

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра конструювання верстатів, інструментів та машин
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Верстатне та інструментальне забезпечення обробки деталі
«Шток гідроциліндра»

Виконав: студент (ка) IV курсу, групи МВс-41
напряму підготовки (спеціальності)

133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

	_____	<u>Танавський Я.О.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Гагалюк А.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<u>Кобельник В.Р.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	<u>Кобельник В.Р.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	<u>Окіпний І.Б.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра конструювання верстатів, інструментів та машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Кобельник В.Р.
(прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавра
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

студенту Танавському Ярославу Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Верстатне та інструментальне забезпечення обробки деталі «Шток гідроциліндра»

Керівник роботи старший викладач кафедри ВІ Гагалюк Андрій Валерійович, к.т.н
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «19» січня 2022 року № 4/7-11 .

2. Термін подання студентом завершеної роботи до 20 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи технологічний процес виготовлення деталі, річна програма випуску 20000 шт.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, Аналітичний частина: аналіз завдання, характеристика об'єкту виробництва, огляд літератури. Технологічна частина: розрахунок режимів різання для технологічної операції (ТО), верстатне забезпечення ТО, інструментальне забезпечення усіх ТО. Конструкторська частина: розробка кінематичної схеми верстату (опис кінематичної схеми верстату). Конструювання вузла верстату (або спец. інструменту або виконавчого механізму). САПР. 4 Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. висновки. перелік посилань. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) Креслення деталі та заготовки – 1 арк. фА1, Загальний вигляд круглошліфувального верстату 3М151– 1 арк. фА1, Кінематична та структурно-кінематичні схеми – 1 арк. фА1, Карта інструментального налаштування верстата 16К20Ф3 – 1 арк. фА1, Операційні ескізи – 1 арк. фА1, Шліфувальна бабка - 1 арк. фА1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи хорони праці</i>	<i>к.т.н., асист. каф VI Сенік А.А.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>к.т.н., зав. каф. VI Кобельник В.Р.</i>		

Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналітичний розділ</i>	<i>до 31.01.2022</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>до 14.02.2022</i>	
3	<i>Конструкторський розділ</i>	<i>до 28.02.2022</i>	
4	<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>		
5	<i>Оформлення переліку посилань</i>	<i>до 30.05.2022</i>	
6	<i>Оформлення змісту роботи та реферату</i>	<i>до 6.06.2022</i>	
7	<i>Оформлення графічної частини роботи та додатків</i>	<i>до 13.06.2022</i>	

Студент

(підпис)*Танавський Я.О.*_____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)*Гагалюк А.В.*_____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 57 с., 9 рис., 9 табл., 9 додатків, 8 джерел

Танавський Я.О. «Верстатне та інструментальне забезпечення обробки деталі «Шток гідроциліндра». 133 – Галузеве машинобудування; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; м. Тернопіль, 2022 р.

Об'єкт дослідження – Верстатне та інструментальне забезпечення обробки деталі «Шток гідроциліндра».

Предмет дослідження – шліфувальна бабка

Мета роботи – на основі аналізу базового технологічного процесу підібрати раціональне металообробне обладнання, продуктивний різальний та вимірний інструменти.

Методи дослідження – аналізу, аналітично – розрахунковий.

Результати – в процесі аналізу базового технологічного процесу визначено можливості його оптимізації шляхом поєднання декількох технологічних операцій, заміни шліфувального верстат на більш продуктивний та енергоефективний. Розглянуто шляхи модернізації шліфувальної бабки.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РІЗАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ, БАЗОВА ПОВЕРХНЯ, БАЗА, ЧОРНОВА ОБРОБКА, ЧИТSOVA ОБРОБКА, ШЛІФУВАННЯ

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	РЕФЕРАТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		Танавський Я.О.						
<i>Перевірив</i>		Гагалюк А.В.					4	
<i>Рецензент</i>						ТНТУ ім.І.Пулюя		
<i>Н. контр.</i>		Кобельник В.Р.				гр. МВс-41		
<i>Затверд.</i>		Кобельник В.Р.						

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ		5
ВСТУП		7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА		9
1.1 Аналіз завдання.....		9
1.1.1 Призначення деталі.....		9
1.1.2 Визначення типу виробництва.....		10
1.1.3 Аналіз базового технологічного процесу.....		10
1.1.4 Вибір методів обробки.....		13
1.2 Характеристика деталі «Шток гідроциліндра».....		16
1.3 Огляд літератури.....		17
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		19
2.1 Розрахунок режимів різання для технологічної операції.....		19
2.2 Верстатне та інструментальне забезпечення технологічної операції.....		24
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА		27
3.1 Опис конструкції верстата.....		27
3.2 Кінематичний розрахунок верстата.....		29
3.2.1 Опис формоутворення.....		29
3.2.2 Вибір структури приводів верстату.....		30
3.2.3 Привід головного руху.....		31
3.2.4 Привід бабки вибору.....		32
3.2.5 Привід руху подач.....		36
3.2.6 Механізм поперечних подач.....		36
3.2.7 Гідропривід верстата.....		37
3.3 Модернізація приводу головного руху круглошліфувального верстату.....		38
3.4 Розрахунок необхідної потужності для приводу шліфувального круга.....		42
3.5 Розрахунок клино – пасової передачі.....		43

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Танавський Я.О.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Гагалюк А.В.			5	2	
Рецензент					<i>ТНТУ ім. І.Пулюя гр. МВс-41</i>		
Н. контр.		Кобельник В.Р.					
Затверд.		Кобельник В.Р.					

4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	46
4.1	Інструкції з охорони праці на підприємстві	46
4.2	Типова інструкція з охорони праці для шліфувальника	47
	ВИСНОВКИ	52
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	53
	ДОДАТКИ	

По

милка! Закладку не визначено.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

ВСТУП

Шліфування є єдиним методом фінішної обробки відповідальних поверхонь деталей машин. Як правило, такими поверхнями є поверхні для монтування підшипників або для взаємодії з ущільненнями в гідравлічних системах, де шорсткість поверхні особливо важлива. Можливість отримати поверхні деталей відповідної точності та шорсткості роблять процес шліфування незамінним з поміж інших методів обробки.

Патентні дослідження ще з 50 – х років минулого століття, швидкість оброблення збільшилася від 25 – 30 м/с до 180 м/с у 2012р і прогнозувалося, що до 2018 мала досягнути, навіть 300 м/с. Використання продуктивних методів обдирного шліфування дозволяють знімати припуск, навіть до 10 мм за прохід, що ставить під сумнів використання попередніх видів обробки, таких як точіння, розточування, фрезерування тощо. Попри проведені експериментальні та теоретичні дослідження щодо збільшення швидкості шліфувального диска підтвердили значне зменшення сили різання, зниження температури в зоні різання і розмірного зношення диска, створили умови для підвищення точності, якості та продуктивності обробки приблизно у 1,5 рази.

Найбільш висока точність і якість обробки (2-5 мкм на 500 мм довжини) досягається при шліфуванні периферією круга, відхилення від площинності складає 3 – 5 мкм, висота шорсткості шліфованої поверхні $Rz = 0,2 \dots 0,08$ мкм, глибина дефектного шару 5 – 10 мкм.

Зазначені вимоги можна реалізувати при створенні спеціальних і спеціалізованих верстатів для швидкісного шліфування. Технологічні і техніко-економічні переваги швидкісного шліфування забезпечуються найбільше ефективно при високому рівні автоматизації основних і допоміжних робіт. Поряд із новостворюваними спеціалізованими і спеціальними верстатами для швидкісного шліфування у промисловості працює багато шліфувальних верстатів

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Танавський Я.О.</i>			ВСТУП	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Гагалюк А.В.</i>					7	2
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ ім.І.Пулюя гр. МВс-41</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						

з швидкістю шліфування $v_{\text{шліф}} = 30 \dots 35$ м/с. Непопулярність використання очевидних переваг і переходу на високі швидкості шліфування понад 80 м/с пояснюється тим, що частка шліфувальних поверхонь в деталі у співвідношенні до трудомісткості виготовлення деталі загалом є досить малою, особливо в одининому та дрібносерійному виробництві. А у масовому навпаки – скорочення допоміжного та основного часу може створити значну економію коштів.

Більшість парку круглошліфувальних верстатів складають моделі сімейств 3М151-153, 3М151-153 та інші, переважно Харківського, Лубнянського та Вільнюського заводів. Їх велика кількість є значним резервом для модернізації, а збільшення швидкості шліфування до $v_{\text{шліф}} = 50 - 60$ м/с може значно покращити продуктивність обробки, при тому, що така модернізація не потребує будь-яких суттєвих конструктивних переробок.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз завдання

Основним завданням моєї бакалаврської роботи є проаналізувати технологічний процес виготовлення деталі «Шток гідроциліндра», верстатне та інструментальне забезпечення технологічного процесу, по можливості поєднати декілька операцій з метою раціонального використання обладнання.

1.1.1 Призначення деталі

Виходячи з призначення деталі, я повинен проаналізувати технічні умови її виготовлення. Найточніша поверхня деталі виконана за 7 квалітетом – це діаметр отвору, в який встановлений підшипник. На нього поширюються вимоги до перпендикулярності і перетину осей, а також отвір розвертають для підшипника з шорсткістю 2,5Ra. Ці умови відповідають правильним технічним вимогам. Також високі вимоги пред'являються до поверхні 30Øf9, на якій також призначається допуск прямолінійності. Для збільшення фізичних властивостей поверхневого шару ця поверхня деталі загартовується СВЧ на глибину 1,5 мм до твердості 40HRCe. Вона також піддається хромуванню, що підвищує зносостійкість поверхонь, захищає їх від корозії, а також є методом захисної та декоративної обробки. Для збільшення тривалості експлуатації ущільнень поверхню полірують до хромування і після, що дозволяє отримати поверхню з шорсткістю 0,16 Ra. Під час роботи гідроциліндру шток витримує навантаження різного характеру: стиснення, розтягування, згинання. Для того щоб обмежити ці значення, на кресленні поставлені вимоги щодо радіального биття торця по відношенню до циліндричної поверхні, так як при не виконанні цього допуску може статися заклинювання штока в гідроциліндрі.

Для захисту від забруднень підшипника на шток встановлюється пилозахист, який кріпиться гвинтами. Для гвинтових отворів призначається

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	2 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Танавський Я.О.</i>						
<i>Перевірив</i>		<i>Гагалюк А.В.</i>					9	
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ ім. І.Пулюя гр. МВс-41</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						

позиційна допуск з метою обмеження відхилень в розташуванні центрів монтажних отворів і забезпечення так званої «складуваності» різьбового з'єднання. Цей допуск задають тільки тоді, коли гвинтові отвори просвердлюються незалежно один від одного в пристроях або на МРВ з числовим управлінням.

Заготовка виготовлена зі сталі 45 методом гарячого об'ємного штампування на кривошипно гарячештампувальних пресах (КГШП) у відкритих штампах. Клас точності поковки в базовому техпроцесі прийнятий Т5, але для штампування на КГШП для відкритих штамів можна прийняти Т4, що дозволить знизити припуски на обробку і, відповідно, збільшити коефіцієнт використання металу $K_{\text{вм}}$.

1.1.2 Визначення типу виробництва

Річний випуск деталей «Шток» становить 20000 штук Використовуючи масу, як міру трудомісткості виготовлення деталі, визначаю вид виробництва за річним обсягом виробництва і його масою за таблицею 1.1.

Вага деталі – 2,27 кг, річний випуск – 20000 шт. Вид виробництва – середньосерійний.

Таблиця 1.1 – Тип виробництва

Вага деталі, кг	Попередній тип виробництва				
	Одиничний	Дрібносерійний	Середньосерійний	Великосерійний	Масовий
1,0—2,5	<10	10-1000	1000 - 500000	50000 – 100000	>100000

1.1.3 Аналіз базового технологічного процесу

Заготовку отримують шляхом гарячого штампування у відкритих штампах на пресах відповідає попередньо підібраному середньосерійному виду виробництва з точки зору продуктивності.

У початковому технологічному процесі (ТП) на першій операції 005 виконується свердління, розсвердлювання та зенкерування отвору $\varnothing 47 \pm 0,012$, після неї фрезерування та зацентрування торців деталі, що не відповідає принципу

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

одноразового використання чорнових баз. Щоб дотриматися цього принципу необхідно, змінити послідовність виконання операцій, а саме, спочатку обробити торці і зацентрувати їх, а потім обробити ступінчасту циліндричну поверхню, щоб у майбутньому можна було базувати деталь в призму або патрон. Оскільки попередньо був обраний серійний тип виробництва, необхідно гідрокопіювальні верстати на операціях 015, 020 замінити на один верстат з ЧПУ. З використанням верстатів з ЧПУ можна спроектувати концентровані операції з допомогою об'єднання окремих переходів вихідного ТП. На токарних операціях при використанні верстатів з ЧПК можна скоротити номенклатуру інструменту. Так як при використанні верстатів з ЧПК можна поєднувати чернові та чистові операції, і при цьому витримати необхідні розміри, шорсткість і допуск форми, то на цьому верстаті ми можемо поєднати такі операції: 040, 045, 080, 085.

