 + 48,381) = 48,412 \text{ мм.}$$

$$D_{cpTO} = 0,5 (D_{TOmax} + D_{TOmin}) = 0,5(48,591 + 48,491) = 48,541 \text{ мм.}$$

$$D_{cp3} = 0,5 (D_{3max} + D_{3min}) = 0,5(48,880 + 48,841) = 48,681 \text{ мм.}$$

$$D_{cp4} = 0,5 (D_{4max} + D_{4min}) = 0,5(49,025 + 49,000) = 49,013 \text{ мм.}$$

Визначимо загальний припуск

$$2Z_{\min} = D_{4\min} - D_{0\min}$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + TD_0 + TD_4$$

$$2Z_{cp} = 0,5 (2Z_{\min} + 2Z_{\max})$$

$$2Z_{\min} = 49,000 - 46,579 = 2,421 \text{ мм}$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$2Z_{max} = 2,421 + 0,440 + 0,025 = 2,886 \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5 (2,421 + 2,886) = 2,654 \text{ м.}$$

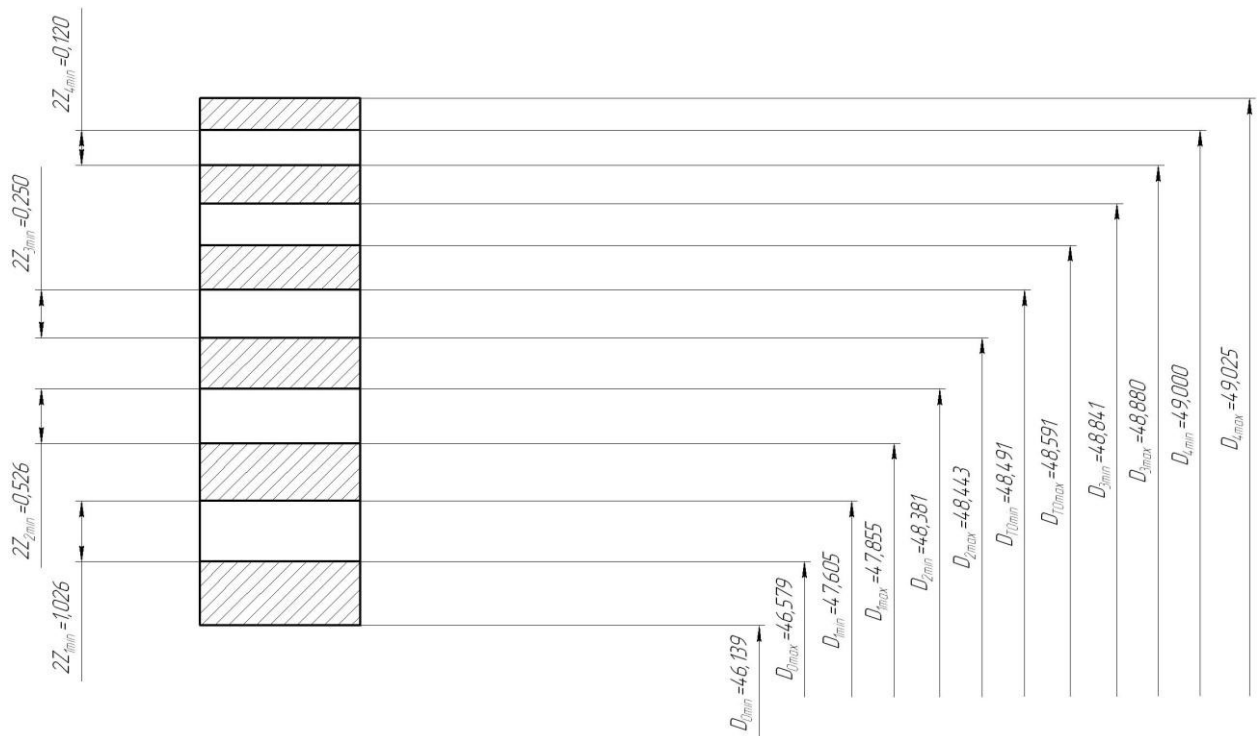


Рисунок 2.1 – Схема розташування полів допусків та припусків.

За [6] залежно від призначення та вимог, які пред'являються до деталі, виберемо групу сталевого виливка. Так як наша деталь працює в умовах дії на неї циклічних і динамічних навантажень, вибираємо групу виливки 3 [7, 9]. Виливки повинні піддаватися термічній обробці. Режими термообробки сталі 25Л наведені у таблиці 2.4.

Таблиці 2.4. – Режими термічної обробки сталі 25Л

Нормалізація	Нормалізація та відпуск
880...900 °С	Нормалізація 880...900 °С Відпуск 630...650 °С

Допуск маси та розмірів виливків, а також припуски для механічної обробки повинні відповідати вимогам ДСТУ 8981:2020. [7]

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Нахили формувальні повинні відповідати ГОСТ 3212-92. [3]

2.7. Вибір засобів технологічного оснащення (металообробного обладнання).

Для технологічного забезпечення технологічного процесу металообробним обладнанням [11] переважно необхідно застосовувати верстати, оснащені системою числового програмного управління.

Для токарних операцій 005, 010, 015 та 020 приймаємо токарний верстат з числовим програмним керуванням горизонтального компонування з напрямними кочення моделі SAMAT-400XC.

Для свердлильної операції 025 виберемо вертикально-свердлильний верстат з револьверною головкою та хрестовим столом моделі 2P135Ф2-1, оснащений системою числового програмного управління.

Для операцій протягування 030 і 035 виберемо вертикальний напівавтомат протяжний моделі 7733, призначений для обробки протягуванням наскрізних отворів різних розмірів і форм.

Для внутрішньошліфувальної операції 045 виберемо напівавтомат внутрішньошліфувальний універсальний високої точності моделі 3M227ВФ2, оснащений системою числового програмного управління.

Для 050 круглошліфувальної операції вибираємо круглошліфувальний прецизійний верстат з пристроєм числового програмного управління моделі 3M151Ф2, призначений для зовнішнього шліфування переривчастих і гладких циліндричних і пологих конічних поверхонь методами врізного та поздовжнього шліфування.

Вибране металообробне обладнання, різальний інструмент, засоби контролю та технологічне оснащення представлені в супровідній документації до технологічного процесу, міститься у додатках.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.8. Визначення режимів різання.

