

Хмельницький національний університет

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра технології машинобудування

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

до випускної кваліфікаційної роботи

(ОКР магістр)

Галузь знань - 13: Механічна інженерія

Спеціальність - 131: Прикладна механіка

Освітня програма - Технології машинобудування

на тему: Удосконалення технологічного процесу виготовлення опори
ротарійного розпушувача лівої РР.034.22.12 із використанням верстатів з
ЧПК

Шифр: ДРМ.ПМ.ФІТА.23. _____

Виконав

студент 2-го курсу групи ПМТм-22-1

Керівник магістерської роботи

Рецензент



Ю.М. Бойцун

Є.А. Урбанок

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри  В.П. Ткачук

" 22 " 12 2023 р.

Хмельницький 2023 р.

Завідувачу кафедри
технології машинобудування
Гачуку В.П.
здобувач вищої освіти
студента Бойцун Ю.М.,
ФІТА, 2-го курсу, гр. ПМТш-22-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення про систему забезпечення академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті, згідно з яким виявлення академічного плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до знання і застосування засад дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений. Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на академічний плагіат ознайомлений та надаю свою згоду на обробку й збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та зберігання в базі даних програмно-технічних засобів (Unicheck та/або Anti-Plagiarist) і використання роботи для виявлення академічного плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота надається для перевірки в електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

20 грудня 2023р.

Дата



підпис

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатами звіту/звітів подібності щодо роботи, продуктованим програмно-технічним засобом (ами) перевірки текстів на плагіат:
Назва кваліфікаційної роботи: «Удосконалення технологічного процесу виготовлення опори ротаційного розпушувача дівої РР.034.22.12 із використанням верстатів з ЧПК»
Автор Бойцун Юрій Михайлович
Освітня програма: Технології машинобудування
Спеціальність: 131 Прикладна механіка
Науковий керівник: Урбанок Є.А., к.т.н, доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Початок про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є зазначеними і не є плагіатом (далі – зазначаються підстави віднесення запозичень до правомірних, якщо потрібно). Робота приймається до захисту.	
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи (далі – зазначаються деталі та аргументовані підстави віднесення запозичень до правомірних). Робота приймається до захисту, але має бути відрегонована.	-
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота може бути допущена до захисту після того як буде відрегонована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить наявні текстові спотворення, передбачувані спроби уникнути запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	
5	Інше:	

Підтвердження:

Anti-Plagiarism v-15.257

The maximum coincidence with one document 25.0%

Plagiarism sources

ID	Description	Plagiarism presence in the document	
		Symbols	Lexemes
109KJ	Title: Проект ділянки механічного оброблення корпусу АШВН 734611.001 Added in a DB: 2013-06-10 Author: Сенцов Віталій Вікторович Heads: Савицький Ю. В.	25923 (25.0%)	165 (20.0%)

Виявлені окремі ознаки академічного плагіату в розділі «Безпека життєдіяльності» знаходяться в гранично допустимих межах. Робота приймається до захисту.

«26» грудня 2023р.

Завідувач кафедри

[Signature]
Підпис

Віталій ТЕАЧУК

Ін.н, проректор

Гарант освітньої програми

[Signature]
Підпис

Андрій ГОРДІСОВ

Ін.н, проректор

Керівник кваліфікаційної роботи

[Signature]
Підпис

Сергій УРБАНОК

Ін.н, проректор

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Бойцун Юрій Михайлович на захист дипломного проєкту (роботи)

за спеціальністю 131 - Прикладна механіка

На тему: Удосконалення технологічного процесу виготовлення лівой опори ротарійного розпушувача РР.034.22.12 з використанням верстата з ЧПК

Дипломний проєкт (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагиат додаються.

Декан факультету


ВІКТОР ОЛЕКСАНАРЕНКО
(підпис)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Бойцун Ю. М. за період навчання на факультеті Інженерії, транспорту та архітектури з 2022 по 2022 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 33,33 %, добре 50,00 %, задовільно 16,67 %.

шкалою ЕКТС: А 18,18 %, В 9,09 %, С 27,27 %, D 18,18 %, E 27,27 %.

Методист факультету

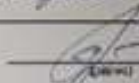

(підпис)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Бойцун Ю.М. виконав роботу високої якості
кавал з відповідністю із заданими у певному об'єкті
За період виконання дипломної роботи виконав роз-
роботні функції згідно з планом і навчальним, що передбачені
колективними роботами програми інженерів-конструкторів
Повністю виконав завдання щодо необхідних розрахунків і
обґрунтувань. Графік роботи виконаний, всі дані зібрані
Належним чином.

Оцінка дипломного проєкту (роботи)

Керівник дипломного проєкту


Григорук
(підпис)


добре
27.05.2023 2023 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проєкт (роботу) розглянуто. Студент Бойцун Ю. М. допускається до захисту цього проєкту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

технології машинобудування


Віталій ТИШЧУК
(підпис)

27.05.2023 2023 р.