Сумісний операції 005, 050, 065, 070, 075 на яких оброблявся отвір під підшипник, бічна площина вушка штока та отвори під гвинти в одну, яку здійснюватимемо на горизонтально-фрезерному верстаті з ЧПУ за два установа, при базуванні по довгій циліндричній поверхні. В кінці ТП полірується циліндрична поверхня штока на токарно-гвинторізному верстаті 1624М, що недоцільно, так як для здійснення цієї операції на цьому верстаті необхідне додаткове технологічне оснащення. Даний верстат може застосовуватися в умовах одиничного та дрібносерійного виробництва, а в нашому випадку ми маємо середньосерійне виробництво, тому замінимо цей верстат на круглошліфувальний. Результати аналізу зведемо до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Результати аналізу базового технологічного процесу.

№ ТО і зміст операції.	Пристосування	Різальний інструмент
005 Вертикально-свердлильна 2Н135		
Свердлити отвір, зберігаючи розмір $\varnothing 25^{+1}$; Розсвердлити отвір витримуючи розмір $\varnothing 43^{+0,25}$; Зенкерувати отвір витримуючи розмір $\varnothing 44^{+0,16}$	Патрон токарний TOOLSUA 7100-0035 ГОСТ 2675-80	Свердло 2301-0087 $\varnothing 25$ ГОСТ 10903-77; Свердло 2301-0146 $\varnothing 43$ ГОСТ 10903-77; Зенкер 2323-4526 D
010 Фрезерно-центрувальна ПРД-02		

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Фрезерувати торець витримуючи 368±0,8; Центрувати торці зберігаючи розміри 3,9 ^{+0,5} , 3,07±0,24;	Призма Е 91.000	Ніж 03305-3А; Свердло 2317-0106 ГОСТ 14952-75
015 Токарно-копіювальна: ЕМ579		
Точити ступінчасту поверхню в розміри: Ø30,6 ^{-0,16} ; 325±0,15; Ø22,5 _{0,13} ; 47±0,3; кут 60°.	Центр ПЦ 38.000; Центр ПЦ 602.000	Різець MWLNR 2525 М10, пластина 02114-100612 Т15К6 ГОСТ 19048-80
020 Токарно-копіювальна ЕМ579		
точити ступінчасту поверхню, зберігши розміри: Ø19,85 _{-0,12} ; 47±0,3; Ø17,5 _{-0,43} ; 5±0,1; Фаска 0,6×45 о , кут 45°	Центр ПЦ 38.000 Центр ПЦ 602.000	Різець MWLNR 2525 М10, пластина 02114-100612 Т15К6 ГОСТ 19048-80
035 Правлення		
При битті поверхні А відносно центрових отворів більше 0,1 мм, виправити поверхню А до биття не більше 0,1 мм	Призма ПЦ 807,008	
040 Круглошліфувальна ЗБ151		
Шліфувати поверхню до Ø30,3 _{-0,1}	Центр 7032-0029 Морзе 4 ГОСТ 13214-79	Круг ПП 600×63×305 24А 16-ПС27К5 Кл. А ГОСТ 9378-93
045 Різенарізна 5992		
Нарізати різь М20×1,5-6g в розмір 30 ⁺¹	Губки 5993.42.208	Гребінка 2661-0775
050 Вертикально-фрезерувальна 6М12П		
Фрезерувати поверхні, витримуючи розміри 27 _{-0,52} ; 77±1,3 ,кут 45°	Фрезерне пристосування Е 250.000	Фреза 2214-0001 45° ГОСТ 24359-80
055 Горизонтально-фрезерувальна 6Р82Г		
Фрезерувати 2 пази, витримуючи розміри 5 ^{+0,3} ×12±0,2, зберігаючи розмір 6±0,1, послідовно	Ділильна головка 7036-0053 ГОСТ 8615-89	Фреза 2250-0005 Н14 ГОСТ 3964-69
065 Токарна		
Розточити отвір Ø47±0,012 до Ø46,7 ^{+0,17} ; Розточити фаску 0,75×45° в отворі Ø47±0,012; Розточити другу фаску 00,75×45° в отворі Ø47±0,012; Розвернути отвір Ø47±0,012; Розточити 2 канавки 1,9 ^{+0,14} до Ø49,5 ^{+0,25} послідовно в розміри 10,75±0,215; 21,5 ^{+0,13}	Планшайба ПЦ 451.000	Різець 03211-51 Т15К6; Разв'єртка ПЦ 683.000; Різець для канавок
070 Вертикально-свердлильна 2Н135		
Свердлити 4 отвори Ø4,2 ^{+0,13} в розмір 45°±5°; 90°; Ø62±0,3; Зенкерувати 8 фасок 0,6×45° в отворах Ø4,2 ^{+0,13} .	Кондуктор Е234.000	Свердло 2300-7551 Ø4,2 ГОСТ 10902-77; Зенківка 2353-0121 ГОСТ 14953-80
075 Вертикально-свердлильна 2Н135		

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Нарізати різь в 4 отворах М5-6Н, зберігаючи розмір 10^{+1}	Провідник E234.000	Мітчик 2620-1123 НЗ ГОСТ 3266-81
080 Круглошліфувальна 3Б151		
Шліфувати поверхню до $\varnothing 30_{-0,127}^{-0,075}$ на довжині 277 мм	Центр 7032-0029 Морзе 6 ГОСТ 13214-79	Круг ПП 600×63×305 24А 16-ПС27К5 Кл. А ГОСТ 9378-93
085 Токарно-гвинторізна 1А616		
Підрізати торець зберігаючи розмір $320 \pm 0,18$; Точити фаску в розмір 2 і 30° на поверхні $\varnothing 30$.	Центр 7032-0029 Морзе 4 ГОСТ 13214-79	Різець 2112-0057 Т15К6 ГОСТ 18880-73; Різець 2102-0079 Т15К6 ГОСТ 18877-73
090 Токарно-гвинторізна 1624М		
Полірувати поверхню для хромованого покриття до $\varnothing 30_{-0,132}^{-0,08}$	Центр 7032-0035 Морзе 5 ГОСТ 13214-79	Шліфувальна стрічка 830×50 С2 МА ГОСТ 5009-82
095 Хромування		
100 Токарно-гвинторізна 1624М		
Полірувати поверхню до $\varnothing 30_{-0,072}^{-0,02}$	Центр 7032-0035 Морзе 5 ГОСТ 13214-79	Шліфувальна стрічка 830×50 С2 МА ГОСТ 5009-82
110 Контрольна Орг 1468-01-060А		

1.1.4 Вибір методів обробки.

При призначенні методу обробки слід прагнути до того, щоб одним і тим же методом оброблялася, якомога більша кількість поверхонь заготовки, що дає можливість розробити операції з максимальним суміщенням обробки окремих поверхонь, скоротити загальну кількість операцій, тривалість циклу обробки, підвищити продуктивність та точність обробки заготовки.

Вибір та обґрунтування методів обробки виконую для найбільш відповідальних поверхонь. Внутрішній отвір вушка $\varnothing 47 \pm 0,012$ мм, що відповідає полю допуску Js7, будемо отримувати розточуванням, а остаточну обробку зробимо чистовим розвертанням. Обґрунтування вибору методів обробки будемо проводити на основі необхідних величин уточнення K_y , розрахованих за допусками лінійних розмірів відповідних поверхонь. При виборі методів обробки будемо користуватися довідковими таблицями економічної точності обробки, які містять відомості про технічні можливості різних методів обробки.

Виберемо методи обробки отвору $\varnothing 47Js7$ (IT7; 2,5Ra):

- Розточування чорнове (IT14);
- Зенкерування чорнове (IT12);

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- Зенкерування чистове (IT10);
- Розвертання нормальне (IT8);
- Розвертання точне (IT7);

Так як $\varnothing 47$ мм – досить невеликий діаметр, то для його обробки раціонально в умовах серійного виробництва застосувати осьовий інструмент замість різців, так як осьовий інструмент є більш продуктивним, тим більше, що надалі в отворі фрезеруватимемо ще дві внутрішніх циліндричних поверхню $\varnothing 49,5$ мм та шириною 1,9 мм, нарізуються фаски

Необхідний коефіцієнт уточнення:

$$k_y = \frac{\delta_{\text{заг}}}{\delta_{\text{дет}}} = \frac{2,2}{0,024} = 91,7 \quad (1.1)$$

де

k_y є обов'язковим значенням уточнення;

$\delta_{\text{заг}}$ - допуск розміру заготовки;

$\delta_{\text{дет}}$ - допуск розміру деталі.

Розрахункова величина вартість уточнення для вибраного маршруту обробки:

$$k_{y,\text{розн.}} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 = 1,6^3 \cdot 1,6^2 \cdot 1,6^2 \cdot 1,6^2 \cdot 1,6 = 110 \quad (1.2)$$

де k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 – значення уточнення для кожного переходу або операції при обробці відповідної поверхні.

Точність на чорновому переході обробки сталей зазвичай підвищується на 1...3 квалітети розмірної точності. Точність кожному чистовому і оздоблювальному переході під час обробки сталей підвищується на 1...2 квалітету точності. Єдина система допусків та посадок ЕСДП побудована так, що для одного інтервалу номінальних розмірів допуски у сусідніх квалітетах відрізняються у 1,6 раза. Тому розрахункові величини уточнень для сталей дорівнюватимуть:

$K = 1,6 \dots 1,6^3 = 1,6 \dots 4,1$ – для чорнової обробки;

$K = 1,6 \dots 1,6^2 = 1,6 \dots 2,56$ – для чистової обробки.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>14</i>

Оскільки дотримується умова $k_{у.розр.} > k_{у}$ означає, що потрібна точність забезпечуватиметься вибраними методами обробки.

Виберемо методи обробки циліндричної поверхні штока. Необхідно одержати розмір $\varnothing 30f9$ мм. (IT9, Ra0,16):

- обточування чорнове (IT14);
- обточування напівчистове (IT12);
- обточування чистове (IT10);
- Обточування тонке (IT8).

Вибираємо такі способи обробки, т.я. точіння найдешевший метод обробки, не вимагає спеціального інструменту та обладнання та дозволяє отримати необхідний квалітет розмірної точності. Остаточо необхідний розмір отримуємо поліруванням, т.к. необхідно забезпечити шорсткість поверхні Ra0, 16, а також високий допуск прямолінійності поверхні вказаний на кресленні деталі, а тонким гострінням це зробити неможливо.

Необхідний коефіцієнт уточнення:

$$k_{у} = \frac{\delta_{заг}}{\delta_{дет}} = \frac{2}{0,052} = 38,5$$

Орієнтовна вартість уточнення для вибраного маршруту обробки:

$$k_{у.розр.} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 1,6^3 \cdot 1,6^2 \cdot 1,6^2 \cdot 1,6 = 42,9,$$

Оскільки дотримується умова $k_{у.розр.} > k_{у}$ означає, що потрібна точність забезпечуватиметься вибраними методами обробки. Вибрані методи підсумовуються в таблиці.

Таблиця 1.3 – Підбір методів обробки

№	Поверхня або розмір в мм	Квалітет	Шорсткість, мкм	Способи обробки
---	--------------------------	----------	-----------------	-----------------

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1	Внутр ішній циліндричний отвір вуха 47 \varnothing Js7	Js7	Ra2,5	Заготовка 17 кв.; Розточування чорнове; Зенкерування чорнове; Зенкерування чистове; Розвертання нормальне; Розвертання точне..
2	Циліндрична поверхня штока \varnothing 30f9	f9	Ra0,16	Заготовка 17 кв.; Обточування чорнове; Обточування напівчистове; Обточування чистове; Обточування тонке; Шліфування..
3	Циліндрична поверхня штока \varnothing 17,5h14	h14	Ra12,5	Заготовка 17 кв.; Обточування чорнове.
4	Товщина вушка 27h14	h14	Ra12,5	Заготовка 17 кв.; Фрезерування чорнове.
5	Відстань від осі вушка до торця штока 320Js11	Js11	Ra2,5	Заготовка 17 кв.; Обточування чорнове; Обточування напівчистове.
6	Фаска 0,6x45° на валу \varnothing 17,5h14	h14	Ra12,5	Заготовка 17 кв.; Обточування чорнове
7	2 Фаски 0,6x45° в отворі \varnothing 47Js7	h14	Ra12,5	Заготовка 17 кв.; Зенкування чорнове
8	Розточування отвору \varnothing 49.5H12	H12	Ra6,3	Чорнове фрезерування
9	Отвір з різьбою M5,92	6H	Ra12,5	Свердління; Зенкерування під різьбу
10	Різьба M20 \times 1,5	6g	Ra12,5	Заготовка 17 кв.; Обточування чорнове; Різьбовий різець..

1.2 Характеристика деталі «Шток гідроциліндра»

Шток є частиною гідроциліндра в рульовій трапедії для тракторів МТЗ моделей 2522/2822/3022. Вихідна ланка – це шток, який виконує зворотно-поступальні рухи. За допомогою гідроциліндру енергія робочої рідини перетворюється в механічну енергію руху штока по відношенню до корпусу циліндра. Через шток привід отримує поступальний рух. Передня вісь трактора виступає в якості виконавчого елемента. Шток призначений для передачі сили від поршня до підшипника, а потім на палець.

Шток складається з штока і вушка з отвором. Деталь має простий дизайн. Розглянемо основні поверхні деталі виходячи з її офіційного призначення. Для цього пронумеруємо всі поверхні деталі.