Визначимо режими обробки для операції 005 – Токарна чорнова.

Перехід 1.

В залежності від глибини різання $t = 0,5$ мм приймаємо подачу $S_0 = 0,3$ мм / об. [12]

Швидкість різання

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \quad (2.7)$$

Де $V_0 = 180$ м/хв.

$K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ [4]

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ м/хв.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 222} = 258,2 \text{ хв}^{-1} \quad (2.8)$$

Із паспорта верстата $n_{\phi} = 250$ хв⁻¹

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{250 \cdot 3,14 \cdot 222}{1000} = 174,3 \text{ м/хв} \quad (2.9)$$

$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75$ мм/хв

$T_0 = L_{\text{рх}} / S = 12 / 75 = 0,16$ хв.

Перехід 2.

В залежності від глибини різання $t = 0,5$ мм приймаємо подачу $S_0 = 0,3$ мм / об. [12]

Швидкість різання

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Де $V_0 = 180$ м/хв.

$K_1 = 1,0$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$; $K_4 = 1,0$ [4]

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180$ м/хв.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 75} = 764,3 \text{ м/хв}$$

Із паспорта верстата $n_{\phi} = 630$ хв⁻¹

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{630 \cdot 3,14 \cdot 75}{1000} = 148,4 \text{ м/хв}$$

$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 189$ мм/хв

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_0 = L_{\text{рх}} / S = 75 / 189 = 0,40 \text{ хв.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,16 + 0,40 = 0,56 \text{ хв}$$

Визначимо режими обробки для операції 010 – Токарна чорнова.

Перехід 1.

В залежності від глибини різання $t = 0,5 \text{ мм}$ приймаємо подачу $S_0 = 0,3 \text{ мм / об. [12]}$

Швидкість різання

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Де $V_0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 [4]$$

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 218,3} = 260,4 \text{ м/хв}$$

Із паспорта верстата $n_{\phi} = 250 \text{ хв}^{-1}$

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{250 \cdot 3,14 \cdot 218,3}{1000} = 171,4 \text{ м/хв}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ мм/хв}$$

$$T_0 = L_{\text{рх}} / S = 1250 / 75 = 1,67 \text{ хв.}$$

Перехід 2.

В залежності від глибини різання $t = 0,5 \text{ мм}$ приймаємо подачу $S_0 = 0,3 \text{ мм / об. [12]}$

Швидкість різання

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Де $V_0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 [4]$$

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 75} = 764,3 \text{ м/хв}$$

Із паспорта верстата $n_{\phi} = 630 \text{ хв}^{-1}$

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{630 \cdot 3,14 \cdot 75}{1000} = 148,4 \text{ м/хв}$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 630 = 0,07 \text{ мм/хв}$$

Перехід 3.

Глибина різання $t = 18 \text{ мм}$ приймаємо подачу $S_0 = 0,1 \text{ мм / об. [12]}$

Швидкість різання

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Де $V_0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 0,5; K_4 = 1,0 [4]$$

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 90 \text{ м/хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 90}{3,14 \cdot 218,3} = 131,3 \text{ м/хв}$$

Із паспорта верстата $n_{\phi} = 125 \text{ хв}^{-1}$

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 218,3 \cdot 125}{1000} = 87,5 \text{ м/хв}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,3 \cdot 125 = 12,5 \text{ мм/хв}$$

$$T_0 = L_{\text{рх}} / S = 18 \cdot 4 / 12,5 = 5,76 \text{ хв.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 1,67 + 0,07 + 5,76 = 7,5 \text{ хв}$$

Визначимо режими обробки для операції 015 – Токарна чистова.

Перехід 1.

В залежності від глибини різання $t = 0,3 \text{ мм}$ приймаємо подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм / об. [12]}$

Швидкість різання

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Де $V_0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 [4]$$

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 218,3} = 262,6 \text{ м/хв}$$

Із паспорта верстата $n_{\phi} = 250 \text{ хв}^{-1}$

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 218,3 \cdot 250}{1000} = 171,4 \text{ м/хв}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/хв}$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$T_0 = L_{px} / S = 12 / 50 = 0,24 \text{ хв.}$$

Перехід 2.

В залежності від глибини різання $t = 0,3 \text{ мм}$ приймаємо подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм / об.}$ [12]

Швидкість різання

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Де $V_0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 \text{ [4]}$$

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 71} = 807,4 \text{ м/хв}$$

Із паспорта верстата $n_{\phi} = 800 \text{ хв}^{-1}$

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 71 \cdot 800}{1000} = 178,4 \text{ м/хв}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/хв}$$

$$T_0 = L_{px} / S = 71 / 160 = 0,44 \text{ хв.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,24 + 0,44 = 0,68 \text{ хв}$$

Визначимо режими обробки для операції 020 – Токарна чистова.

Перехід 1.

В залежності від глибини різання $t = 0,3 \text{ мм}$ приймаємо подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм / об.}$ [12]

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Де $V_0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 \text{ [4]}$$

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 2,18} = 263,0 \text{ м/хв}$$

$$n_{\phi} = 250 \text{ хв}^{-1}$$

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 2,18 \cdot 250}{1000} = 171,1 \text{ м/хв}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 250 = 50 \text{ мм/хв}$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$T_0 = L_{px} / S = 125 / 50 = 2,5 \text{ хв.}$$

Перехід 2.

В залежності від глибини різання $t = 0,3 \text{ мм}$ приймаємо подачу $S_0 = 0,2 \text{ мм / об.}$ [12]

Швидкість різання

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

Де $V_0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$K_1 = 1,0; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,0 \text{ [4]}$$

Звідси $V = 180 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 180 \text{ м/хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 71} = 807,4 \text{ м/хв}$$

Із паспорта верстата $n_{\phi} = 800 \text{ хв}^{-1}$

$$V_{\phi} = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 71 \cdot 800}{1000} = 178,4 \text{ м/хв}$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/хв}$$

$$T_0 = L_{px} / S = 14 / 160 = 0,09 \text{ хв.}$$

$$T_0 = \sum T_{0i} = 0,24 + 0,44 = 0,68 \text{ хв}$$

Визначимо режими обробки для операції 025 – Свердлильна.