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну дипломну роботу Бойцуна Ю.М.

Тема роботи: Удосконалення технологічного процесу виготовлення опори ротативного розпушувача діва РР.034.22.12 із використанням верстатів з ЧПК.

Тема дипломної роботи, її актуальність та зміст відповідають спеціальності 131 Прикладна механіка.

В загальному розділі дипломної роботи наведена загальна характеристика деталі «Опора ротативного розпушувача діва РР.034.22.12», проведена оцінка її технологічності.

В технологічному розділі виконаний аналіз базового технологічного процесу, проведене обґрунтування методів отримання заготовок для окремих частин деталі, призначені припуски і їх допуски на основні поверхні деталі, розроблений новий варіант технологічного процесу оброблення деталі з використанням верстатів з ЧПК, розраховані і призначені режими різання на операціях, виконане технічне нормування.

В конструкторському розділі дипломної роботи спроектовані два верстатні пристрої для свердловальних операцій, контрольний пристрій, а також спеціальний інструмент – свердло збірне.

Дослідницький розділ присвячений огляду і аналізу досвіду застосування зносостійких та захисних покриттів для різального інструменту, в тому числі з використанням нанотехнологій, які можна рекомендувати для різального інструменту, що використовується в новому технологічному процесі.

В розділі «Безпека життєдіяльності» наведений аналіз розробленого технологічного процесу з точки зору охорони праці, висвітлені окремі питання організації освітлення робочих місць, а також процесів розслідування та обліку нещасних випадків.

Наведені обґрунтування та розрахунки свідчать про достатній рівень підготовки магістранта із загальноосвітніх та спеціальних дисциплін.

Графічна частина проекту виконана у відповідності з вимогами ЕСКД та ДСТУ, розрахунково-пояснювальна записка оформлена з дотриманням основних вимог до текстових документів технічних розробок.

Зуваження: 1) Для вирішення інженерних задач бажано використовувати пакет прикладних програм SolidWorks, застосування якого в даній роботі відсутнє.

2) Конструкції пристроїв, які розроблені в дипломній роботі, передбачають ручний привод механізмів затиску деталей, що більш характерно для одичного типу виробництва. Для серійного виробництва з річною програмою 8000 шт./рік варто було їх механізувати.

Дипломна робота виконана згідно завдання в повному обсязі і загалом заслуговує оцінки «добре».

Рецензент: к.т.н., доц. кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства



/Бабак О.П./

Хмельницький національний університет

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра технології машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень Магістр

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма: Технології машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ /Ткачук В.П./
“ ___ ” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Бойцуну Юрію Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломної роботи: «Удосконалення технологічного процесу виготовлення опори ротаційного розпушувача лівої РР.034.22.12 із використанням верстатів з ЧПК»

Керівник роботи Урбанюк Євген Антонович, к.т.н., доцент

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

затверджена наказом ХНУ № ___ від “ ___ ” _____ 2023 р.

2. Строк подання студентом проекту до захисту 18 грудня 2023р.
3. Вихідні дані до дипломної роботи: кресленик деталі з технічними вимогами до її виготовлення; річна програма випуску N=8000 шт./рік; базовий варіант технологічного процесу механічного оброблення деталі; література; завдання на дипломну роботу.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
 1. Загальний розділ.
 2. Технологічний розділ.
 3. Конструкторський розділ.
 4. Дослідницький розділ.
 5. Безпека життєдіяльності. Висновки. Додатки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 1. Кресленик деталі - 1 аркуш ф.А2;
 2. Кресленики заготовок - 2 аркуші ф.А2;
 3. Графотехнологія - 1 аркуш ф.А1;
 4. Розрахунково-технологічна карта для верстата з ЧПК - 1 аркуш ф.А1;
 5. Складальний кресленик пристрою для свердлування радіальних отворів Ø10,2 – 1 аркуш ф.А1;
 6. Складальний кресленик лещат верстатних спеціальних - 1 аркуш ф.А1;
 7. Складальний кресленик пристрою для контролю торцевого биття поверхні пластини відносно осі деталі - 1 аркуш ф.А1;
 9. Кресленик свердла збірного перового Ø23_{-0,052} - 1 аркуш ф.А2.
 10. Дослідницький розділ - 1 аркуш ф.А1.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 16 жовтня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	1. Загальний розділ. 2. Технологічний розділ.	10.11.23	
2	3. Конструкторський розділ.	24.11.23	
3	4. Дослідницький розділ. 5. Безпека життєдіяльності.	8.12.23	
4	Висновки. Додатки	12.12.23	
5	1. Кресленик деталі - 1 аркуш ф.А2; 2. Кресленики заготовок - 2 аркуші ф.А2.	20.11.23	
6	3. Графотехнологія - 1 аркуш ф.А1; 4. Розрахунково-технологічна карта для верстата з ЧПК - 1 аркуш ф.А1.	8.12.23	
7	5. Складальний кресленик пристрою для свердлування радіальних отворів Ø10,2 – 1 аркуш ф.А1; 6. Складальний кресленик лещат верстатних спеціальних - 1 аркуш ф.А1.	12.12.23	
8	7. Складальне креслення контрольного пристрою - 1 аркуш ф.А2;	14.12.23	
9	8. Кресленик свердла збірного перового - 1 аркуш ф.А2; 10. Дослідницький розділ – 1 аркуш ф.А1;	16.12.23	
10	Висновки. Додатки.	17.12.23	