Основні конструктивні поверхні використовуються для основи деталі в механізмі. Основними конструкціями поверхонь є: поверхня 7. Допоміжні конструктивні поверхні, що використовуються для базування інших деталей в механізмі. Такі поверхні будуть: поверхня 4, 5, 7, 11, 12, 13, 16. Приводні поверхні, через які

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

деталь виконує свої функції в механізмі: 4,7,12. Вільні поверхні призначені для обмеження розмірів деталі і надання їй певної форми, їх розміри і форма вибираються довільно.

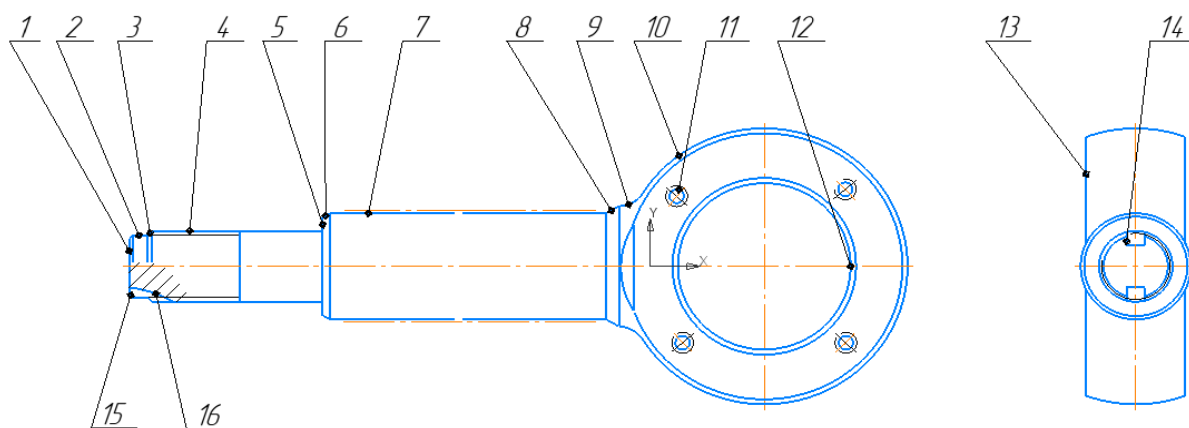


Рисунок 1.1 – Основні поверхні деталі.

Матеріал деталі – конструкційна вуглецева сталь 45 (ДСТУ 7809:2015) широко використовується для виготовлення різних типів і розмірів шестерень, колінчастих валів і розподільних валів, шпинделів, експлуатації в умовах, що вимагають підвищеної міцності і зносостійкості.

Таблиця 1.4 – Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809:2015

C, %	Si, %	Mn, %	S, (% max)	P, (% не більше)	Cr, (% не більше)
0,42-0,50	0,17-0,37	0,5-0,8	0,04	0,035	0,25

Таблиця 1.5 – Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809:2015

Межа міцності σ_B , МПа	Межа текучості σ_T , МПа	Відносне видовження, δ , %	Відносне звуження, ψ , %	Твердість до термообробки і НВ, МПа	Питома вага, г/см ³	Модуль пружності, МПа
530	275	15	57	217	7,8	2,1·10 ⁵

1.3 Огляд літератури

В технологічних процесах оброблення деталей операція шліфування є завершальною технологічною операцією. Кругле шліфування використовують для доведення до відповідної точності та шорсткості посадкових поверхонь призначених для монтування підшипників, зубчастих коліс та шківів. Оскільки,

									Арк.
									17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ				

шліфування забезпечує найкращу точність і якість, то альтернативи процесу шліфування немає. Різноманітність зерен і їх орієнтування в шліфувальному крузі дозволяє досягнути найвищої якості поверхні. Через цю особливість процес шліфування важко дослідити саме в зоні різання і систематизувати як інші види обробки. Шліфування та полірування завжди виконується після термообробки деталі щоб виправити похибки можливого короблення

В схемах круглого зовнішнього шліфування зона контакту шліфувального диска та деталі практично завжди відбувається по лінії, що забезпечує перпендикулярність осі.

В цій роботі частина технологічного процесу оброблення деталі виконується на верстатах з програмним керуванням, тому маршрут обробки і структура технологічного процесу складена у відповідності з рекомендаціями [4, с.60], режими різання розраховуються за методиками описаними в [2, с.300]. Для ефективного і продуктивного шліфування, без суттєвих конструктивних переробок, виконують модернізацію шліфувальної бабки, описану в [3, с.36]. Для швидкого виконання обчислень доцільно використати методи і методики описані в [6].

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок режимів різання для технологічної операції

Розрахунок режимів різання виконаємо для 2-ох переходів за емпіричними формулами за методологією [2, с.265].

1. Розрахуємо режими різання чорнової обробки циліндричної поверхні валу $30\varnothing f9$ на операції «010 токарна з ЧПУ».

Глибина різання: $t = 2,5$ мм;

Подача при чорновому точінні: $S = 0,5$ мм/об.

Швидкість різання при точінні:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{290}{50^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,136 = 147 \frac{\text{М}}{\text{ХВ}} \quad (2.1)$$

де $T = 50$ хв – період стійкості і показники степенів знаходимо по таблиці 17 [2, с.269]: $C_v = 290$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,2$.

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{PIv} = 1,42 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,136 \quad (2.2)$$

де $K_{Mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^1 = 1,42$ – коефіцієнт який враховує якість оброблюваного матеріалу;

$K_{Pv} = 0,8$ – коефіцієнт з урахуванням стану поверхні заготовки;

$K_{PIv} = 1$ – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

де $\sigma_B = 530$ Н/мм² – фізичний параметр, який характеризує матеріал, що підлягає обробці;

$K_{\Gamma} = 1$ і $n_v = 0,8$ – це коефіцієнта і показник степеня, які характеризують групу сталі за оброблюваністю.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Танавський Я.О.			3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Гагалюк А.В.					19	
Рецензент						ТНТУ ім.І.Пулюя гр. МВс-41		
Н. контр.		Кобельник В.Р.						
Затверд.		Кобельник В.Р.						

Визначимо швидкість обертання:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 147}{3,14 \cdot 31} = 1510 \text{ хв}^{-1} \quad (2.3)$$

Приймаємо $n = 1600 \text{ хв}^{-1}$

Визначаю силу різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.4),$$

Коефіцієнти і показники визначаються з таблиці 22 [2, с.273]:

$$C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15$$

$$K_p = K_{\text{мр}} \cdot K_{\phi\text{р}} \cdot K_{\gamma\text{р}} \cdot K_{\lambda\text{р}} \cdot K_{r\text{р}} = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,69 \quad (2.5)$$

де $K_{\text{мр}}, K_{\phi\text{р}}, K_{\gamma\text{р}}, K_{\lambda\text{р}}, K_{r\text{р}}$ коефіцієнти що враховують фактичні умови різання ($K_{\phi\text{р}} = 0,89, K_{\gamma\text{р}} = 1,0, K_{\lambda\text{р}} = 1,0$);

$K_{\text{мр}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77 \quad (2.6)$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 147^{-0,15} \cdot 0,69 = 1456 \text{ Н}$$

Визначаємо потужність, що використовується для різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} = \frac{1456 \cdot 147}{60 \cdot 1020} = 3,5 \text{ кВт} \quad (2.7)$$

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Визначити основний час оброблення T_o :

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} = \frac{275}{1600 \cdot 0,5} = 0,34 \text{ хв} \quad (2.8)$$

де $S_o = 0,5$ мм/об – зворотна подача; $L = 275$ мм – довжина обробки із врахуванням врізання та перебігу інструменту.

2. Розглянемо режими різання кінцевого отвору у вусі $47\text{Ø}Js7$ на горизонтально-фрезерній операції з ЧПУ 015.

Глибина різання дорівнює половині припуску на діаметр, $t = 0,05$ мм;

Подача при чистовому розвертанні: при шорсткості $2,5Ra$ мкм і радіусі різця при вершині – 2 мм, подача $s_0 = 1,05$ мм/об

Швидкість різання при розвертанні:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_y} \cdot K_v = \frac{10,5 \cdot 47^{0,3}}{90^{0,4} \cdot 0,05^{0,2} \cdot 1,05^{0,65}} \cdot 1,37 = 13,3 \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (2.9)$$

де $T = 90$ хв – період стійкості. Показники степенів беремо з таблиці 28 і 29 [2, с.278-279]:

$$C_v = 10,5; q = 0,3; x = 0,2; y = 0,6; m = 0,4.$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{PIv} = 1,37 \cdot 1 \cdot 1 = 1,37$$

де $K_{Mv} = K_\Gamma \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530}\right)^{0,9} = 1,37$ – коефіцієнт який враховує якість оброблюваного матеріалу;

$K_{Пv} = 1$ – коефіцієнт з урахуванням стану поверхні заготовки;

$K_{PIv} = 1$ – коефіцієнт, який враховує матеріал інструменту.

де $\sigma_B = 530$ Н/мм² – фізичний параметр, який характеризує матеріал, що підлягає обробці;

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$K_\Gamma = 1$ і $n_\nu = 0,9$ – це коефіцієнти і показник степеня, які характеризують групу сталі за оброблюваністю.

Визначимо швидкість обертання:

$$n_p = \frac{1000V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 13,3}{3,14 \cdot 47} = 90,1 \text{ хв}^{-1}$$

Приймаємо $n_p = 100 \text{ хв}^{-1}$

Уточнюємо швидкість різання:

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 47 \cdot 100}{1000} = 14,8 \text{ м/хв}$$

Визначаю крутний момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100} = \frac{200 \cdot 0,05^1 \cdot 0,175^{0,75} \cdot 47 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 3,8 \text{ Нм} \quad (2.10)$$

Визначаю подачу на зуб:

$$s_z = \frac{s}{z} = \frac{1,05}{6} = 0,175 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}} \quad (2.11)$$

Визначимо силу різання P_Z :

$$P_Z = 10 \cdot 200 \cdot 0,05^1 \cdot 1,05^{0,75} \cdot 14,87^0 \cdot 0,77 = 80 \text{ Н} \quad (2.12)$$

Коефіцієнти і показники степенів визначаються з таблиці 32 [2, с. 281]:

$$C_p = 200; x = 1; y = 0,75; n = 0$$

$$K_p = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{лр}} \cdot K_{\text{рр}} = 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,77$$

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

де $K_{\text{мр}}, K_{\text{фр}}, K_{\text{γр}}, K_{\text{λр}}, K_{\text{рр}}, K_{\text{фр}}$ коефіцієнти що враховують фактичні умови різання ($K_{\text{фр}} = 1, K_{\text{γр}} = 1,0, K_{\text{λр}} = 1,0$);

$K_{\text{мр}}$ визначається за формулою:

$$K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 147^{-0,15} \cdot 0,69 = 1456 \text{ Н.}$$

Частота обертання:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 13,3}{3,14 \cdot 47} = 90 \text{ об/хв}$$

Для стандартного діапазону з геометричним знаменником 1,26 беремо $n=100$ об/хв.

Визначаю швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 47 \cdot 100}{1000} = 14,8 \text{ м/хв}$$

Визначаю потужність різання:

$$N_{\text{різ}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{3,8 \cdot 100}{9750} = 0,39 \text{ кВт}$$

Розрахуємо основний час (при свердлінні одного отвору):

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S_o \cdot n} = \frac{27 + 12}{1,05 \cdot 100} = 0,37 \text{ хв.}$$

де $l = 27$ мм - довжина отвору;

$l_1 + l_2 = 5 + 7 = 12$ мм - загальне значення перебігу і розбігу.

Для всіх інших операцій режими різання будуть визначатися за стандартами, наведеними в технічних довідниках, а результати розрахунків режимів різання будуть узагальнені в таблиці 2.1.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.1 – Зведена таблиця режимів різання.

№ ТО.	Ім'я операції або переходу	t, мм	S, мм/об	T, хв	n, хв ⁻¹	U _q , м/хв	S _{хв} , мм/хв	N _{різ} , кВт	T _о , хв	L _{р.х.} , мм
005	Фрезерно-центрувальна									
	Фрезерування торця	3	1,8	180	141	71	254	0,25	0,1	40,5
	Свердління центрових отворів	1,58	0,09	15	1150	36	103,5	0,2	0,35	8,97
010	Токарна з ЧПУ									
	Чорнове точіння. Ø17,5 мм	2,7	0,5	50	1600	145	800	3,5	0,007	5
	Чорнове точіння Ø20 мм	2,5	0,5	50	1600	147	800	3,5	0,054	43
	Чорнове точіння Ø31,5 мм	2,5	0,5	50	1600	147	800	3,5	0,34	275
	Напівчист. точіння Ø30,8 мм	0,7	0,47	50	2000	215	940	2	0,29	275
	Чист. точіння Ø30,3 мм	0,5	0,26	50	2500	280	650	1,3	0,42	275
	Тонке точіння Ø30IT8 мм	0,3	0,09	50	2500	350	225	1	1,2	275
	різь M20×1,5-6g	0,8	1,5	50	2000	119	3000	1	0,01	30
015	Горизонтально-фрезерна з ЧПУ									
	фрезерування площини 77±1,3	0,5	0,25	180	750	235,5	60	0,9	0,5	80
	Розточування отвору Ø44	2	0,25	50	1600	228	400	1,5	0,1	35
	Зенкерування чорнове Ø45	0,5	2,5	60	65	10	163	1,2	0,22	35
	Зенкерування чистове Ø46	0,5	1,85	60	65	10	120	1,2	0,29	35
	Розвертання чорнове Ø46,6	0,3	1,4	120	80	8	112	0,43	0,3	35
	Розвертання чистове Ø47	0,2	1,05	120	100	13,3	105	0,39	0,39	35
	Фрезерування канавки по контуру	2,5	0,16	100	1000	164	160	1,8	0,93	150
	Фрезерування фаски	2	0,16	100	1000	164	160	1,8	0,93	150
	Свердління отвору	2,1	0,1	6	1000	40	100	0,28	0,32	32
	Зенкування отвору	0,6	0,1	30	250	10	25	0,12	0,2	5
	Нарізання різі М5-6Н	0,433	0,8	90	300	4,5	240	0,3	0,05	12
	фрезерування паза 5 ^{+0,3}	5	0,24 на зуб	120	250	70	60	0,8	0,5	20
035	Круглошліфувальна									
	Полірування поверхні Ø30 ^{-0,08} _{-0,132}	0,002	10	15	400	25м/с	1000	2,2	0,27	272
045	Круглошліфувальна									
	Полірування поверхні Ø30 ^{-0,02} _{-0,072}	0,002	10	15	400	25м/с	1000	2,2	0,27	272

2.2 Верстатне та інструментальне забезпечення технологічної операції

На цьому етапі остаточно визначається проводиться вибір моделей обладнання,

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						24

верстатних пристроїв, ріжучих та вимірювальних інструментів.