Перехід 1.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d$$

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм}$$

$$L_d = 4,5 \text{ мм}$$

$$L = 10 + 1 + 4,5 = 15,5 \text{ мм}$$

Знайдемо величину стійкості

$$T_p = T_M \cdot \lambda$$

При $\lambda = L_p / L_{px} \approx 1$, $T_M = 60 \text{ хв.}$

Подача $S_0 = 0,2 \text{ мм / об}$

Швидкість різання

$$V = V_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Де $V_{\text{ТАВ}} = 15 \text{ м / хв}$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$;

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси $V = 15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 10,7 \text{ м / хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,7}{3,14 \cdot 14} = 227,2 \text{ хв}^{-1}$$

Із паспорта верстата $n = 200 \text{ хв}^{-1}$

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 200}{1000} = 9,4 \text{ м/хв}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 200 = 40 \text{ мм/хв}$$

$$T_0 = L_{px} / S_M = 15,5 \cdot 3 / 40 = 1,16 \text{ хв.}$$

Перехід 2.

$$L = L_p + L_{\Pi} + L_d$$

$$L_{\Pi} = 1 \text{ мм}$$

$$L_d = 4,5 \text{ мм}$$

$$L = 10 + 1 + 4,5 = 15,5 \text{ мм}$$

Знайдемо величину стійкості

$$T_p = T_M \cdot \lambda$$

При $\lambda = L_p / L_{px} \approx 1$, $T_M = 60 \text{ хв.}$

Подача $S_0 = 2,0 \text{ мм / об}$

Швидкість різання

$$V = V_{\text{таб}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Де $V_{\text{таб}} = 15 \text{ м / хв}$; $K_1 = 0,75$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 0,95$;

Звідси $V = 0,5 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 0,95 = 3,6 \text{ м / хв.}$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 3,6}{3,14 \cdot 16} = 71,7 \text{ хв}^{-1}$$

Із паспорта верстата $n = 63 \text{ хв}^{-1}$

$$V = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16 \cdot 63}{1000} = 3,2 \text{ м/хв}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 2,0 \cdot 63 = 126 \text{ мм/хв}$$

$$T_0 = L_{px} / S_M = 15,5 \cdot 3 / 126 = 0,37 \text{ хв.}$$

$$T_0 = T_{i0} = 1,16 + 0,37 = 1,53 \text{ хв.}$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Визначаємо режими обробки операції 035 – Протяжна. Обробити шпонковий паз у розмірі $14P6_{-0,061}^{-0,018}$, $52,8^{+0,2}$ наскрізь довжина – $L = 58$ мм.

$$P = Q_0 \cdot \sum l_p \cdot k_p \quad (2.10)$$

де $k_p = 7,2$; $k_{PM} = 1$; $k_{PO} = 1$; $k_{PK} = 1$ [4]

$$\sum l_p = \frac{b_{ш}}{\cos \omega} \cdot z_{max} \quad (2.11)$$

$$z_{max} = \frac{l_p}{t_p} + 1 = \frac{58}{15} + 1 = 3,8$$

Приймаємо $z_{max} = 4$ зубці

$$\sum l_p = \frac{14}{\cos 0} \cdot 4 = 56 \text{ мм}$$

$$P = 47,5 \cdot 56 \cdot 1 = 266000 \text{ Н}$$

$$V_{доп} = \frac{60 \cdot 102 \cdot N_d \cdot \eta}{1000} = \frac{60 \cdot 102 \cdot 11 \cdot 0,85}{26600} = 2,15 \text{ м/хв}$$

$$T_0 = 55 / 2,15 \cdot 1000 = 0,03 \text{ хв.}$$

Визначимо режими обробки для операції 045 – Внутрішньошліфувальна.

Діаметр кола – 40 мм.

Матеріал абразивного зерна – 24А;

Твердість – К;

Зернистість – F40;

Зв'язування – V (керамічна);

Структура – 6.

Швидкість різання $V = 35$ м/с

Подача $S_p = 0,4$ мм/хв

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 35}{3,14 \cdot 49} = 227,5 \text{ хв}^{-1}$$

$$\text{Тоді } T_0 = (10 / 50) + (55/100) = 0,62 \text{ хв.}$$

За аналогією визначимо режими обробки для операції 050 – Круглошліфувальна.

Отже в даному підпункті розроблено техпроцес, режими різання на усі операції та час на кожну операцію.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Аналіз даних для проектування верстатного пристосування.

На рисунку 3.1 представлено ескіз на операцію 015 – точіння чистове, відповідно потрібно розрахувати та спроектувати відповідне затискне пристосування з пневматичним приводом.