Студент _____ **Юрій БОЙЦУН**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Євген УРБАНЮК**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Тема дипломної роботи: Удосконалення технологічного процесу виготовлення опори ротаційного розпушувача лівої РР.034.22.12 з використанням верстатів з ЧПК

Автор: Бойцун Ю.М.

Керівник роботи: Урбанюк Є.А.

Пояснювальна записка: 101с. Графічна частина: 8 арк. ф.А1 і 2 арк. ф.А2.

Актуальність. Покращення якості машинобудівної продукції залежить від кваліфікації молодих фахівців освітнього рівня магістра, які здатні аналізувати існуючі технології виробництва і пропонувати їх удосконалення, в тому числі, із застосуванням верстатів з ЧПК. Виконання дипломної роботи магістра є однією із складових підготовки таких фахівців.

Метою роботи є розроблення більш досконалого в порівнянні із базовим варіанту технологічного процесу механічного оброблення опори ротаційного розпушувача лівої РР.034.22.12 з використанням верстатів з ЧПК.

Предмет дослідження: технологія виготовлення деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12».

Результати: В загальному розділі наведені мета і основні завдання кваліфікаційної магістерської роботи, виконаний аналіз об'єкта виробництва, наведена загальна характеристика деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» і проведена оцінка технологічності її виготовлення.

В технологічному розділі роботи запропоновано ряд операцій базового технологічного процесу об'єднати в одну на вертикально-свердлувальному верстаті з ЧПК, економічно обґрунтований вибір заготовки для деталі «Перехідник», яка є складовою деталі «Опора ліва», розраховані припуски на її оброблення, розраховані та вибрані режими різання на переходах і операціях, проведено нормування технологічного процесу.

У конструкторському розділі спроектовані верстатні пристрої для свердлування радіальних отворів, а також пристрій для встановлення деталі при обробленні осьового отвору і 4-х отворів на операції 025 Вертикально-свердлувальна з ЧПК. Розроблено також конструкцію контрольного пристрою, спроектовано різальний інструмент – свердло перове збірне.

В дослідному розділі наведено результати досліджень оцінки стійкості твердосплавних різців з покриттям нітридом титану та запропоновано їх застосування в новому технологічному процесі.

У розділі безпеки життєдіяльності наведений аналіз технологічного процесу з точки зору безпеки життєдіяльності, розглянуті питання організації освітлення робочих місць та розслідування і обліку нещасних випадків на виробництві.

Ключові слова: механічне оброблення, технологія, верстат, інструмент, режими різання, пристрій, зміцнення, безпека життєдіяльності.

Автор дипломної роботи: / _____ /

15.12.2023р.

Abstract

Topic of the thesis: Improvement of the technological process of manufacturing the support of the rotary ripper of the left RR.034.22.12 using CNC machines

Author: Boitsun Yu.M.

Head of work: Urbanyuk E.A.

Explanatory note: 101 p. Graphic part: 8 sheets. f.A1 and 2 sheets. f.A2.

Topicality. Improving the quality of machine-building products depends on the qualifications of young professionals with a master's degree who are able to analyze existing production technologies and propose their improvement, including the use of CNC machines. Completion of a master's thesis is one of the components of the training of such specialists.

The purpose of the work is to develop a more advanced, compared to the basic version, of the technological process of mechanical processing of the support of the left rotary ripper RR.034.22.12 using CNC machines.

The subject of the study: the manufacturing technology of the part "Rotary ripper support left RR.034.22.12".

Results: In the general section, the purpose and main tasks of the qualifying master's thesis are given, the analysis of the production object is performed, the general characteristics of the part "Rotary ripper support left RR.034.22.12" are given, and the manufacturability assessment of its manufacture is carried out.

In the design section, machine tools for drilling radial holes, as well as a device for setting the part when processing an axial hole and 4 holes for operation 025 Vertical drilling with CNC, are designed. The design of the control device was also developed, and a cutting tool was designed - a prefab drill.

In the experimental section, the results of studies on the stability assessment of carbide cutters coated with titanium nitride are presented and their application in a new technological process is proposed.