Таблиця 2.2– Характеристики верстатів

Назва МРВ	Модель	Розмір робочої поверхні столу	Габаритні розміри			Вага, кг
			Довжина	Ширина	Висота	
Фрезерно-центрувальний	PRD-02	-	2000	1750	1800	2250
Токарний	16К20Ф3	-	3360	1710	1750	4000
Горизонтально-фрезерний	6904ВМФ2	320×250	2790	2060	2000	5082
Кругло-шліфувальний	3М153	-	2700	2540	1950	4000

Виконаємо вибір ріжучого інструменту для операції 005 Фрезерно-центрувальна. Обробку торців здійснюємо торцевою фрезою. Для вибору торцевої фрези розрахуємо найбільш оптимальний її діаметр залежно від поверхні, що обробляється:

$$D = 1,5 \times d = 1,5 \times 20 = 30 \text{ мм}$$

де D – діаметр фрези; d – діаметр оброблюваної поверхні.

Зі стандартного ряду фрез вибираємо найближче найбільше значення. Мінімальним діаметром фрези є $\varnothing 63$, тому будемо використовувати саме її. Приймаю $\varnothing 63$ ГОСТ 21461-10-88 із вставними ножами 03305-3А, матеріал – Т15К6. Центрові отвори на торцях обробляються за допомогою свердла 2317-0106 ГОСТ 14952-75, матеріал – швидкорізальна сталь Р6М5.

Виберемо вимірювальний інструмент. Для контролю розміру $368 \pm 0,8$ – довжини отриманої після обробки заготовки застосовується штангенциркуль ШЦ II-400-0,1 ГОСТ 166-89 з ціною поділки 0,1 мм, діапазоном вимірювання 0-400 мм., похибкою вимірювання 0,2 мм. Заготовка встановлюється до призму Е91.000. Використовуємо верстат ПРД-02. Для інших операцій вибір ріжучого та вимірювального інструменту робимо аналогічно.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

Таблиця 2.3 Характеристики рiального та вимiрного iнструменту

№ТО	Назва МРВ	Рiзальний iнструмент	Вимiрний iнструмент
005	ПРД-02	Фреза $\varnothing 63$ ГОСТ 21461-10-88 iз вставними ножами 03305-3А, матерiал – Т15К6. свердла 2317-0106 ГОСТ 14952-75, матерiал – Р6М5.	Штангенциркуль ШЦ 2-400-0,1 ГОСТ 166-89
010	16К20Ф3	Рiзцi з ромбовими пластинками та кутом $\phi=95^\circ$ ГОСТ 20872-80, тип 1, Т15К6 (для чорнового та напiвчистового точiння i Т30К4 (чистове та тонке точiння)	Штангенциркулі ШЦ1-160-0,1 ГОСТ 162-80; ШЦ2-400-0,05 ГОСТ 166-89; Мiкрометри МК25-2 ГОСТ 6507-78; МК50-1 ГОСТ 6507-90; Кiльця 8211-0082 6g ГОСТ 17763-72; 8211-1082 6g ГОСТ 17764-72; Зразок шорсткостi Ra1,25 ГОСТ 9378-93. Установка деталi проводиться у центрі (центр переднiй ПЦ 38.000, центр заднiй ПЦ 602.000).
015	6904ВМФ2.	Фреза 2214-0001 45° ГОСТ 24359 – 80, матерiал Р6М5; Т-подiбну фрезу з конiчним хвостовиком ГОСТ 7063-72; мiтчик 2620-1123 Н3 ГОСТ 3266-81, матерiал Р6М5; свердло 2300-7551 4,2 ГОСТ 10902-77, матерiал Р6М5; Зенковка 2353-0121 ГОСТ 14953-80; фреза 2250-0005 Н14 ГОСТ 3964-69.	Штангенциркуль ШЦ-1-160-0,05-1 ГОСТ 166-89; калiбр-пробка 8133-0934 Js7 ГОСТ 14810-69; калiбр розмiром 1,9+0,14 II 66.000-04; нутромiр спеціальний 8146-НА $\varnothing 49,5+0,25$; шаблон розмiр 21,5+0,13; пробка 8221-0027 6Н ГОСТ 17756-72; пробка 8221-1027 6Н ГОСТ 17757-72; штангенглибиномiр ШГ-160 ГОСТ 162-80; спеціальний пристрiй Е 250.000
035	ЗМ153	Повстяний круг ГОСТ 17620-72 дiаметром 125 мм; центр переднiй 7032-0035 Морзе 5 ГОСТ 13214-79, центр заднiй 7032-0043 Морзе 6 ГОСТ 13214-79	Мiкрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Зразки шорсткостi 0,32Ra ГОСТ 9378-93 i 0,16Ra ГОСТ 9378-93; скоба II 1006.000

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дата		26

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Опис конструкції верстата

Круглошліфувальний верстат марки 3М151 призначений для зовнішнього шліфування циліндричних, конічних і торцевих поверхонь тіл обертання. Він виготовлявся на Харківському верстатобудівному заводі. Цифра 3 позначає, що цей верстат відноситься до групи шліфувальних верстатів, а цифра 1 у позначенні означає, що верстат відноситься до типу круглошліфувальних верстатів.

При обробці деталі на верстаті її встановлюють у центри або закріплюють у патроні. Для обробки деталей на зазначеному верстаті забезпечується обертання шпинделя диска, обертання оброблюваної заготовки, поздовжнє переміщення стола, безперервна або періодична подача на товщину зрізаного шару. Деталі, довжина яких менше ширини диска, шліфують без поздовжнього переміщення заготовки методом врізання.

Для визначення всіх рухів у верстаті розглянемо кінематичну схему круглошліфувального верстата 3М151 (рис. 3.1).

Головний рух – обертання шліфувального диска (забезпечується через передачу $\emptyset 112/\emptyset 147(128)$).

Кругова подача – обертання оброблюваної заготовки (забезпечується через передачі ($\emptyset 63/\emptyset 130 - \emptyset 63/\emptyset 168$)).

Поздовжня подача – прямолінійний зворотно-поступальний рух стола із заготовкою забезпечується автоматично від гідроциліндра.

Поперечна подача – періодичне радіальне переміщення шліфувальної бабки за один хід стола (забезпечується автоматично від гідродвигуна через передачі 1/50, 39/39, 2/40, 10).

Допоміжні рухи – ручне поздовжнє переміщення стола (забезпечується від маховичка через передачі 17/51; 51/51, 1/31, рейкову передачу з колесом Z20), ручне поперечне переміщення шліфувальної бабки (забезпечується від маховичка

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4 КОНСТРУКТОРСЬКА А ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Танавський Я.О.						
Перевірів		Гагалюк А.В.					27	19
Рецензент						<i>ТНТУ ім.І.Пулюя гр. МВс-41</i>		
Н. контр.		Кобельник В.Р.						
Затверд.		Кобельник В.Р.						

через передачі 39/39, 2/40 і передачу гвинт-гайка із кроком $p=10$ мм). ручне переміщення пінолі задньої бабки, а також настановні переміщення робочих органів верстата за допомогою гідроприводу. Привід механізму виправлення диска забезпечується від маховичка через передачі 2 і від гідроциліндрів.

При роботі верстата заготовку встановлюють у центри передньої й задньої бабок, розташованих на поворотній плиті стола. При обробці циліндричних деталей вісь центрів бабок паралельна напрямним стола, а при шліфуванні конічних деталей вона розташована під кутом, рівним половині кута конусності деталі.

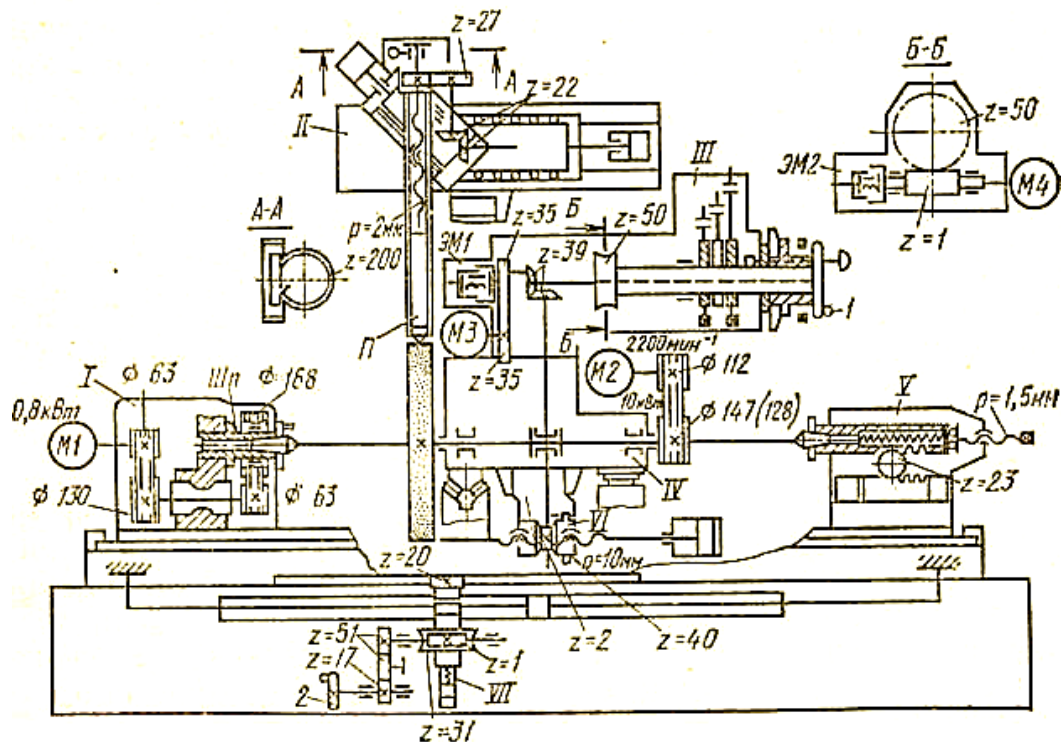


Рисунок 3.1 – Кінематична схема круглошліфувального верстата 3М153:

I - передня бабка; II - пристрій для правлення шліфувального диска; III - механізм подачі; IV - шліфувальна бабка; V - задня бабка; VI - механізм швидкого підведення; VII - механізм ручного переміщення стола

Обертання шліфувального диска забезпечує електродвигун М2 потужністю $N = 10$ кВт через клинопасову передачу $\frac{112}{147}$. Шпиндель 1 шліфувальної бабки (рис. 3.2) установлений у двох гідродинамічних підшипниках ковзання. Підшипники мають по три однакових вкладиші 8, які являють собою окремі сегменти. Вкладиші сферичними лунками опираються на гвинти 6 зі сферичними головками,

										Арк.
										28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ					

у результаті чого вкладиші з по шийках шпинделя. Конструкція вкладишів забезпечує масляний клин 7 між шийкою шпинделя 1 і вкладишами 8, що запобігає зношуванню й нагріванню. Гвинтами 6 регулюють діаметральний зазор між вкладишами 8 і шпинделем 1 і положення осі шпинделя відносно напрямного стола. Шпиндель шліфувальної бабки фіксують в осьовому напрямку двома сферичними бронзовими кільцями 2 й 8, що притискають із двох сторін до торців бурту шпинделя гайкою 4 з контргайкою 5.

Кругова подача — обертання оброблюваної заготовки — виробляється від регульованого постійного струму електродвигуна М1 (див. мал. 10) потужністю $N = 0,8$ квт через дві клиноремінні передачі. Кругова подача $S_{кр} = n_{эл} \cdot 0,985i\pi d_d$, де i — передатне відношення клиноремінних передач. Шпиндель передньої бабки нерухомий, а заготівля одержує обертання від повідця, закріпленого на планшайбі.