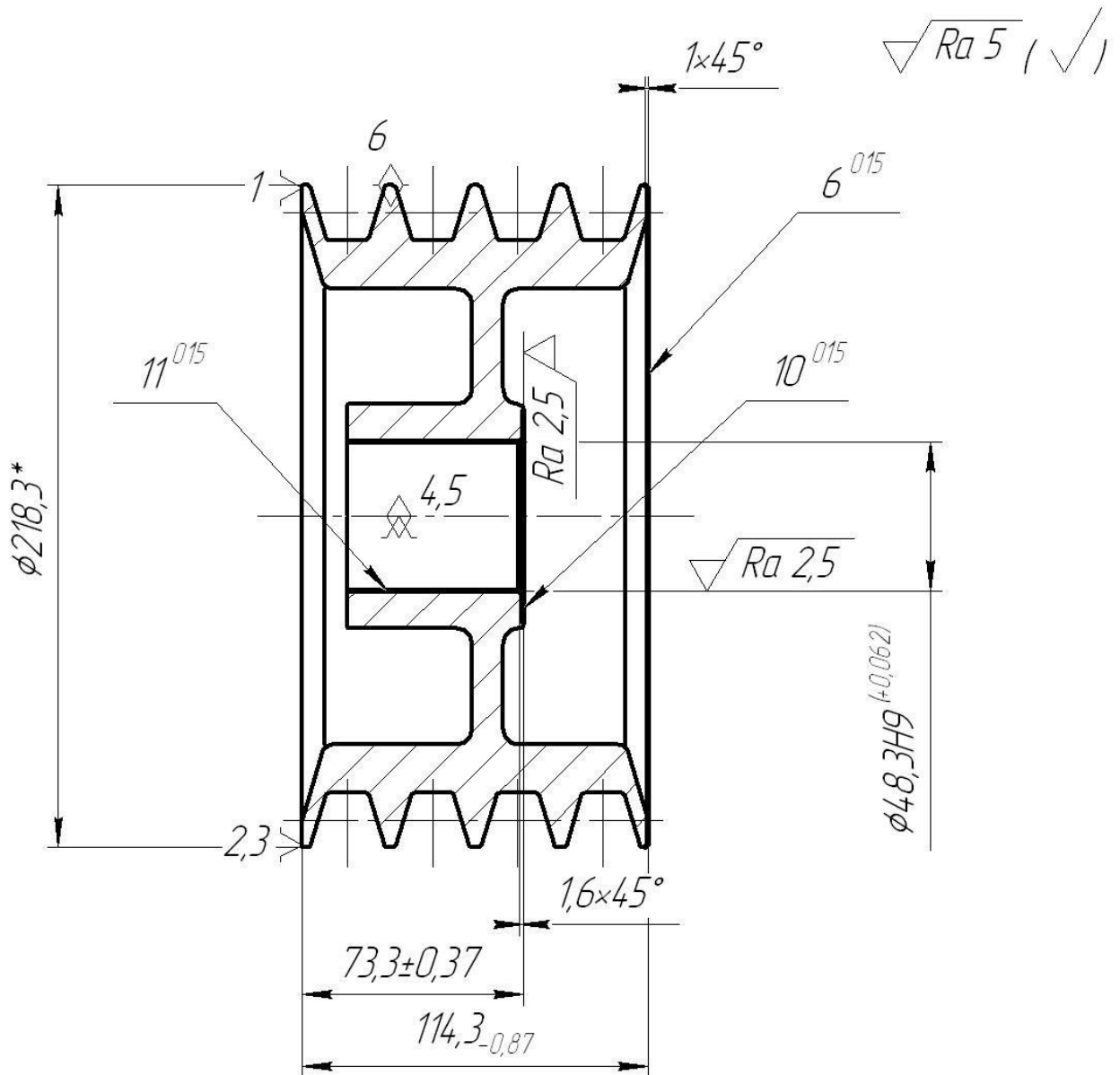


Рисунок 3.1. – Ескіз операції 015

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Матеріал заготовки – сталь 25Л.

Вид заготовки – виливок.

Ріжучий інструмент – токарний різець Т15К6.

Режими обробки представлені у попередньому розділі.

Розрахунок будемо вести, згідно з методикою [2].

3.2. Розрахунок сил різання.

Для наступних розрахунків потрібно визначити складові сили різання P_z та P_y , які розраховуємо за формулою [1]:

$$P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (3.1)$$

де C_p , x , y , n – постійні коефіцієнти для конкретних умов обробки.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,3^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 171,4^{-0,3} \cdot 0,9 = 60,2, H$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 171,4^{-0,15} \cdot 0,9 = 112,0, H$$

3.3. Розрахунок зусилля затиску.

Визначимо крутний момент від дотичної складової сили різання, що прагне повернути заготовку, затиснуту в кулачках:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

Провертання заготовки перешкоджає момент сили затиску, який розраховується наступним чином:

$$M_з = \frac{W \cdot f \cdot d_1}{2} \quad (3.3)$$

W – сумарне затискне зусилля, що припадає на три кулачки, Н.

f – коефіцієнт тертя, що залежить від стану робочої поверхні змінного кулачка.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

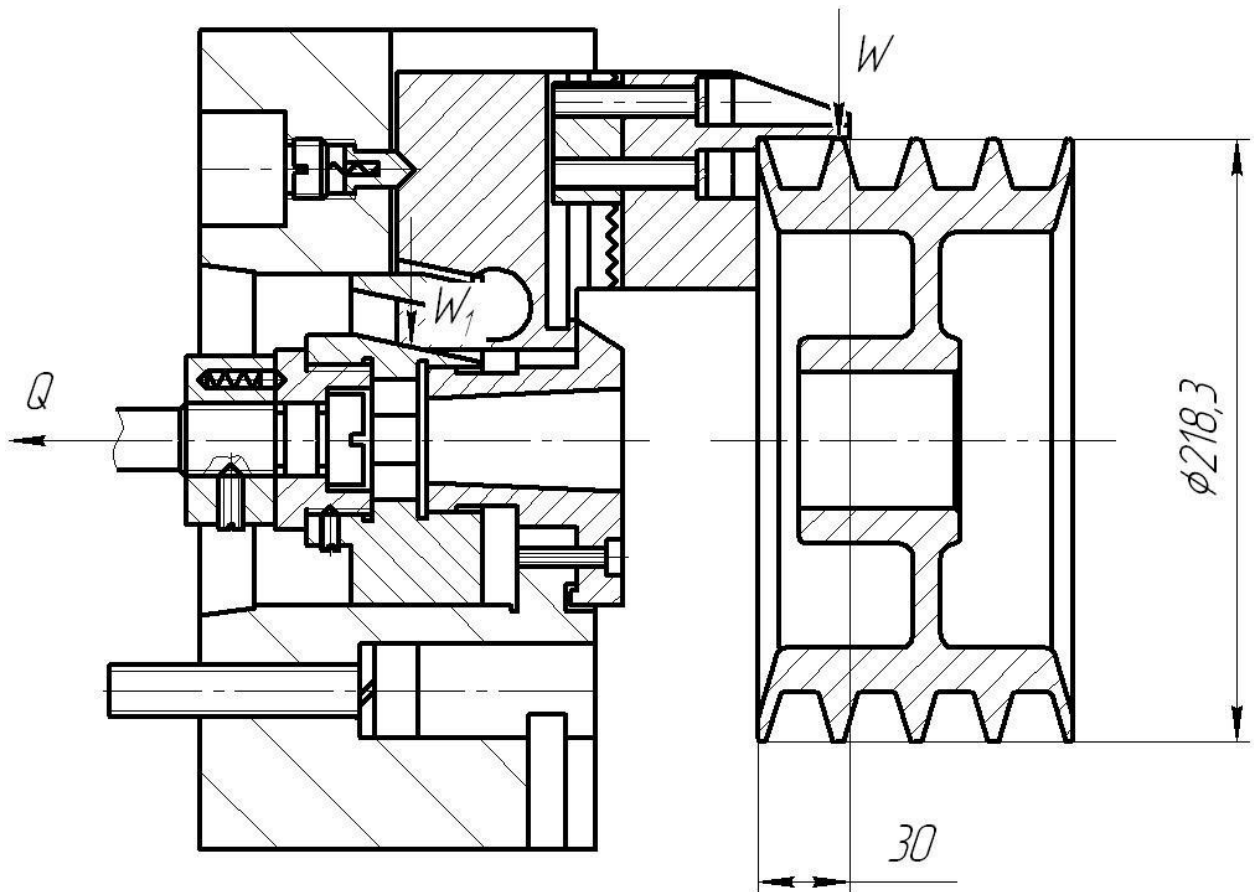


Рисунок 3.2. – Схема закріплення заготовки

З рівняння M_p і M_3 . розрахуємо необхідне зусилля затиску, яке б перешкоджало провертанні деталі.