In the life safety section, an analysis of the technological process from the point of view of life safety is presented, the issues of workplace lighting organization and the investigation and accounting of industrial accidents are discussed.

Key words: machining, technology, machine, tool, cutting modes, device, strengthening, life safety.

The author of the thesis: / _____ / 15.12.2023

Зміст

	С.
Вступ	9
1. Загальний розділ	11
1.1 Мета і основні завдання дипломної магістерської роботи.....	11
1.2 Аналіз об'єкта виробництва.....	12
1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	14
1.4 Визначення типу та організаційної форми виробництва.....	18
2. Технологічний розділ	22
2.1 Аналіз базового технологічного процесу.....	22
2.2 Вибір типу заготовки та техніко-економічне обґрунтування методу її отримання.....	24
2.2.1 Техніко-економічне порівняння двох варіантів методу отримання заготовки.....	24
2.3 Вибір технологічних баз.....	27
2.4 Вибір варіанта технологічного маршруту оброблення деталі.....	28
2.5 Розроблення технологічних операцій.....	29
2.6 Розрахунок та призначення припусків на оброблення	30
2.6.1 Розрахунок припусків на ЕОМ.....	33
2.7 Розрахунок та призначення режимів різання.....	37
2.7.1 Розрахунок режимів різання аналітично.....	37
2.7.2 Призначення режимів різання табличним методом.....	43
2.8 Розрахунок технічних норм часу при виконанні операцій.....	45
2.9. Проектування операції 015 Вертикально-свердлувальна з ЧПК.....	47
3. Конструкторський розділ	50
3.1 Проектування верстатного пристрою для свердлування 4-х радіальних отворів Ø10,2мм.....	50
3.1.1 Вибір установочних елементів, схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої.....	50
3.1.2 Розрахунок необхідних сил закріплення та параметрів	

приво́ду пристро́ю.....	50
3.1.3 Си́ловий розрахунок пристро́ю.....	52
3.1.4. Розрахунок елементів пристро́ю на міцність.....	53
3.1.5 Розрахунок пристро́ю на точність.....	53
3.1.4 Розроблення технічних умов на пристрій, компонування та описа́ння його роботи.....	54
3.2 Прое́ктування верста́тного пристро́ю для оброблення осьового отвору деталі та 4-х отворів Ø8,5мм у пластині	55
3.2.1 Вибір устано́вочних елементів, схеми базування та спосо́бу закрі́плення деталі в пристро́ї.....	55
3.2.2 Визначення сили за́тиску та параметрів привода пристро́ю.....	57
3.2.3 Розрахунок елементів пристро́ю на міцність.....	60
3.2.4 Розрахунок пристро́ю на точність.....	60
3.2.5 Описа́ння роботи ьпристро́ю.....	61
3.3 Прое́ктування пристро́ю для контро́лю торцевого биття поверхні пластини відносно осі деталі.....	62
3.3.1 Розроблення схеми вимірювання.....	62
3.3.2 Розрахунок пристро́ю на точність.....	62
3.3.3. Описа́ння констру́кції пристро́ю і принци́п його роботи.....	63
3.4 Прое́ктування свердла збірного перового.....	63
4. Дослі́дни́цький розді́л. Зносостійкі та захисні покриття для різального інструменту.....	67
5. Безпека життєдіяльності.....	80
Висновки	99
Перелі́к посила́нь.....	100
Дода́тки	

Вступ

В наш час дуже важко вийти на високий рівень виробництва. Для того, щоб виготовляти високоякісну продукцію, яка могла б бути конкурентноспроможною не тільки в Україні, а й далеко за її межами, потрібно прикласти чимало зусиль. Високий рівень виробництва та якість продукції, що випускається, багато в чому залежить від застосування здобутків технічного прогресу. Технічний прогрес не стоїть на місці і, відповідно, вимоги замовника тої чи іншої продукції також значно підвищуються.

Виходячи із ситуації, що склалається на підприємстві, потрібно впроваджувати автоматизацію, підвищувати продуктивність праці, знижувати собівартість продукції, розробляти типові і спеціальні методи та схеми захисту працівників на виробничій дільниці.

Економічна ефективність визначається не лише досягнутою економією коштів, але й підвищенням точності виготовлення виробів та прискоренням освоєння їх виробництва. Підвищення точності виготовлення призводить до зменшення загального часу освоєння нової продукції, що дозволяє швидше реагувати на вимоги ринку.

Найбільш раціональним шляхом підвищення технологічного рівня виробництва є оптимізація методів виготовлення заготовок, використання обладнання з ЧПК, що дає можливість значно зменшити витрати та кількість обладнання, залучити до процесу виробництва меншу кількість робочого персоналу тощо. Це дозволяє зменшити вартість, час виготовлення та підвищити якість виробів, що у свою чергу піднімає рейтинг підприємства не тільки на вітчизняному ринку, але й на міжнародному. Використання розробок, породжених науково-технічним прогресом у машинобудуванні загалом визначає ефективність усього народного господарства країни. Найважливішими умовами для цього є зростання продуктивності праці, підвищення ефективності виробництва і покращення якості продукції.