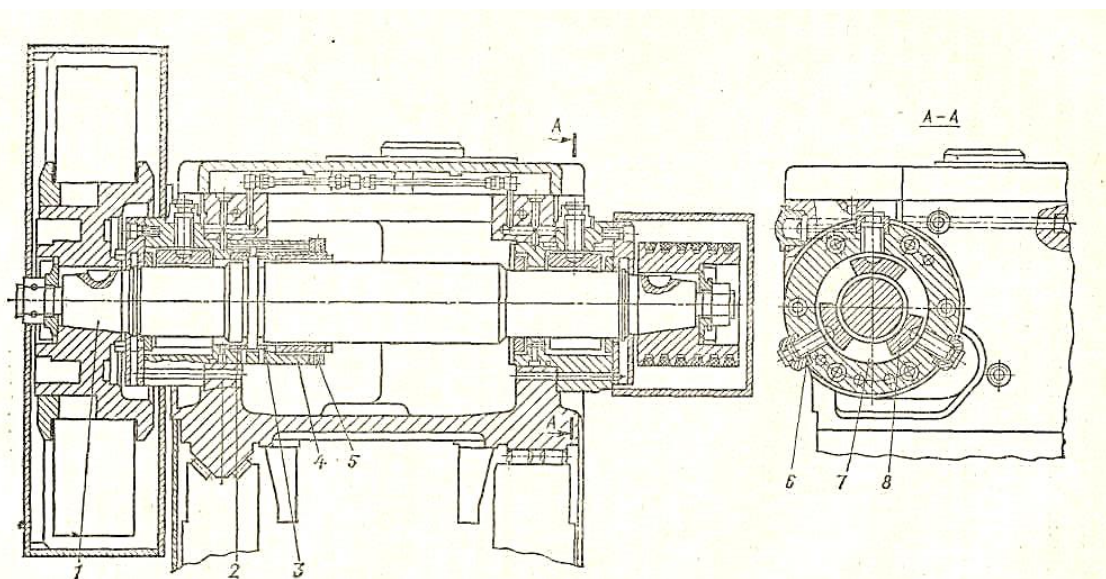


Рисунок 3.2 – Шліфувальна бабка круглошліфувального верстата 3М153

3.2 Кінематичний розрахунок верстата.

3.2.1 Опис формоутворення

На верстаті потрібно виконати формоутворення циліндричної поверхні шліфуванням і поліруванням. Воно може бути забезпечено поєднанням двох методів (зображено рис.3.2).

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

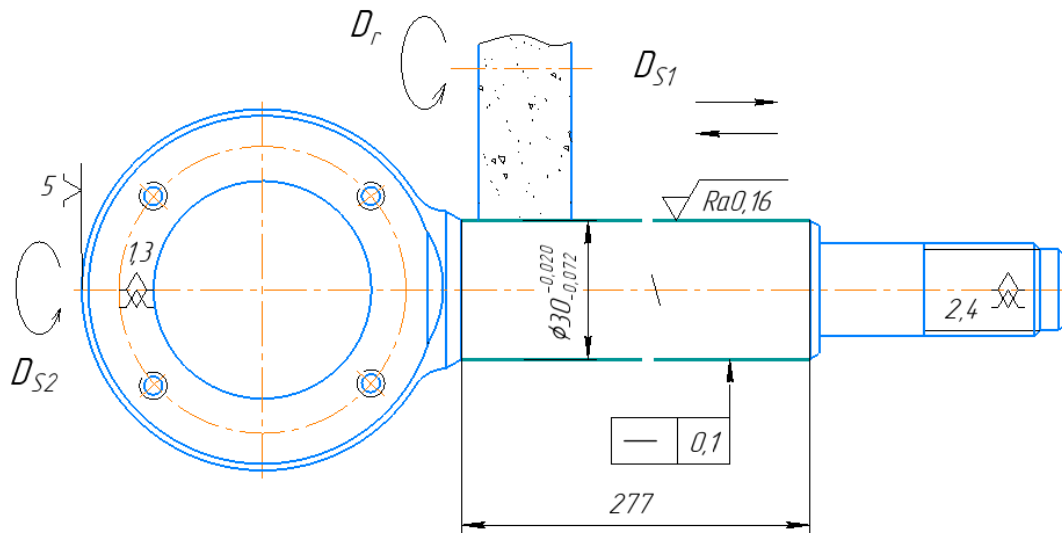


Рисунок 3.3 - Схема формоутворення

Головним рухом формоутворення є обертання шліфувального круга $\Phi_v(O_1)$. Для формоутворення, по всій довжині циліндричної поверхні необхідно забезпечити рух кругової подачі обертання заготовки $\Phi_v(O_2)$ та рух поперечної (установчий рух) та поздовжньої подачі $\Phi_s(\Pi_3)$. Ці рухи повинні забезпечуватися кінематикою верстата.

На основі аналізу кінематичних схем круглошліфувальних верстатів вибираємо структурно-кінематичну схему показану на рис.3.3

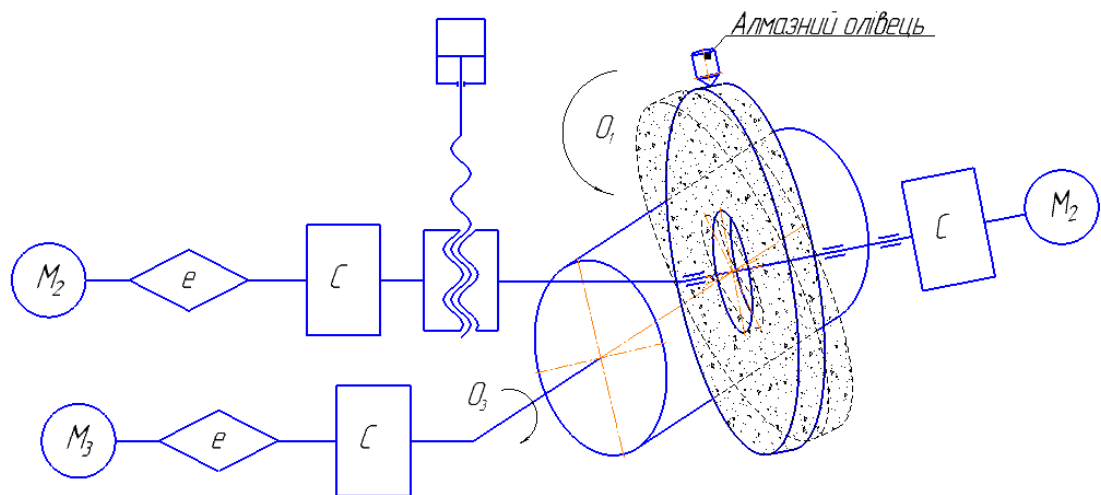


Рисунок 3.4 – Структурно-кінематична схема верстата

3.2.2 Вибір структури приводів верстату

Вихідними даними для проектування приводу є сукупність взаємопов'язаних

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ				

технологічних, кінематичних, силових і динамічних характеристик верстату, які повинні задовольняти умови забезпечення вимог технологічного процесу обробки деталей на верстаті.

Структура приводу МРВ повинна забезпечити необхідні формоутворюючі рухи при обробці, а також потрібні допоміжні переміщення: підвід і відвід інструменту, поворот робочих органів в задані положення та ін.

Для даного верстату з конструктивних і технологічних міркувань вибираємо структуру приводу електромеханічного типу у вигляді електродвигуна і клинопасової передачі.

На даному верстаті можуть виконувати такі операції: шліфування $\varnothing 426h7$ і шліфування торця в розмір $25 \pm 0,105$.

Формоутворюючі рухи:

- головний рух $\varphi_V(O_1)$ - обертання шліфувального круга;
- рух подачі $\varphi_S(\Pi_2)$ - поступальний рух інструменту (поперечна подача)
- допоміжний рух $\varphi_V(O_3)$ - обертання заготовки

3.2.3 Привід головного руху

Визначаємо передаточне число приводу за виразом:

$$i_{пр} = \frac{n_{шп}}{n_{дв}} = \frac{1250}{1500} = 0,83$$

Вибираємо діаметр ведучого шківів $D_1=175$ мм. Знаходимо діаметр D_2 веденого шківів, прийнявши відносне ковзання $\varepsilon=0,015$

$$D_2 = \frac{D_1}{i_{пр}} (1 - 0,015) = \frac{175}{0,83} (1 - 0,015) = 207,7 \text{ мм}$$

Приймаємо такі діаметри шківів (згідно стандартних значень): $D_1=175$ мм; $D_2=200$ мм.

Визначаємо міжосьову відстань a_w : її вибираємо в інтервалі:

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_{min} = 0.55 \cdot (D_1 + D_2) + h = 0,55 \cdot (175 + 200) + 10.5 = 216.75 \text{ мм}$$

$$a_{max} = 2 \cdot (D_1 + D_2) = 2 \cdot (175 + 200) = 750 \text{ мм}$$

Приймаємо близьке до середнього значення $a = 600 \text{ мм}$.

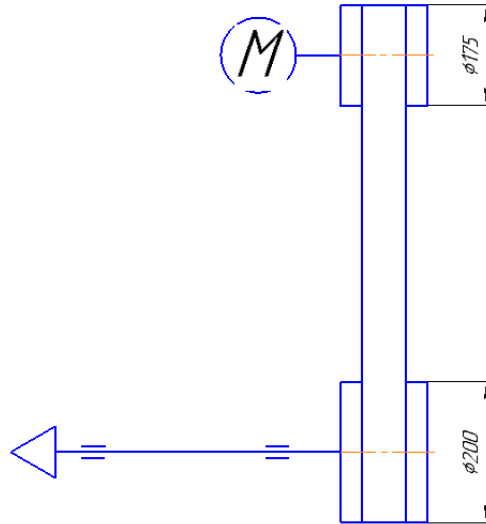


Рисунок 3.5 Кінематична схема приводу головного руху

Діапазон регулювання R можна визначити по такій формулі:

$$R = \frac{n_{max}}{n_{min}}$$

де n_{max} – максимальна частота обертання шпинделя;

n_{min} – мінімальна частота обертання шпинделя.

Так як в нашому випадку $n_{max} = n_{min} = n_{ном} = 1250 \text{ об/хв}$ то $R = 1$.

3.2.4 Привід бабки вибору

Шпиндель бабки вибору (передньої бабки) – обертовий. Він монтується на двох підшипниках кочення. Обертання шпинделя здійснюється електродвигуном постійного струму з приводом, що змінює частоту обертання в діапазоні 1500-150 об/хв..

До торця шпинделя кріпиться патрон для затиску оброблюваного вибору. Затиск

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

вибору здійснюється через тягу і вал за допомогою пружин і кулачків. Розтиск вибору здійснюється через тягу і вал за допомогою гідравліки гідроциліндром.

Бабка вибору виконує функцію кутової орієнтації вибору. Кутова орієнтація вибору здійснюється тим же електродвигуном постійного струму.

Шпиндель отримує обертання від електродвигуна через клинопасові передачі (рис. 4.4) Натяг пасів в передачі здійснюється переміщенням підмоторної плити з електродвигуном.

На даному верстаті можна шліфувати діаметри в такому діапазоні:

$$d_{min} = 120 \text{ мм}; \quad d_{max} = 1200 \text{ мм}$$

Маючи рекомендовану нормативами швидкість обертання деталі, визначаємо відповідно мінімальне і максимальне число обертів шпинделя передньої бабки:

$$n_{min} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{max}} = \frac{1000 \cdot 33}{3.14 \cdot 1200} = 8,8 \text{ об/хв}$$

$$n_{max} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_{min}} = \frac{1000 \cdot 33}{3.14 \cdot 120} = 88 \text{ об/хв}$$

Кінематика приводу верстату із двигунами з плавним регулюванням швидкості визначається співвідношенням між загальним діапазоном регулювання швидкості шпинделя і діапазоном регулювання двигуна.

Знаходимо загальний діапазон регулювання:

$$R = \frac{n_{max}}{n_{min}} = \frac{88}{8.8} = 10$$

і діапазон регулювання двигуна:

$$R_{дв} = \frac{n_{max}}{n_{min}} = \frac{1500}{150} = 10.$$

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

Отже, діапазон регулювання двигуна повністю забезпечує загальний діапазон регулювання.

З технологічних міркувань для забезпечення необхідного числа обертів шпинделя між валом двигуна і шпинделя потрібні клинопасові передачі.

Відповідно:

$$n_{дв} \cdot 0,985 \cdot i_{п.п.} = n_{шт},$$

де 0,985 – коефіцієнт, що враховує ковзання паса.

Для n_{min} матимемо:

$$150 \cdot 0,985 \cdot i_{п.п.} = 8,8$$

$$i_{п.п.} = \frac{8,8}{150 \cdot 0,985} = 0,06$$

З конструктивних міркувань одну клинопасову передачу застосовувати недоцільно, тому для скидання обертів використаємо три клинопасові передачі.

Тоді:

$$i_1 = 0.36; i_2 = 0.42;$$

$$i_3 = \frac{i_{п.п.}}{i_2 \cdot i_1} = \frac{0.06}{0.42 \cdot 0.36} = 0.4$$

Вибираємо діаметри ведучих шківів:

- Для першої клинопасової передачі: $D_1=80$ мм;
- Для другої: $D_1=100$ мм;
- Для третьої: $D_1=112$ мм.