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot M_p}{f \cdot d_2} = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.4)$$

Визначення коефіцієнта запасу K , в залежності від індивідуальних умов виконання операції, розраховується за формулою.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.5)$$

В нашому випадку K буде рівним:

$$K_{pz} = 1,80.$$

$$K_{py} = 2,52.$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Коефіцієнт тертя f між змінним кулачком та заготовкою залежить від характеру його робочої поверхні. При формі кулачкової робочої поверхні з кільцевими канавками $f = 0,3$. Тоді

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 112 \cdot 218,3}{0,3 \cdot 218,3} = 1344, \text{ Н}$$

Сила P_y прагне вивернути заготовку з кулачків щодо осі, створюючи момент

$$M_p = P_y \cdot l \quad (3.6)$$

Цьому моменту протистоїть момент, крутний момент від затискної сили.

$$M_3 = T \cdot \frac{2}{3} \cdot d_2 \quad (3.7)$$

Величина затиску W_1 дещо збільшується порівняно W :

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3 \cdot l_k \cdot f}{H_k}} = 17511,1, \text{ Н} \quad (3.9)$$

3.4. Розрахунок затискного механізму силового приводу.

Визначимо зусилля Q , створене проєктованим силовим приводом, яке затискним механізмом підсилюється та передається кулачкам.

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (3.9)$$

Дане відношення для клинового механізму буде рівним:

$$i = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg}\varphi_1} \quad (3.6)$$

Підставивши відповідні значення і отримуємо

$$Q = \frac{1751,1}{2,1} = 833,9 \text{ Н}$$

Розрахуємо силовий привід. Діаметр поршня пневматичного циліндра знайдемо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2},$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де P – Робочий тиск середовища, яке приймемо $P = 0,4$ МПа.

Для пневмоциліндра отримаємо:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 833,9}{0,4} + 60^2} = 79, \text{ мм.}$$

Конструкція верстата дозволяє вбудувати силовий привід з діаметром поршня трохи більше 120 мм. Тому, розраховані параметри пневматичного приводи прийнятні.

3.5. Проектування ріжучого інструменту.

Кругла протяжка є багатолезовим різальним інструментом, який застосовується у серійному та масовому типах виробництв. Головним рухом такого виду обробки є поступальне переміщення інструмент. Рух подачі закладено у конструкції протяжки.

На операції 035 – Протяжна обробляється внутрішній посадковий отвір деталі протяжкою круглою. Наше завдання спроектувати інструмент для цієї операції. Діаметр отвору перед обробкою $D_0 = 48,3$ мм. Діаметр отвору після обробки $D = 48,9$ Н8^(+0,039).

Розрахунок ріжучої частини протяжки будемо вести за методикою [12]

Вихідні дані:

Вихідний діаметр отвору заготовки до протягування – $D_0 = 48,3$ мм;

Діаметр отвору заготовки після обробки – $D = 48,9$ мм;

Верхнє граничне відхилення отриманого отвору – $+0,039$ мм;

Нижнє граничне відхилення отвору, що отримується – 0;

Довжина отвору, що обробляється – $L_0 = 55$ мм;

Матеріал заготівлі – сталь 25Л.

Межа міцності матеріалу, що обробляється – $\sigma = 441$ МПа;

Визначення геометричних параметрів різальної частини протяжки.

Задній кут ріжучих зубів приймаємо $\alpha_{r0} = 3^\circ$. [14]

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передній кут для обробки сталі з $\sigma = 441$ МПа приймаємо $\gamma_{or} = 12^\circ$.

Розрахуємо припуск для обробки.

$$D_{\max} = D + \frac{1}{2} IT = 48,9 + \frac{1}{2} 0,039 = 48,920, \text{ мм.}$$

$$A = \frac{D_{\max} - D_0}{2} = \frac{48,920 - 48,3}{2} = 0,310, \text{ мм.}$$

Визначимо крок ріжучих зубів:

$$t = (1,25 \dots 1,5) \sqrt{L_0},$$

$$t = 1,3 \sqrt{55} = 9,641, \text{ мм.}$$

Приймається $t = 10$ мм. Призначимо розміри стружкових канавок та визначаємо товщину зрізу, що припадає на зуб:

$$a_z = \frac{F_K}{K \cdot L_0} = \frac{12,57}{4 \cdot 55} = 0,057,$$

Визначимо кількість одночасно працюючих зубів:

$$q = \frac{L_0}{t} + 1 = \frac{55}{10} + 1 = 6,5.$$

Приймаємо 7 зубів.

Визначимо силу, що припадає на міліметр оброблюваного контуру:

$$P_z = C_p \cdot \sigma_s \cdot a_z^{0,85} \cdot K_\gamma,$$

Вибираємо глибину шліфування:

$$K_\gamma = \frac{90 - \gamma}{75} = \frac{90 - 18}{75} = 0,96.$$

$$P_z = 3,3 \cdot 441 \cdot 0,057^{0,85} \cdot 0,96 = 122,38, \text{ Н.}$$

Визначимо зусилля протягування:

$$P_T = \pi \cdot P_z \cdot D \cdot q = 3,14 \cdot 122,38 \cdot 48,9 \cdot 7 = 131537, \text{ Н.}$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Визначимо напруги у канавці:

$$\sigma_1 = \frac{4 \cdot P_T}{\pi(D_0 - 2h)^2} = \frac{4 \cdot 131537}{3,14(48,3 - 2 \cdot 4)^2} = 103,2, \text{ МПа.}$$