Проведення робіт з механізації та автоматизації виробничих процесів залежить від характеру виробництва і організації виробничих процесів. Розроблення нових моделей обладнання необхідно проводити на базі класифікаційних груп деталей, необхідно створювати новий типаж високоефективного обладнання для розв'язання нових технологічних задач. Важливу роль у розв'язанні задач наукової організації виробництва має зіграти впровадження єдиної системи технологічної підготовки виробництва.

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Мета і основні завдання дипломної магістерської роботи [1]

Покращення якості машинобудівної продукції залежить від кваліфікації молодих фахівців освітнього рівня магістра, які здатні аналізувати існуючі технології виробництва і пропонувати їх удосконалення, в тому числі, із застосуванням верстатів з ЧПК. Тому тема дипломної роботи актуальна, а її виконання є однією із складових підготовки вказаних вище фахівців.

Метою роботи є розроблення більш досконалого в порівнянні із базовим варіанту технологічного процесу механічного оброблення опори ротаційного розпушувача лівої РР.034.22.12 з використанням верстатів з ЧПК.

Предметом дослідження є технологія виготовлення деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12». Для цього потрібно техніко-економічно обґрунтувати вибір обладнання для нового варіанту технологічного процесу, механізувати верстатні пристрої там, де це можливо зробити, для покращення умов оброблення заготовки. Окрім розроблення нового варіанту технологічного процесу у дипломній роботі необхідно спроектувати пристрої для окремих операцій, провести розрахунок пристроїв на точність, а відповідальних елементів цих пристроїв на міцність, розробити також потрібно технічні умови на спроектовані пристрої.

Для контролю відповідальних поверхонь деталі розробити схеми вимірювання і спроектувати контрольно-вимірювальний пристрій, спроектувати також різальний інструмент, який критично важливий для оброблення деталі.

Окрім того необхідно розробити дослідницький розділ, у якому потрібно представити огляд прогресивних технологій з метою використання їх рекомендацій у дипломній роботі.

Завершальним розділом дипломної роботи є розроблення розділу з безпеки життєдіяльності.

1.2. Аналіз об'єкта виробництва

Деталь «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» входить у блок-редуктор, який є складовою частиною універсальної малогабаритної техніки, яка в зборі із силовим агрегатом потужністю до 4 кВт служить для обробітку ґрунту в садах і огородах.

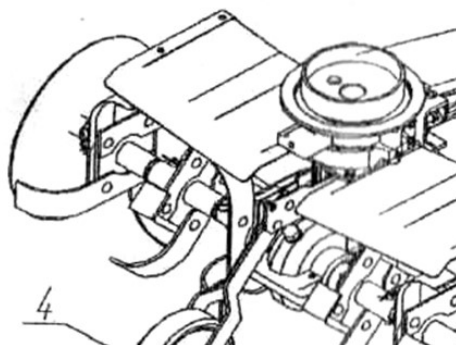


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд виробу:

1 – редуктор, 2 – ротаційні розпушувачі, 3 – регулятор глибини, 4 – переднє транспортне колесо, 5 – захисні щитки

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика ротаційного розпушувача

№ з/п	Назва параметру	Розмірність	Величина	Примітка
1	Максимальна глибина рихлення	мм	150	
2	Ширина обробітку	мм	330, 550, 840	
3	Редуктор	Черв'ячний одноступеневий		
4	Змащування редуктора	л	Не більше 0, 25	Масило ТАД-17И
5	Розпушувач			
	Кількість	шт.	6 (3+3)	
	Кількість захисних дисків	шт.	2 (1+1)	
6	Габаритні розміри (довжина, ширина, висота)	Мм	750×610×<400	
7	Маса	Кг	до 31	

Деталь «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» входить у вузол ротаційного розпушувача (див. рис. 1.2), на якому кріпляться самі ножі-розпушувачі. Деталь передає крутний момент від приводу та обертає ножі-розпушувачі.