Знаходимо відповідні діаметри D_2 ведених шківів (приймавши відносне ковзання $\epsilon=0,015$) за виразом:

$$D_2 = \frac{D_1}{i} (1 - 0,015) \quad (4.2)$$

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Для першої клинопасової передачі:

$$D_2 = \frac{80}{0.36} (1 - 0,015) = 219 \text{ мм}$$

Для другої:

$$D_2 = \frac{100}{0.42} (1 - 0,015) = 235 \text{ мм}$$

Для третьої:

$$D_2 = \frac{112}{0.4} (1 - 0,015) = 276 \text{ мм}$$

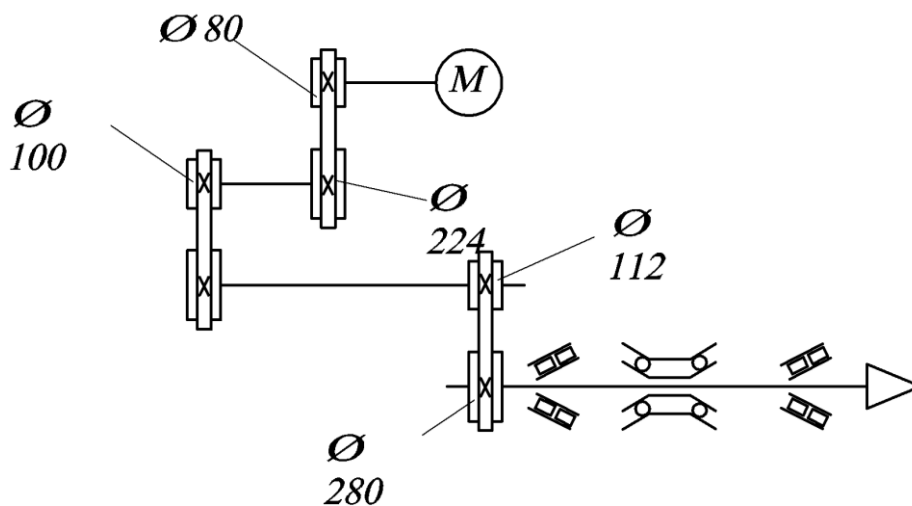


Рисунок 3.6 – Кінематична схема приводу бабки вибору

Приймаємо діаметри шківів відповідно до стандартних значень:

Для першої передачі $D_1=80$ мм; $D_2=224$ мм.

Для другої передачі $D_1=100$ мм; $D_2=240$ мм.

Для третьої передачі $D_1=112$ мм; $D_2=280$ мм.

											Арк.
											35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

3.2.5 Привід руху подач

Подача шліфувальної бабки на встановлену величину компенсації вперед або назад здійснюється від електродвигуна через муфту і шестерню та зубчате колесо, що з'єднані з вертикальним валом механізму швидкого підводу (рис. 5.5).

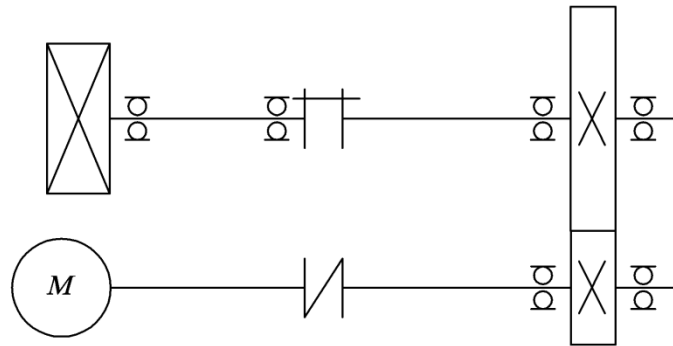


Рисунок 3.7 інематична схема приводу руху подач

3.2.6 Механізм поперечних подач

Механізм поперечних подач забезпечує швидке настановне переміщення шліфувальної бабки щодо ходового гвинта, ручні поперечні подачі шліфувальної бабки, безперервні автоматичні поперечні подачі шліфувальної бабки, періодичні автоматичні подачі шліфувальної бабки, толчкові періодичні подачі шліфувальної бабки. Механізм подач установлений на корпусі шліфувальної бабки.

Ручні поперечні подачі шліфувальної бабки здійснюють поворотом маховика 1 (див. рис. 3.1) при включеній електромагнітній муфті ЭМ1, через конічну передачу $\frac{39}{39}$, вертикальний вал, черв'ячну пару $\frac{2}{40}$ й на гвинтову передачу поперечних подач.

Швидке настановне переміщення передається від гідродвигуна М3 при виключеній електромагнітній муфті ЭМ1. Рух від вала гідродвигуна передається через пару циліндричних зубчастих коліс $\frac{35}{35}$ конічній передачі $\frac{39}{39}$ й далі на гвинтову пару поперечних подач шліфувальної бабки.

Безперервні автоматичні подачі — від гідродвигуна М4 при включеній муфті ЭМ2 через черв'ячну пару $\frac{1}{50}$, маховик 1 (він застопорений на втулці, на якій перебуває черв'ячне колесо $z=50$), муфту ЭМ1, конічну передачу $\frac{39}{39}$ й далі на гвинтову

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ					

передачу поперечних подач бабки.

Періодичні автоматичні подачі здійснюються по кінематичному ланцюзі, розглянутої вище. Для цього електромагнітна муфта ЭМ2 включається тільки на період здійснення подачі, а потім вимикається, і рух черв'ячної пари $\frac{1}{50}$ припиняється.

Стіл переміщують вручну від маховика 2 через ряд механічних передач. Механізм ручного переміщення стола заблокований з гідросистемою верстата.

3.2.7 Гідропривід верстата

Гідропривід верстата виконує наступні функції: поздовжнє реверсивне переміщення стола з робочою швидкістю або зі швидкістю виправлення; регульоване по швидкості переміщення стола при відведеній шліфувальній бабці; осцилюючий рух стола; швидке підведення й відвід шліфувальної бабки; задане переміщення шліфувальної бабки; відвід пінолі задньої бабки при відведеній шліфувальній бабці; блокування механізму ручного переміщення стола; безперервну подачу шліфувальної бабки до торкання диска із заготовкою; поперечні подачі шліфувальної бабки, безперервні при шліфуванні врізанням і періодичні при поздовжнім шліфуванні; доводочну мікроподачу (толчкову мікроподачу); автоматичний відвід бабки після досягнення заданого розміру; подачу команд на електричний лічильник ходів стола при виходжуванні; переміщення супорта й каретки при виправленні по гладкому або східчастому копіру; подачу алмазного олівця приладу виправлення; компенсацію припуску, знятого при виправленні; переміщення скоби вимірювального керуючого пристрою переміщення циліндрів широкодіапазонного вимірювального приладу; подачу мастильного матеріалу в підшипники шпинделя шліфувальної бабки, що направляють стола й опори гвинта поперечних подач.

У шліфувальних верстатах широко застосовуються гідравлічні приводи. Як робочі рідини використовують мінеральні масла (Індустріальне 12 й 20). Гідравлічний привід стола круглошліфувального верстата (мал. 12) працює так: масло з резервуара 1 через усмоктувальний трубопровід насоса 3 і зворотний клапан 5

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		37

надходить у гідророзподільник (золотник) 6, а потім (по трубопроводу 8) у ліву порожнину гідроциліндра 10, двосторонній шток якого зв'язаний зі столом 11. Відбувається переміщення стола ліворуч праворуч. При цьому масло правої порожнини гідроциліндра по трубопроводу 9 через гідродросель 4 повертається в резервуар 1. Для переміщення стола праворуч ліворуч соленоїд 7 переміщає гідророзподільник 6. Запобіжний клапан 2 служить для випуску масла при підвищенні тиску в системі. Для подачі рідини (у гідравлічну систему шліфувального верстата) застосовують шестерні, пластинчасті й поршневі насоси. Для контролю й регулювання кількості й тиску масла застосовують різні контрольно-регулюючі пристрої, зворотні, запобіжні, редуційні клапани, дроселі, регулятори швидкості.

3.3 Модернізація приводу головного руху круглошліфувального верстату

Методика модернізації круглошліфувальних верстатів та її обґрунтування описано в [3, с.42]. Розглянемо модернізацію широко застосовуваного в промисловості круглошліфувального верстата 3М151 для алмазного шліфування, схема приводу круга і розміри підшипників якого приведена на рис. 3.1.

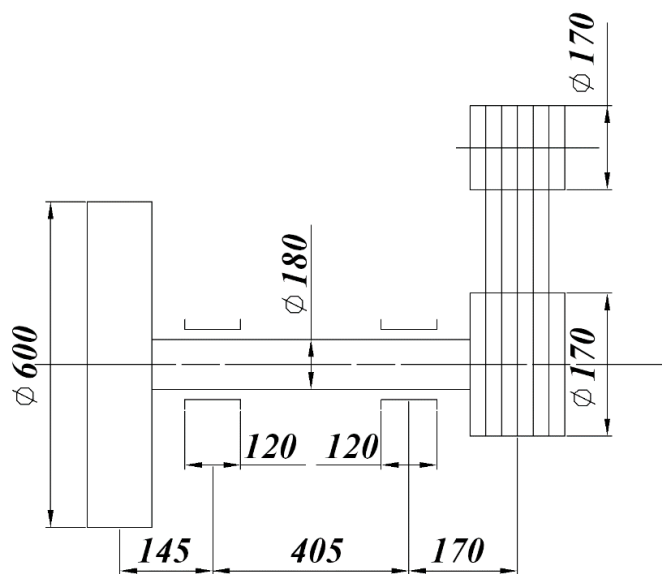


Рисунок 3.8 – Схема приводу круга і розміри підшипників

Визначення допустимості підвищення швидкості підшипниками шпинделя круга

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

(у верстаті застосовані підшипники типу ЛОН-34 (див. рис.3.3).

Визначаємо швидкість на робочій шийці шпинделя і питомий тиск шийки шпинделя на підшипник при більш потужному електродвигуні $N=10$ кВт, з частотою обертання вала двигуна $n=2890$ об/хв.

Колова швидкість на шківі двигуна (рис 3.3)

$$v_{ш.д.} = \frac{\pi \cdot d_D \cdot n_D}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 2890}{60 \cdot 1000} = 16,6 \text{ м/с}$$

де d_D - діаметр шківів електродвигуна; n_D - частота обертання шківів двигуна

Колова сила на шківі двигуна:

$$P_o = \frac{N}{v_{ш.д.}} = \frac{75,1 \cdot 10 \cdot 1,36}{16,6} = 615 \text{ Н}$$

Сила натягу паса:

$$P_H = 3P_o = 3 \cdot 615 = 1845 \text{ Н}$$

Тангенціальна (кругова) сила шліфування:

$$P_T = \frac{P_H \cdot D_{ш}}{d_{ш}} = \frac{615 \cdot 170}{600} = 174,25 \text{ Н}$$

де $D_{ш}$ – діаметр більшого шківів; $d_{ш}$ – діаметр шліфувального круга

Радіальна сила шліфування:

$$P_r = 3 \cdot P = 3 \cdot 174,25 = 522,75 \text{ Н}$$

Реакція опор в горизонтальній площині (рис.3.4):

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$A_1 = -\frac{600 \cdot 145}{405} + \frac{2460 \cdot 550}{405} \approx 3135 \text{ Н}; \quad B_1 = -\frac{600 \cdot 550}{405} + \frac{2460 \cdot 170}{405} \approx 200 \text{ Н}$$

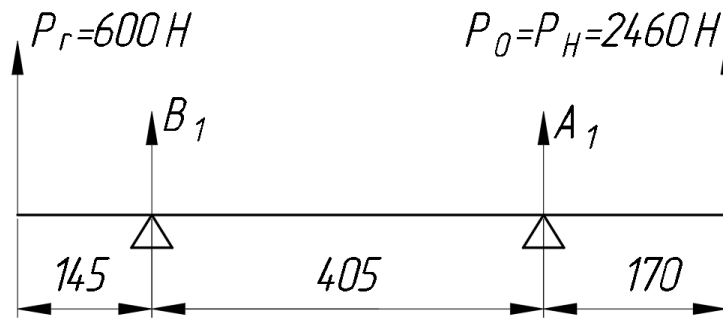


Рисунок 3.9 – Реакції опор в горизонтальній площині

Реакції опор в вертикальній площині (рис.3.5):

$$A_1 = \frac{200 \cdot 145}{405} \approx 70 \text{ Н}; \quad B_1 = \frac{200 \cdot 550}{405} \approx 270 \text{ Н}$$

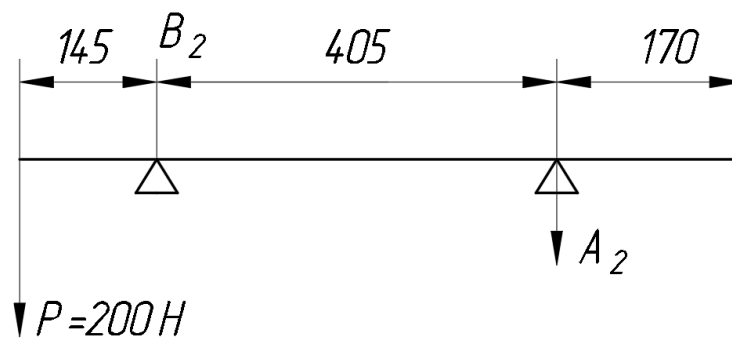


Рисунок 3.10 – Реакції опор в вертикальній площині

Сумарні реакції в опорах визначаються тільки для опори А, як більш навантаженої:

$$A_{\Sigma} = \sqrt{3135^2 + 70^2} = 3200 \text{ Н}$$

Граничний тиск на опорі:

$$p_{\text{ш}} = \frac{F_{\text{П}}}{l_{\text{П}} \cdot d_{\text{ш}}} = \frac{320}{0,12 \cdot 0,08 \cdot 0,6} = 0,536 \text{ МПа}$$

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

де $l_{\text{п}}$ – довжина підшипника; $d_{\text{ш}}$ – діаметр шийки шпинделя; $F_{\text{п}}$ – радіальне навантаження на підшипник.