За [2] приймаємо найбільший діаметр хвостовика:

$$d_1 = 40 \text{ мм.}$$

Визначимо напругу в небезпечному перерізі хвостовика:

$$\sigma_x = \frac{P_T}{F_x} = \frac{131537}{804,2} = 163,56,$$

Визначимо кількість чорнових зубів:

$$z = \frac{A - a'_z z'}{a_z} + 1.$$

Приймаємо:

$$a'_z = 0,0125; z' = 2.$$

Тоді буде:

$$z = \frac{0,310 - 2 \cdot 0,0125}{0,057} + 1 = 6.$$

Визначаємо діаметри чорнових зубів:

$$D_i = D_0 + 2a_z(i - 1).$$

$$D_1 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(1 - 1) = 48,300, \text{ мм.}$$

$$D_2 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(2 - 1) = 48,414, \text{ мм.}$$

$$D_3 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(3 - 1) = 48,528, \text{ мм.}$$

$$D_4 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(4 - 1) = 48,642, \text{ мм.}$$

$$D_5 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(5 - 1) = 48,756, \text{ мм.}$$

$$D_6 = 48,3 + 2 \cdot 0,057(6 - 1) = 48,850, \text{ мм.}$$

Визначаємо діаметри чистових зубів:

$$D_{ч1} = D_z + 2a'_z j.$$

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$D_{\text{ч1}} = 48,850 + 2 \cdot 0,0125 \cdot 1 = 48,875, \text{ мм.}$$

$$D_{\text{ч2}} = 48,850 + 2 \cdot 0,0125 \cdot 2 = 48,900, \text{ мм.}$$

Визначимо довжину ріжучої частини:

$$l_p = t(z + z') = 10(6 + 2) = 80, \text{ мм.}$$

Визначимо параметри калібрувальної частини. Задній кут приймаємо $\alpha_r = 1^\circ$. Приймаємо передній кут $\gamma_r = 1^\circ$. Виберемо число калібрувальних зубів за [12]: $Z_K = 6$

Визначимо крок калібруючих зубів

$$t_K \approx (2/3)t = 8, \text{ мм.}$$

Номинальний діаметр всіх калібруючих зубів протяжки

$$D_K = D_{\text{max}} = 48,900, \text{ мм.}$$

Визначимо довжину калібрувальної частини:

$$l = k_K \cdot z_K = 8 \cdot 6 = 48, \text{ мм.}$$

Загальна довжина протяжки:

$$L = L_1 + l_p + l_K + l_{3H} = 230 + 80 + 48 + 40 = 398, \text{ мм.}$$

Визначаємо кількість канавок:

$$n_c = 1,85\sqrt{D} = 1,85\sqrt{48,9} = 12.$$

$$\frac{180}{n_c} = \frac{180}{12} = 15^\circ.$$

Твердість після термічної обробки різальної частини HRC 62...66.

Твердість після термічного оброблення хвостової частини HRC 44...50.

Отже в третьому розділі даної роботи ми спроектували на операцію 015 – точіння чистове, спеціальне затискне технологічне оснащення з пневматичним приводом. Також в цьому розділі сконструювали спеціальний ріжучий інструмент – протяжка круга для операції 035 – Протяжна

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Організація служби охорони праці на підприємстві.

Ефективна та безпечна праця можлива лише в тому випадку, якщо виробничі умови на робочому місці відповідають усім вимогам міжнародних стандартів у галузі охорони праці. Право на безпечну працю закріплено у Конституції України.

У сфері охорони праці на підприємствах та в установах основними законодавчими актами є Закон України «Про охорону праці»; ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування; та інші нормативні документи [5, 8, 10].

До державної системи стандартизації України входять такі категорії нормативних документів та види стандартів):

ДСТУ – державний стандарт України;

ГСТУ – галузевий стандарт України;

СТТУ – стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України;

ТУУ – технічні умови України;

СТП – стандарти підприємств.

Державна політика в галузі охорони праці передбачає спільні дії органів законодавчої та виконавчої влади України, об'єднань роботодавців, професійних спілок в особі їхніх відповідних органів та інших уповноважених працівниками представницьких органів щодо покращення умов та охорони праці, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань [5].

Організацією та координацією та робіт із охорони праці на

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємствах з кількістю працюючих понад 100 осіб займається служба або відділ охорони праці, яку зазвичай очолює головний інженер підприємства. Ця служба/відділ також проводить аналіз стану та причин виробничого травматизму та професійних захворювань спільно з відповідними службами на підприємстві; впроваджують заходи щодо запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням, та організує їх виконання та контроль; організує роботу для підприємства з проведення перевірок, технічного стану: будівель, споруд, устаткування; проводять атестацію робочих місць; проводять вступний інструктаж і надають допомогу у навчанні з питань охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Служба/відділ охорони праці щоденно вирішує коло питань, починаючи від розроблення перспективного та поточного планів щодо покращення та оздоровлення умов праці, закріплюючи їх у колективних договорах та забезпечує їх виконання, та закінчуючи веденням документації та складанням звітності.

Основними завданнями служби/відділу охорони праці є контроль за дотриманням законодавчих та інших нормативно-правових актів з охорони праці робітниками підприємства; покращення профілактичної роботи щодо попередження виробничого травматизму, професійних та виробничозумовлених захворювань та поліпшення умов праці.

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на виробничій дільниці.

Шкідливими факторами називаються фактори, які негативно впливають на працездатність або викликають професійні захворювання та інші несприятливі наслідки. Небезпечними факторами є фактори, які здатні за певних умов викликати гостре порушення здоров'я, що може призвести до летальних випадків [8].

Експлуатація обладнання цехів, або дільниць абразивної обробки

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

(шліфувальних верстатів, галтувальних машин) пов'язана з низкою специфічних шкідливих та небезпечних факторів, серед яких найбільшого поширення набули механічні травми.

Шліфувальні верстати мають шпинделі, які обертаються з високою частотою, планшайби, магнітні плити із закріпленими на них заготовками або шліфувальними кругами. Окремі види верстатів також мають рухомий супорт, швидкість переміщення якого може становити 5...10 м/хв. Кулачки, що виступають, або інші деталі пристосувань при необережному наближенні до них, можуть завдати серйозної травми. Особливо важкі травми виникають при захопленні обертальною планшайбою частин одягу або довгого волосся, що випадково потрапили в робочу зону верстата. Наявність такої потенційної небезпеки потребує дотримання комплексу технічних, санітарно-гігієнічних та правових заходів, спрямованих на створення безпечних та здорових умов праці.