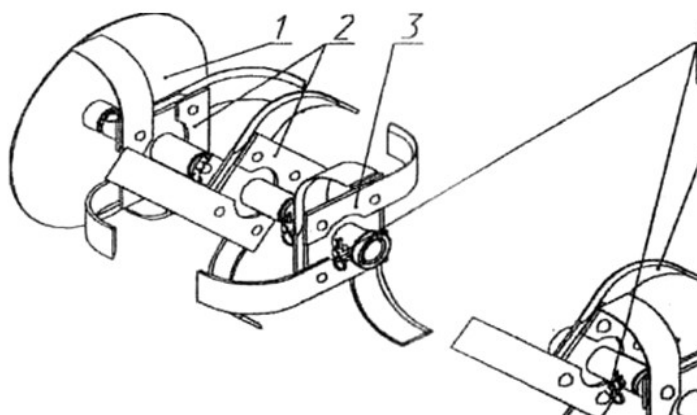


Рисунок 1.2 - Ротаційний розпушувач:

1 - захисний диск, 2 – розпушувач правий зовнішній, 3 – розпушувач правий внутрішній, 4 – розпушувач лівий зовнішній, 5 – розпушувач лівий внутрішній, 6 - палець

Провівши аналіз креслень, можна з впевненістю сказати, що:

– кресленики містять усі відомості про деталь: необхідні перерізи, проекції, види, що дають повну уяву про конструкцію деталі;

– на креслениках деталі проставлені усі необхідні розміри, розмірні ланцюги зберігають розмірну визначеність, існує також взаємозв'язок між обробленими та необробленими поверхнями, вказані допуски розмірів;

– вказано базову поверхню і вимоги до точності форми та взаємного розташування поверхонь відносно бази;

– проставлено усі необхідні параметри шорсткості на оброблюваних поверхнях, самі параметри для кожного виду оброблення визначені вірно;

– технічні вимоги містять необхідну інформацію про твердість поверхонь деталі, тобто, необхідний вид термооброблення, а також про деякі невказані розміри та їх відхилення.

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

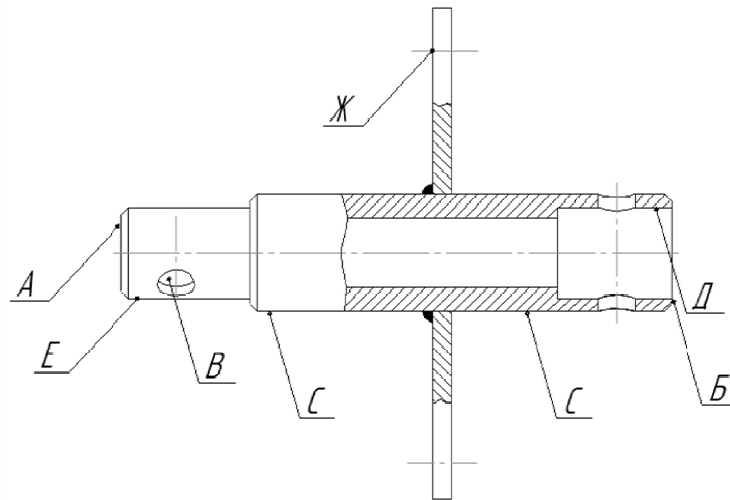


Рисунок 1.3 – Деталь «Опора ротатійного розпушувача ліва РР.034.22.12»

Залежно від службового призначення усі поверхні деталі поділяють на основні, допоміжні, виконавчі та інші [2].

Основні поверхні - поверхні, за допомогою яких визначають положення даної деталі у виробі. Для даної деталі це поверхні Д, Б (див. рис. 1.3).

Допоміжними називають поверхні деталі, які визначають положення усіх приєднаних деталей відносно даної. Для даної деталі це поверхні В, Ж.

Виконавчі поверхні – поверхні, які виконують службове призначення. На рисунку 1.3 це поверхні Е, В.

До інших відносять поверхні, які не контактують з поверхнями інших деталей. Для даної деталі це поверхня С.

Загалом усі конструктивні елементи деталі і її поверхні є стандартними та уніфікованими, тому за даним показником деталь є технологічною [2].

Для виготовлення перехідника, який є складовою частиною деталі, як матеріал використовується конструкційна сталь марки сталь 45 ДСТУ 7809. Даний матеріал добре оброблюється різанням, має невисоку вартість і не є дефіцитним. Хімічний склад сталі та її механічні властивості зводимо в таблиці 1.2 і 1.3 відповідно.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 45 ДСТУ 7809, %

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>Cr</i>
0,4 – 0,5	0,17 – 0,37	0,5 – 0,8	Не більше		0,3	0,3
			0,045	0,045		

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 45 ДСТУ 7809

σ_T , МПа	$\sigma_{вр}$, МПа	σ_5 , %	ψ , %	a_n , Дж/см ²	Твердість НВ
Не менше				50	Не більше
360	610	16	40		241

Конструкція деталі та матеріал дозволяють отримати заготовку з круглого трубного прокату, завдяки якому отримується заготовка з розмірами та формою, що близькі до розмірів та форми готової деталі.

Досягнення заданих квалітетів точності і параметрів шорсткості не потребує застосування фінішних операцій, є можливість прямого визначення розмірів, що задані кресленням, деталі притаманна достатня жорсткість, що дає змогу вести оброблення методом концентрації переходів.

Отже, за якісними показниками деталь «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» є технологічною.