Швидкість шийки шпинделя:

$$v_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{ш}} \cdot n_{\text{ш}}}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 1600}{60 \cdot 1000} \approx 6,8 \text{ м/с}$$

де $n_{\text{ш}}$ – частота обертання шпинделя.

Тиск шийки шпинделя на підшипник:

$$p_{\text{ш}} \cdot v_{\text{ш}} = 0,536 \cdot 6,8 = 3,7 \text{ МПа} \cdot \text{м/с}$$

Таке навантаження на підшипник є допустимим.

Теплоутворення в підшипнику визначається за формулою:

$$Q_{\text{п}} = \frac{T \cdot \omega}{60}$$

де $T = 5,35 \cdot 10^{-16} \cdot \frac{\mu \cdot n_{\text{ш}} \cdot d_{\text{ш}}^2 \cdot l_{\text{п}}}{\psi} \cdot C_{\text{м}}$ – момент сил тертя на поверхні шийки

шпинделя в підшипнику, Н·м;

ω – кутова швидкість шпинделя, 1/с;

$n_{\text{ш}}$ – частота обертання шпинделя;

ψ – відносний зазор;

μ – в'язкість мастила;

$C_{\text{м}}$ – коефіцієнт опору обертанню шпинделя.

$$T = 5,35 \cdot 10^{-16} \cdot \frac{10 \cdot 1890 \cdot 80^2 \cdot 120}{0,0025 \cdot 1000} \cdot 6 = 21,6 \text{ Нм}$$

$$Q_{\text{п}} = \frac{21,6 \cdot 200}{60} \approx 72 \text{ Вт}$$

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Температура підшипника при відсутності штучного охолодження:

$$t_{\Pi} = 20 + \frac{Q_{\Pi}}{30 \cdot 0,24} = 20 + \frac{72}{30 \cdot 0,24} \approx 30^{\circ}\text{C}$$

Така температура для роботи підшипника є допустимою.

3.4 Розрахунок необхідної потужності для приводу шліфувального круга

Прийнято вважати, що для визначення потужності, розрахунковий діаметр шліфування складає 0,25...0,30 найбільшого діаметра встановлюваної деталі. У зв'язку з цим приймаємо розрахунковий діаметр деталі при виборі потужності електродвигуна $30 \cdot 0,3 = 9$ мм.

Для деталі даного діаметра з загартованої сталі одним із продуктивних режимів відповідно до довідників є наступний:

- поперечна подача круга на подвійний хід столу, подача на глибину:
 $t_{\text{ГЛ}} = 0,021$ мм;
- подовжня подача круга або деталі на один оберт виробу:

$$s_0 = 0,7 \cdot 60 = 35 \text{ мм/об}$$

- кругова швидкість деталі при чорновому шліфуванні:

$$v_{\text{дет}} = 20 \dots 40 \text{ м/хв.}$$

При цьому режимі (шліфувальний диск із зернистістю 40 СМ1 або СМ2) ефективна потужність складатиме:

$$N_E = C_N v_B^{0,75} s_0^{0,7} t_{\text{ГЛ}}^{0,85} = 1,18 \cdot 15^{0,75} \cdot 35^{0,7} \cdot 0,02^{0,85} \approx 6,1 \text{ кВт}$$

При роботі зі швидкістю шліфувального круга 80 м/с можна швидкість виробу

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

підвищити до $v_B = 15 \cdot \frac{80}{35} = 34,28 \text{ м/хв.}$

При даній швидкості заготовки і при незмінних величинах подовжньої і поперечної подач ефективна потужність буде дорівнює $N_E = 7 \text{ кВт.}$ Потужність холостого ходу $N_{X.X.}$ можна прийняти 2 кВт.

$$N_{E1} = N_E + N_{X.X} = 7 + 1,5 = 8,5 \text{ кВт}$$

При врізному шліфуванні зі швидкістю круга 35 м/с продуктивним режимом можна вважати наступний: $v_B = 20 \text{ м/хв; } t_{z1} = 0,0175 \text{ мм/об; } d_B = 50 \text{ мм; } B = 60 \text{ мм;}$

$$N_E = C_N v_B^{0,8} d_B^{0,2} t_2^{1,8} B = 0,14 \cdot 20^{0,8} \cdot 50^{0,2} \cdot 0,0175^{1,8} \cdot 60 \approx 6,7 \text{ кВт}$$

При роботі зі швидкістю круга 50 м/с пропорційно збільшуємо швидкість деталі до $\frac{80}{35} = 2,285$ тобто $v_B = 57,14 \text{ м/хв.}$

Ефективна потужність зростає до:

$$N_{E1} = N_E + N_{X.X} = 8,7 + 1,5 = 10,2 \text{ кВт}$$

При використанні верстата на легких і середніх режимах можна працювати зі швидкістю круга 80 м/с без зміни електродвигуна. При використанні верстата на важких режимах рекомендується установити інший електродвигун потужністю $N = 11 \text{ кВт}$ із синхронною частотою обертання $n = 3000 \text{ об/хв,}$ тип двигуна 4А132М2У3.

3.5 Розрахунок клино – пасової передачі

Необхідно мати на увазі, що відстань між осями шківів у верстатах, який модернізують є заданою і може змінюватися в невеликих межах. Так, у круглошліфувальних верстатах 3М151 і 3А161 можна прийняти $l = 500 \text{ мм}$ [3].

Найбільший діаметр шківа на шпинделі повинен бути меншим за подвоєну відстань від осі шпинделя до передньої стінки корпусу шліфувальної бабки для того, щоб захисний кожух передачі не виступав за передню стінку корпусу

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

шліфувальної бабки.

У даному випадку розрахунковий діаметр шківів шпинделя можна прийняти рівним 160 мм.

Частота обертання круга:

$$n_{\text{Ш}} = \frac{1000v_{\text{Ш}}60}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 80 \cdot 60}{3,14 \cdot 600} \approx 2547 \text{ об/хв}$$

Передатне відношення від двигуна до шпинделя круга:

$$i = \frac{n_{\text{д}}}{n_{\text{Ш}}} = \frac{1460}{2547} = 0,573$$

Діаметр шківів двигуна приводу:

$$D_{\text{Ш.д}} = \frac{D_{\text{Ш.ш}}}{i} = \frac{160}{0,573} = 279 \text{ мм}$$

Дійсна частота обертання шпинделя:

$$n'_{\text{Ш}} = (1 - \varepsilon) \cdot 2547 = 2508 \text{ об/хв}$$

Довжина паса:

$$L = \pi D_{\text{ср}} + l \left[2 + \left(\frac{D_{\text{Ш.д}} - D_{\text{Ш.ш}}}{2l} \right)^2 \right];$$

$$L = 3,14 \cdot \frac{279 + 160}{2} + 500 \cdot \left[2 + \left(\frac{279 - 160}{2 \cdot 500} \right)^2 \right] \approx 1440 \text{ мм}$$

Знаходимо кут охоплення меншого шківів:

$$\alpha = 180 - \frac{60(D_{\text{Ш.д}} - D_{\text{Ш.ш}})}{l} = 180 - \frac{60(279 - 162)}{500} = 165^\circ$$

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Визначаємо розрахункову кількість пасів:

$$z = \frac{N}{N_0 K_1 K_2} = \frac{11}{3.4 \cdot 1 \cdot 0.73} = 5,65 \text{ шт}$$

Приймаємо ременів рівним $z=6$, профіль Б.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Інструкції з охорони праці на підприємстві

Інструкція з охорони праці (ОП) на підприємстві – це документ (акт з охорони праці підприємства), у якому містяться обов’язкові для дотримання працівниками вимоги щодо безпечного виконання певних видів робіт характерних для певних професій на робочих місцях, у виробничих приміщеннях, на території підприємства, будмайданчиках тощо. Такі інструкції розробляються на основі нормативно-правових актів з охорони праці, технологічної документації підприємства з обов’язковим врахуванням конкретних умов та технологічних особливостей виробництва та вимог безпеки. Готові інструкції затверджує керівник підприємств або роботодавець і є обов’язковими для дотримання всіма працівниками підприємства. Інструкції мають відповідати законодавству про охорону праці [7].

Інструкція з охорони праці має бути конкретною, стислою та зрозумілою задля уникнення різного тлумачення. Текст інструкції з ОП не має містити характерних для розмовної мови словосполучень і зворотів, довільних скорочень слів чи іноземних слів, але допускається застосування загальноприйнятих скорочень та аббревіатур. Потрібно уникати викладення вимог у формі заборони. Не потрібно застосовувати слова «категорично», «особливо», «обов’язково», «суворо» тощо, оскільки всі вимоги інструкції є однаково обов’язковими. Інструкція з охорони праці може ілюструватись малюнками, схемами, кресленнями.

Кожна інструкція з охорони праці має містити назву та порядковий номер. У назві стисло вказується, для якої професії або виду робіт вона призначена (наприклад, «Інструкція з охорони праці для двірника»). Інструкції з охорони праці мають складатися з таких розділів:

- «Загальні положення»;

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	1. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОС ТІ ТА ОСНОВИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Танавський Я.О.</i>						
<i>Перевірив</i>		<i>Гагалюк А.В.</i>					46	
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ ім. І.Пулюя гр. МВс-41</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						

- «Вимоги безпеки перед початком роботи»;
- «Вимоги безпеки під час роботи»;
- «Вимоги безпеки після закінчення роботи»;
- «Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях»

За необхідності інструкції можуть містити й інші розділи. Для розміщення матеріалів, які доповнюють зміст інструкцій, ілюструють чи конкретизують окремі вимоги, може передбачатись розділ «Додатки».

4.2 Типова інструкція з охорони праці для шліфувальника

1. Загальні положення

1.1. Дія інструкції поширюється на всі підрозділи Підприємства [8].

1.2. Інструкція розроблена відповідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 № 9; Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15; Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями, затверджених наказом Міненерговугілля від 19.12.2013 № 966, та Правил охорони праці під час роботи з абразивним інструментом, затверджених наказом МНС від 22.10.2012 № 1277.

1.3. Шліфувальник проходить інструктаж за цією інструкцією перед початком роботи (первинний), а потім через кожні три місяці (повторний). Результати інструктажу заносять до Журналу реєстрації інструктажів із питань охорони праці на робочому місці. У журналі після проходження інструктажу має бути підпис особи, яка інструктує, та шліфувальника.

1.4. До самостійної роботи шліфувальником не допускають осіб, молодших 18 років. Працювати шліфувальником може особа, яка пройшла медичний огляд, спеціальне навчання з безпечної роботи на верстаті, вступний інструктаж із охорони праці, інструктажі на робочому місці (первинний, повторний) та інструктаж із пожежної безпеки. Перед тим, як працівника допустять до самостійної роботи, він має пройти стажування на робочому місці. Працівника допускають до самостійної роботи при позитивних результатах стажування, перевірки вміння та навичок безпечного виконання робіт.

1.5. Працівник зобов'язаний дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку та здоров'я довколишніх під час будь-яких робіт чи коли перебуває на території Підприємства.

1.6. Шліфувальник зобов'язаний:

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- виконувати лише ту роботу, яку доручив йому керівник та з якої він пройшов інструктаж;

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

- виконувати вимоги нормативно-правових актів із охорони праці, правил поведження з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва;
- не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці та пожежної безпеки;
- не допускати присутності на своєму робочому місці сторонніх осіб;
- постійно пам'ятати про особисту відповідальність за дотримання правил охорони праці, пожежної безпеки;
- знати, де зберігають медичну аптечку, та вміти надавати потерпілому домедичну допомогу при нещасному випадку;
- знати розташування первинних засобів пожежогасіння та вміти ними користуватися;
- користуватися за призначенням спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту;
- знати та виконувати вимоги інструкції підприємства-виробника з безпечної експлуатації верстата, на якому працює;
- виконувати вимоги технологічного процесу.

1.7. Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть діяти на шліфувальника:

- захаращеність робочого місця;
- відсутність спеціальних пристосувань, інструменту, обладнання;
- підвищена запиленість робочої зони;
- підвищена температура обладнання, матеріалів;
- підвищений рівень шуму, вібрації на робочому місці;
- незахищені струмопровідні частини електрообладнання;
- незахищені частини верстата, які обертаються;
- недостатня освітленість робочої зони;
- частини обладнання, що розлітаються (абразивний круг).

1.8. Шліфувальнику видають спецодяг та інші засоби індивідуального захисту відповідно до чинного законодавства.

1.9. Шліфувальний верстат має містити захисне заземлення.

1.10. Шліфувальний інструмент і елементи його кріплення необхідно огородити захисними кожухами, міцно закріпленими на верстаті.

1.11. Перед тим, як установити, усі шліфувальні (абразивні) круги необхідно збалансувати. У разі дисбалансу круга його потрібно повторно збалансувати.

Незбалансований круг спричиняє вібрацію, що небезпечно для шліфувальника.

1.12. Аби запобігти розриву абразивного інструмента під час роботи, перед тим, як установити, його оглядають, простукують дерев'яним молотком — випробують на механічну міцність.

1.13. Щоб перевірити, чи є в інструменті тріщини, потрібно простукувати дерев'яним молотком вагою 200-300 г.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		48

1.14. Заборонено експлуатувати круги з тріщинами на поверхні, а також круги, які не мають відмітки про випробування на механічну міцність або з простроченим терміном зберігання.