Конструкції серійних промислових верстатів, повинні відповідати вимогам, викладеним у ДСТУ та міжнародних стандартах ISO . Вимоги безпечної роботи викладені у відповідних інструкціях, які мають бути на кожному підприємстві [5, 8].

При розмірному налагодженні верстата часто потрібно проводити вимірювання заготовки після пробних проходів, спостерігати за контрольними приладами під час обертання заготовки та інструментів. Цьому необхідно надавати особливу увагу і обережність, так як іноді доводиться близько нахилитися до рухомого столу, заготовки та інструменту. Велика обережність потрібна при спостереженні за роботою різального інструменту, під час очищення робочого місця від стружки, коригування налагоджувальних пристроїв.

Велику небезпеку створює стружка. При абразивній обробці, утворюється переважно дрібна пилоподібна стружка. Наявність у повітрі виробничого приміщення стружки та абразивного пилу за відсутності

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

спеціальних засобів захисту призводить до професійних захворювань органів дихання (силікоз), подразнення слизових оболонок, тому пил та дрібну стружку можна віднести до шкідливих виробничих факторів. Характерними небезпечними і шкідливими факторами на дільниці абразивної обробки також є шум, вібрація та інші види коливальних впливів, викликані зворотно-поступальними рухами повзунів, обертальними маховиками, шпинделями з великими швидкостями обертання, особливо при їх недостатньому динамічному балансуванні.

Особливу небезпеку при експлуатації металорізального обладнання становить електричний струм, що передається через тіло, що працює від несправної проводки або незаземлених частин обладнання, що випадково опинилися під напругою. Менш характерними несприятливими факторами механічних ділянок є електромагнітні випромінювання силових енергоустановок, недостатня освітленість, підвищений статичний рівень електрики; речовини та сполуки, що входять до складу мастильно-охолоджуючих рідин, та мають токсичну, дратівливу, канцерогенну дію. Важливе місце займають психофізіологічні чинники – фізичні навантаження та нервово-психічні – розумова перенапруга, перенапруга аналізаторів, монотонність праці, емоційні навантаження.

Менш характерними несприятливими факторами механічних дільниць та цехів є електромагнітні випромінювання силових енергоустановок, недостатня освітленість, підвищений статичний рівень електрики; речовини та сполуки, що входять до складу мастильно-охолоджуючих рідин, та мають токсичну, дратівливу, канцерогенну дію.

Важливе місце займають психофізіологічні чинники – фізичні навантаження та нервово-психічні, розумове перенавантаження, монотонність праці, емоційні стреси.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Захист робітників від надзвичайних ситуацій.

Надзвичайна ситуація (НС) – це сукупність надзвичайних подій та умов, що склалися на цій території. Причини виникнення НС можуть бути різного характеру: природного, техногенного, біологічного, екологічного та соціального [10].

Для виробничих цехів та дільниць машинобудівних підприємств найбільш характерною є пожежна небезпека, а також небезпека вибуху – раптової розгерметизації апаратів з надлишковим внутрішнім тиском. Це пов'язано зі значною кількістю горючих рідин, зріджених газів та твердих матеріалів, велика кількість ємностей та апаратів під тиском для зберігання пожежонебезпечних продуктів, велика оснащеність електропристроями.

Найпоширеніші причини пожеж, що виникають на виробничих дільницях та в цехах такі: порушення технологічного режиму; несправність електроустаткування; самозаймання промасленого ганчір'я; зношення та корозія трубопроводів та судин під тиском; іскри при електро- та газозварювальних роботах; конструктивні недоліки обладнання; ремонт обладнання під час його безпосередньої роботи; реконструкція установок із відхиленням від технічних вимог та інструкцій з експлуатації.

На практиці нейтралізації пожеж найбільшого поширення набули способи припинення горіння: ізоляція осередку горіння повітря або зниження шляхом розведення повітря негорючими газами концентрації кисню до значення у якому може відбуватися процес горіння; охолодження епіцентру розгорання нижче за певні температури; інтенсивне гальмування (інгібірування) швидкості хімічної реакції в полум'ї; механічний зрив полум'я внаслідок на нього струменя газу чи води; створення умов вогнеперегородження, тобто. таких умов, за яких полум'я поширюється через вузькі канали.

До первинних засобів пожежогасіння відносяться найпростіші прилади [8], які використовуються робітниками при виникненні пожежі (внутрішні

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водопровідні пожежні крани, ручні вогнегасники, гідропульт, відро, інструмент для розтягування палаючого матеріалу та інші засоби). На механічній дільниці, обладнаній багатоцільовими верстатами, організовано пункт, оснащений пожежним обладнанням. Підступи до цього пункту залишають завжди вільними.

На дільниці розміщуються два вогнегасники ОУ-2 на відстані 50...60 м один від одного. Для забору води при пожежних потребах на водопровідних лініях встановлюють пожежні гідранти надземного виконання. Пожежні гідранти розміщують на відстані не більше 50 м один від одного, не далі 2,5 м від краю дороги та не менше 5 м від стін будівель [8].

При виникненні пожежі має вирішуватися питання про шляхи евакуації та евакуаційні виходи, люди повинні залишити будівлю протягом мінімального часу, що визначається найкоротшою відстанню від місця їх перебування до виходу назовні. Відстань від будь-якого робочого місця до виходу має бути не менше 60 м. Виходячи з цього, при проектуванні будівлі слід спроектувати два евакуаційні виходи. Це мають бути ворота із двох сторін будівлі.

4.4. Джерела забруднення навколишнього середовища та основні заходи щодо її захисту.

Навколишнє атмосферне повітря безперервно піддається забрудненню. Повітря виробничих приміщень забруднюється викидами технологічного обладнання або під час проведення технологічних процесів без локалізації речовин, що виділяються. Вентиляційне повітря, що видаляється з приміщення, може стати причиною забруднення атмосферного повітря промислових майданчиків і людних місць. Крім того, повітря промислових майданчиків та людних місць забруднюється технологічними викидами цехів, транспортних засобів та інших джерел. Сучасне машинобудування розвивається з урахуванням великих виробничих об'єднань, які включають

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

заготівельні і механічні цехи, цехи абразивної обробки матеріалів, цехи хімічних покриттів поверхонь деталей, а інколи навіть власне ливарне виробництво.

Абразивна обробка на верстатах супроводжується виділенням пилю, туманів, мастил та емульсій, які через вентиляційну систему викидаються з приміщень.

Засоби захисту атмосфери повинні обмежувати наявність шкідливих речовин у повітрі докільля людини на рівні гранично допустимих концентрацій (ГДК). Дотримання вимог досягається локалізацією шкідливих речовин у місцях їх утворення, відведенням із приміщення або від обладнання чи розсіюванням в атмосфері. У цеху реалізуються такі варіанти захисту атмосферного повітря: виведення токсичних речовин із приміщень загальнообмінною вентиляцією, локалізація токсичних речовин у зоні їх утворення місцевою вентиляцією, очищення забрудненого повітря спеціальними апаратами та його повернення у виробниче приміщення, якщо повітря після очищення в апараті відповідає нормативним вимогам до притокового повітря; очищення технологічних газових викидів у спеціальних апаратах, викид та розсіювання в атмосфері.

Виробничі підприємства мають бути оснащені пиловловлюючими установками для уловлювання пилю від обдирно-шліфувальних верстатів, витяжною установкою для заточувальних верстатів, газоуловлюючими установками для уловлювання парів кислот, лугів. Таким чином, для кожного виду забруднення існує свій метод, спеціальний апарат, який дозволяє з мінімальними витратами енергії отримувати високий рівень очищення.

Нині основним джерелом забруднення гідросфери є промислові підприємства. Під забрудненням водних ресурсів розуміють будь-які зміни фізичних, хімічних та біологічних властивостей води у водоймах у зв'язку із скиданням у них рідких, твердих та газоподібних речовин, які завдають або можуть створити небезпеку, роблячи воду даних водойм небезпечною для

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

використання, завдаючи шкоди народному господарству, здоров'ю та безпеці населенню.

Відпрацьована вода є суспензією дрібних частинок металу, що утворюються в результаті їх різання, а також частинками абразиву. Крім цього, при вологому прибиранні діляниць у каналізацію зливається вода, забруднена силікатним пилом, частинками побутового сміття, нафтопродуктами, а також біологічними забруднювачами. У зв'язку зі значним обсягом стічних вод виникає необхідність знешкоджувати, очищати стічні води та утилізувати їх.

Очищення стічних вод – обробка стічних вод для руйнування або видалення з них шкідливих речовин. Методи очищення стічних вод можна розділити на механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні. Цехова каналізація оснащена приладами, що використовують механічні методи: із стічних вод шляхом відстоювання та фільтрації видаляються механічні домішки. Стоки з цехового відстійника надходять у загальнозаводську каналізацію, а потім на очисну станцію. На станції стічні води проходять фізико-хімічну обробку. Із стічних вод видаляються тонкодисперсні та розчинені неорганічні домішки шляхом коагуляції.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У випускній кваліфікаційній роботі на основі аналізу технічних вимог до заданої деталі розроблено технологічний процесу механічного оброблення шківів приводу насоса з мінімальними витратами. Проведено аналітичний аналіз та спроектовано заготовку методом лиття, розраховано припуски на одну з поверхонь деталі. Підбрано раціональні та оптимальні засоби технологічного оснащення на кожну операцію техпроцесу з розрахунком режимів різання на кожну операцію.

В конструкторському розділі на операцію 015 – точіння чистове сконструйовано спеціальний верстатний пристрій з пневматичним приводом. Для операції 035 – Протяжна спроектовано різальний інструмент.

В розділі – «Охорона праці» – описано актуальність вирішення питань охорони та безпеки. Розроблені заходи протипожежної профілактики, нормативні вимоги безпеки при роботі на верстатах, охорона навколишнього середовища згідно діючих нормативно-правових документів та державних стандартів. Описано загальні вимоги та інструкції роботи, заходи для зменшення впливу шкідливих факторів для заданого технічного об'єкта.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бочков В.М. Розрахунок та конструювання металорізальних верстатів: Підручник. / В.М. Бочков, Р.І. Сілін, О.В. Гаврильченко. За ред. Р.І. Сіліна. – Львів: Видавництво «Бескид Бід», 2008. – 448с.
2. Бурек Я. Верстатне обладнання : навч. посіб. / Я. Бурек, І.В. Гурей, З.А. Стоцько – Львів: Вид-во ун-ту «Львівська політехніка», 2014. – 168 с.
3. ГОСТ 3212-92 Комплекти модельні. Ухили формувальні, стрижневі знаки, допуски розмірів.
4. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 1: навчальний посібник – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 125 с.
5. ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять.
6. ДСТУ 8781-2018. Виливки зі сталі. Загальні технічні умови.
7. ДСТУ 8981:2020. Виливки з металів та сплавів. Допуски розмірів, маси та припуски на механічну обробку.
8. ДСТУ ISO 45001:2019 (ISO 45001:2018, IDT) Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування.
9. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки :навч. посіб. / Ж. П. Дусанюк та ін. Вінниця, 2009. – 199 с.
10. Жидецький В.Ц. Практикум із охорони праці: Навчальний посібник/ В.Ц. Жидецький , В.С. Джигерей , В.М. Сторожук та ін; з ред. В.Ц. Жидецького. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
11. Методичні вказівки до виконання бакалаврської випускної роботи із спеціальності 131 – Прикладна механіка, професійного спрямування: «Металорізальні верстати та системи» для студентів всіх форм навчання. / уклад. Р.М. Полінкевич,– Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 60 с.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

12. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Ю.Є. Паливода, А.Є. Дячун, Р.Я. Лещук. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

13. Петраков Ю. В. Автоматичне управління процесами обробки матеріалів різанням. УкрНДІАТ, К.: 2004. – 384 с.

14. Хільчевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навчальний посібник. [Текст] / Хільчевський В.В., Кондратюк С.Є., Степаненко В.О., Лопатько К. Г. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

15. Четвержук Т.І. Металообробне обладнання. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освітньо-професійної програми «Прикладна механіка» галузь знань 13 Механічна інженерія спеціальності 131 «Прикладна механіка» денної та заочної форм навчання. / Четвержук Т.І. – Луцьк: Луцький НТУ, 2019 – 112с.

16. Залога, В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні. Навч. посіб. / В.О. Залога, В.Д. Гончаров, О.О. Залога. – Суми: СумДУ, 2013. – 371 с.

17. Якімов О.В. Технологія машино- та приладобудування. Навч. Посібник. – Луцьк: Видавництво ЛДТУ, 2005. – 712 с.

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТК И

					025Б – 023.00.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47