1.15. Шліфувальний (абразивний) інструмент має відповідати нормативно-технічній документації на нього — стандартам, технічним умовам тощо — і технологічній документації на проведення конкретної роботи.

1.16. Випробування кругів на механічну міцність необхідно виконувати в камерах на спеціально призначених для цього стендах. Їх конструкція має забезпечувати поступову і плавну зміну швидкості обертання.

1.17. На шліфувальних кругах діаметром 250 мм і більше, а також на шліфувальних кругах для роботи на ручних шліфувальних машинах необхідно нанести кольорові смуги, що характеризують швидкість обертання кругів:

- жовта – 60 м/с;
- червона – 80 м/с;
- зелена – 100 м/с;
- зелена і синя – 120 м/с.

Кольорові смуги можна наносити на етикетку, якщо її міцно скріплено з кругом.

1.18. На кожному робочому місці біля верстата на підлозі мають бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони і шириною не менше ніж 0,6 м від частин верстата, які виступають.

1.19. Верстати повинні приводити в дію й обслуговувати тільки ті особи, які мають право на них працювати.

1.20. Ремонтувати верстати мають спеціально призначені особи.

1.21. Біля кожного верстата потрібно вивісити список працівників, які мають право виконувати роботу на ньому, а також табличку, де вказують посадову особу, яка відповідає за утримання у справному стані верстатного обладнання та за його безпечну експлуатацію.

1.22. Шліфувальні верстати, під час роботи на яких у повітрі робочої зони утворюється пил, концентрація якого перевищує гранично допустиму, необхідно обладнати відсмоктувальними пристроями.

1.23. Підручники, які застосовують, коли обробляють деталі шліфувальними кругами, що жорстко не закріплені на верстаті, мають відповідати таким вимогам:

- мають містити площадку достатнього розміру, щоб забезпечити стійке положення оброблюваного виробу;
- їх необхідно встановлювати так, щоб верхня точка дотику виробу зі шліфувальним кругом розміщувалася вище горизонтальної площини, що проходить через центр круга, але не більше ніж 10 мм;
- зазор між краєм підручника і робочою поверхнею шліфувального круга має бути менше половини товщини виробу, який шліфують, але не більше ніж 3 мм;

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		49

- по краях підручників із боку шліфувального круга не має бути вибоїв, сколів та інших дефектів.

1.24. Круги для шліфування торцем необхідно огородити захисними кожухами. Частина інструмента, яка виступає, має бути менше 50% його висоти.

1.25. Під час робіт знімна кришка захисного кожуха має бути надійно закріплена.

1.26. Шліфувальні верстати з горизонтальною віссю обертання круга, призначені для обробки вручну і без підведення змащувально-охолоджувальної рідини, необхідно оснастити захисним екраном для очей. Захисний екран має відповідати таким вимогам:

- екран потрібно виготовляти з безсколкового матеріалу товщиною не менше ніж 3 мм;
- конструкція екрана має передбачати можливість його переустановки відповідно до розміру оброблюваної деталі і ступеня зносу шліфувального круга;
- екран потрібно розташовувати симетрично до шліфувального круга;
- ширина екрана має перевищувати висоту круга не менше ніж на 150 мм.

Якщо використовувати стаціонарний захисний екран неможливо, необхідно застосовувати захисні окуляри зі зміцненим склом.

1.27. За порушення цієї інструкції шліфувальник несе відповідальність згідно з чинним законодавством.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Надягти й упорядкувати спецодяг. Застібнути спецодяг на всі гудзики та не допускати, щоб звисали кінці одягу. Зашнурувати та зав'язати шнурки на взутті. Прибрати волосся під головний убір.

2.2. Приготувати захисні окуляри, рукавички.

2.3. Підготувати верстат до роботи.

2.4. Перевірити наявність і справність:

- захисних кожухів, приводних ременів, а також струмопровідних частин електричної апаратури — пускачів, рубильників, кнопок тощо;
- заземлювальних пристроїв;
- устаткування та кріплення круга;
- кріпильного інструмента та пристосувань;
- закріплення абразивного круга.

2.5. Оглянути абразивний інструмент, зокрема і перед тим, як його установлювати. Заборонено експлуатувати абразивний інструмент із тріщинами на поверхні, а також який не має відмітки про випробування на механічну міцність або з простроченим терміном зберігання.

2.6. Перевірити справність верстата на холостому ході упродовж 3 – 5 хв:

- 1 хв — шліфувальні круги, зокрема ельборові на керамічному зв'язуванні, діаметром до 150 мм;

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

- 2 хв — шліфувальні круги діаметром від 150 до 400 мм;
- хв — шліфувальні круги діаметром понад 400 мм;
- 2 хв — ельборові круги на органічному і металевому зв'язуваннях.

При цьому потрібно перебувати збоку від небезпечної зони можливого розриву абразивного круга.

2.7. Розпочинати роботу лише після того, як переконалися, що круг не має биття.

2.8. Розкласти інструмент і устаткування у зручному для користування порядку.

2.9. Не розпочинати роботу, якщо виявили несправності, повідомити про них керівнику робіт.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1. Тримати руки подалі від обертових частин верстата (абразивного круга). Пам'ятати, що внаслідок великої швидкості обертання шліфувальних кругів та їх твердості навіть миттєвий дотик до них руками спричиняє пошкодження шкіряного покриву.

3.2. Працювати у захисних окулярах.

3.3. Стояти збоку, а не навпроти абразивного круга.

3.4. Переставляти підручник можна лише після того, як зупинили верстат.

3.5. Під час шліфування з охолоджувальною рідиною стежити за тим, щоб рідина омивала абразивний круг по всій його робочій поверхні та своєчасно відводилася.

3.6. Під час робіт з інструментами необхідно дотримуватися таких вимог:

- заготовку потрібно наближати до шліфувального круга плавно, без ударів; натискати на круг слід без зусиль;
- правити шліфувальні круги необхідно лише справними інструментами;
- полірувати і шліфувати дрібні деталі слід спеціальними пристосуваннями й оправленнями, щоб запобігти травмуванню рук працівника. Працювати з середньо- і великогабаритними деталями потрібно в бавовняних рукавицях;
- вироби, жорстко не закріплені на верстатах, необхідно обробляти шліфувальними кругами із застосуванням підручників;
- шліфувальні голівки, наклеєні на металеві шпильки, не повинні мати биття по периферії понад 0,3 мм;
- шліфувальні круги потрібно підбирати залежно від частоти обертання шпинделя і типу машини;
- на необладнаних захисними кожухами машинах зі шліфувальними голівками діаметром до 30 мм, наклеєними на металеві шпильки, необхідно застосовувати захисні щитки й окуляри.

3.7. Заборонено під час робіт з абразивним і ельборовим інструментом:

- працювати бічними (торцевими) поверхнями шліфувального круга, якщо він не призначений для цього виду робіт:

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	51	51

- гальмувати шліфувальний круг, який обертається, — натискати на нього яким-небудь предметом;
- застосовувати насадки на гайкові ключі й ударний інструмент — при закріпленні шліфувального круга;
- застосовувати важіль, щоб збільшити зусилля натискання оброблюваних деталей на шліфувальний круг — на верстатах із ручною подачею виробів;
- виконувати роботу без змащувально-охолоджувальної рідини — для інструмента, призначеного для роботи із застосуванням цієї рідини;
- у разі сухого шліфування працювати без пиловідсмоктувального пристрою;
- користуватися абразивними кругами, що мають тріщини або вибоїни;
- користуватися абразивними кругами, що не мають відповідного маркування виробника;
- користуватися абразивними кругами, діаметр яких не відповідає паспортним вимогам виробника шліфувального верстата;
- утримувати деталь, яку шліфують, руками у всячому положенні;
- відкривати та знімати огороження і запобіжне устаткування;
- видаляти руками абразивний і металевий пил. Це слід робити щіткою;
- курити, їсти.

3.8. Верстат необхідно зупинити, якщо потрібно:

- відійти від нього;
- тимчасово припинити роботу;
- зібрати, змастити, почистити його;
- підтягти болти, гайки й інші сполучні деталі верстата;
- установити, виміряти, замінити деталь.

3.9. Заборонено працювати на верстаті, якщо виникла хоча б одна з таких несправностей:

- пошкодився кабель електроживлення;
- пошкодилися пускові органи;
- з'явився дим або специфічний запах, характерний для ізоляції, що горить;
- з'явився підвищений шум, стукіт, вібрація;
- послабилася кріплення захисного огороження;
- пошкодився заземлювальний пристрій.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Відключити верстат від електромережі.

4.2. Упорядкувати робоче місце, забрати з верстата стружку, пристосування, очистити верстат від бруду, витерти і змазати тертьові частини; скласти готові деталі та заготовки.

4.3. Зібрати інструмент у відведене для нього місце.

4.4. Зняти спецодяг, помити обличчя та руки з милом.

					КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

4.5. Повідомити керівнику про всі недоліки, які виявили під час роботи.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. Негайно вимкнути верстат, огородити небезпечну зону, не допускати до неї сторонніх осіб.

Повідомити про те, що сталося, керівнику робіт.

5.2. Якщо під час роботи стався нещасний випадок, шліфувальник зобов'язаний зберегти обстановку в робочій зоні та устаткування такими, якими вони були на момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників та не призведе до більш тяжких наслідків), вжити заходів, щоб запобігти подібним інцидентам у майбутньому, поінформувати про подію керівника робіт (іншу відповідальну особу підприємства) та надалі керуватися його вказівками.

5.3. Якщо виникла пожежа (ознаки горіння), повідомити про це керівнику і викликати представників оперативно-рятувальної служби за телефоном «101» та вжити можливих заходів для евакуювання людей, гасіння (локалізації) пожежі наявними засобами пожежогасіння і збереження обладнання. Дотримуватися порядку дій під час ліквідації пожежі. При цьому пам'ятати, що гасити електротехнічні пристрої, які перебувають під напругою, можна лише після того, як їх від'єднали від електромережі, та за допомогою вуглекислотних або порошкових вогнегасників, а в окремих випадках — сухим піском.

5.4. При виклику оперативно-рятувальної служби вказати адресу підприємства, місце виникнення події, обстановку, наявність людей, а також своє прізвище.

5.5. За потреби надати потерпілому домедичну допомогу згідно з інструкцією з надання домедичної допомоги, що діє на підприємстві. За подальшого погіршення самопочуття потерпілого не припиняти надавати домедичну допомогу та викликати за телефоном «103» швидку медичну допомогу.

5.6. У всіх випадках виконувати вказівки керівника робіт, щоб ліквідувати небезпеку.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

ВИСНОВКИ

З усього вищезазначеного можна говорити про те, що існує доцільність збільшення швидкості шліфування, а саме:

- 1 Незначна модернізація робить верстат рентабельним та продуктивним. При цьому досягається і вагомий економічний ефект. Збільшення швидкості шліфування забезпечує низьку шорсткість оброблених поверхонь.
- 2 Проведені розрахунки показують що швидкісне шліфування можна забезпечити й на верстатах, які працюють на швидкостях різання біля 35 м/с. для модернізації рекомендовано використовувати верстати нормальної точності (класу точності Н).
- 3 Необхідно враховувати, що при впровадженні швидкісного шліфування значно зростає допоміжний час, тому потрібно прагнути до його корочення усіма можливими способами. І в першу чергу шляхом автоматизації, наприклад, циклів шліфування, контролю розмірів і форми деталей, виправлення кругів і їхнього балансування безпосередньо на робочому верстаті тощо.
- 4 Розрахунки показали, що можна досягнути значної продуктивності шліфування, навіть, при вілсно не високих витратах. Наприклад заміна пасів та діаметрів шківів на двигуні та шпинделі дозволяють покращити продуктивність, приблизно у 1,5 рази.

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Танавський Я.О.</i>						
<i>Перевірив</i>		<i>Гагалюк А.В.</i>					52	
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ ім.І.Пулюя</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>				<i>гр. МВс-41</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т.Т1 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1985. 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т.Т2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1985. 496 с.
3. Бреев Б.Т. Модернизация станков для высокоскоростного шлифования. – М.: Машиностроение, 1982. – 60с.
4. Гевко Б. М., Матвійчук А. В., Артюхов А. М., Пік А. І., Гагалюк А. В., Лотоцький Р. І. Технологія обробки на верстатах з ЧПК. - Тернопіль: Крок, 2014. – 131 с.
5. Луців І.В. Теорія технічних систем / Ю. М. Кузнєцов, Ю. К. Новосьолов, І. В. Луців – Севастополь: СевНТУ, 2011. – 246 с.
6. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках / Шанайда В.В. – Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2001. – 163 с.
7. Основні правила розробки інструкції з охорони праці підприємства. URL: <https://www.ohrana-truda.in.ua/uk/materyalu/instrukcii-po-ohrane-truda/>
8. Інструкція з охорони праці для шліфувальника. URL: Джерело: <https://www.sop.com.ua/article/956-nstruktsya-z-ohoroni-prats-dlya-shlifuvalnika>

					<i>КРБ 20-213.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Танавський Я.О.</i>						
<i>Перевірив</i>		<i>Гагалюк А.В.</i>					53	
<i>Рецензент</i>						<i>ТНТУ ім.І.Пулюя гр. МВс-41</i>		
<i>Н. контр.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Кобельник В.Р.</i>						

ДОДАТКИ