Кількісний аналіз технологічності деталі:

- 1) Проводимо конструкторський аналіз, результати заносимо в таблицю 1.4

Таблиця 1.4 – Результати конструкторського аналізу

Найменування поверхні	Кількість поверхонь	Кількість уніфіков. елементів	Квалітет точності	Параметр шорсткості Ra
Отвір Ø8,5	1	1	9	6,3
Зовнішня поверхня Ø32	1	1	10	6,3
Фаска 1,5×45°	2	2	14	6,3
Торець	1	2	14	6,3
Зовнішня поверхня Ø25	1	1	6	2,5
Отвір Ø10,2	2	2	9	6,3
Отвір Ø25	1	1	6	2,5
Всього	9	10		

2) Визначення коефіцієнта уніфікації [2]:

$$K_{y.e.} = Q_{y.e.} / Q_e \quad (1.1)$$

де $Q_{y.e.}$ – кількість уніфікованих елементів деталі, $Q_{y.e.} = 10$;

Q_e – загальна кількість елементів деталі, $Q_e = 9$.

$$K_{y.e.} = 10 / 9 = 1,1.$$

За цим показником деталь технологічна, так як $K_{y.e.} > 0,6$.

3) Визначення коефіцієнта точності оброблення K_m :

$$K_m = 1 - 1/A_{cp} \quad (1.2)$$

де A_{cp} – середня точність оброблення.

$$A_{cp} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19}) / \sum n_i \quad (1.3)$$

де n_i – число поверхонь деталі, що відповідають 6...14 квалітетам точності.

$$A_{cp} = (6 \cdot 2 + 9 \cdot 3 + 10 \cdot 1 + 14 \cdot 3) / 10 = 9,1$$

$$K_m = 1 - 1/9,1 = 0,89$$

За цим показником деталь теж технологічна, так як $K_m > 0,8$.

4) Визначення коефіцієнта шорсткості оброблення поверхонь $K_{ш}$:

$$K_{ш} = 1/B_{cp} \quad (1.4)$$

де B_{cp} – середня шорсткість оброблення за параметром R_a , мкм.

$$B_{cp} = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 40n_{13} + 80n_{14}) / \sum n_i \quad (1.5)$$

де n_i – число поверхонь деталі відповідних параметрів шорсткості.

$$B_{cp} = (2,5 \cdot 2 + 6,3 \cdot 7) / 10 = 4,9$$

$$K_{ш} = 1 / 4,9 = 0,2$$

За цим показником деталь технологічна, так як $K_{ш} < 0,32$.

5) Визначення коефіцієнта використання матеріалу $K_{в.м.}$:

$$K_{в.м.} = q/Q \quad (1.6)$$

де q – маса деталі, $q = 0,4$ кг;

Q – маса заготовки, $Q = 0,74$ кг.

$$K_{в.м.} = 0,4 / 0,74 = 0,54.$$

За цим показником деталь теж технологічна, так як має невисоку витратність матеріалу.

1.4. Визначення типу та організаційної форми виробництва

Тип виробництва характеризується коефіцієнтом закріплення операцій згідно [3].

$$K_{зо} = \frac{\sum O}{\sum P}; \quad (1.7)$$

де ΣO - сумарне число різноманітних операцій, що виконуються на дільниці за місяць;

ΣP - сумарне число робочих місць на даній дільниці цеху.

Виходячи з штучного часу на операціях, визначаємо кількість верстатів, необхідних для кожної операції:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (1.8)$$

де N - річна програма випуску, $N = 8000$ шт./рік.

$T_{шт}$ - штучний час на операцію за базовим технологічним процесом, хв.;

F_d - дійсний річний фонд час роботи обладнання, $F_d = 3979$ год. (за умови двозмінного режиму роботи);

$\eta_{з.н.}$ - нормативний коефіцієнт завантаження обладнання (за умови двозмінного режиму роботи $\eta_{з.н.} = 0,75 \dots 0,8$).

Загальна кількість робочих місць: $\Sigma C = 5$.

Загальна кількість операцій: $\Sigma O = 42$.

Коефіцієнт закріплення операцій: $K_{з.о.} = 42/5 = 8,4$.

Згідно даних [3] за такого значення коефіцієнта закріплення операцій тип виробництва – серійний, при якому використовується, в основному, універсальне обладнання та верстати з ЧПК, які дозволяють проводити швидке переналагодження на випуск іншої номенклатури деталей подібного типорозміру.

Пристрої для оброблення деталей, що застосовуються на верстатах, універсальні, тому вони можуть використовуватись і для інших подібних деталей. Застосування спеціального оснащення зумовлюється тільки забезпеченням дотримання особливих технічних вимог на виготовлення деталі.

Різальний інструмент, що застосовується, переважно стандартний, що забезпечує економічність виготовлення деталі.

Контрольний інструмент – універсальний, що дозволяє його використання для вимірювань інших деталей, які виготовляються на даному підприємстві.

Серійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються чи ремонтуються партіями, які періодично повторюються, з порівняно значним об'ємом випуску.

На підприємствах серійного виробництва обладнання складається з універсальних верстатів, які обладнані як спеціальними, так і універсально-налагоджувальними (СНП, УНП) і універсально-збірними (УЗП) пристроями, що дозволяє знизити працесмкість і собівартість виготовлення виробу. При невеликій працесмкості оброблення або недостатньо великій програмі випуску виробів доцільно обробляти заготовки партіями з послідовним виконанням операцій, тобто, після оброблення всіх заготовок партії на одній операції виконувати обробку цієї партії на наступній операції. При цьому час оброблення на різних верстатах не узгоджують. Заготовки під час оброблення зберігають біля верстата, потім транспортують усією партією.

В умовах серійного виробництва застосовують також змінно-потоккову форму організації робіт [3]. Тут обладнання розташовують по ходу технологічного процесу. Оброблення виконують партіями, причому, заготовки

кожної партії можуть відрізнятися розмірами і конфігурацією, але допускають оброблення на одному і тому ж обладнанні.

В умовах серійного виробництва можуть використовуватись універсальні, спеціалізовані, агрегатні та інші металообробні верстати. При виборі технологічного обладнання, спеціальних чи спеціалізованих пристроїв та інструменту необхідно проводити оцінку витрат і їх термінів окупності, а також розраховувати економічний ефект від використання обладнання і технологічного оснащення.

В умовах серійного виробництва деталі виготовляють партіями в порядку чергування з іншими виробами. Також можна застосовувати робітників невисокої кваліфікації, а обладнання встановлювати згідно послідовності операцій технологічного процесу. У зв'язку із цим основними розрахунковими нормативами є розмір партії деталей та періодичність їх виготовлення, тривалість виробничих циклів оброблення деталей та вузлів.

Враховуючи конструкцію заданої деталі та технологічні вимоги до неї, доцільно технологічний процес виготовлення побудувати за принципом концентрації з використанням сучасного обладнання з ЧПК.

Визначаємо розмір партії деталей згідно формули [3]:

$$n = \frac{N_{річн} \cdot t}{F_{\delta}}, \quad (1.9)$$

де $N_{річн}$ - річна програма i -го найменування деталей;

t - періодичність запуску деталей, $t = 3 \dots 5$ днів;

F_{δ} - число робочих днів за рік;

$$n = \frac{8000 \cdot 5}{251} = 159 \text{ деталей.}$$

Робочі місця на дільниці можуть бути організовані за технологічним або предметним принципом. Так як організація за технологічним принципом застосовується для одиничного та дрібносерійного типу виробництва, то, виходячи із задач дипломної роботи, вибираємо другий принцип. За предметним принципом організації створюються дільниці, за якими закріплено виготовлення обмеженої номенклатури деталей. Обладнання підбирається у відповідності з технологічними процесами і розміщується в послідовності виконуваних операцій, тобто, застосовується принцип прямоточності. За такого принципу організації дільниці доцільно застосовувати паралельно-послідовні переміщення предметів праці. Сутність цього виду руху полягає в тому, що вся партія ділиться на транспортні партії по n_{um} у кожній. Транспортна партія оброблюється без перерв. Її можна передавати на наступну операцію, не чекаючи закінчення оброблення інших транспортних партій. Так як згідно попереднього розрахунку партія деталей невелика, то приймається послідовний вид.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз базового технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» складеться із виготовлення перехідника та пластини, заготовки яких після попередніх операцій механічного оброблення зварюються, а потім оброблюються разом остаточно.

Таблиця 2.1 – Базовий технологічний процес виготовлення деталі

№ опер.	Назва операції	Назва і модель обладнання
Оброблення деталі «Перехідник»		
005	Токарна	Токарно-гвинторізний 16К20
010	Токарна	Токарно-гвинторізний 16К20
Оброблення деталі «Пластина»		
015	Свердлувальна	Вертикально-свердлувальний 2Р135
	Зварювальна	Напівавтомат зварювальний А825М
Оброблення деталі в зборі		
020	Свердлувальна	Вертикально-свердлувальний 2Р135
025	Свердлувальна	Вертикально-свердлувальний 2Р135
030	Свердлувальна	Вертикально-свердлувальний 2Р135
035	Круглошліфувальна	Круглошліфувальний 3М150
040	Токарна	Токарно-гвинторізний 16К20

Аналіз наведеного вище показує, що верстати, які використовуються в процесі механічного оброблення, за габаритними розмірами заготовки, вимог до точності і шорсткості поверхонь відповідають заданим вимогам оброблення даної деталі.

Всі верстати є відносно недорогими. Категорія ремонтної складності їх невисока, але на деяких операціях моделі верстатів, що використовуються у базовому варіанті технологічного процесу, морально застаріли, тому доцільно деякі із них замінити верстатами з ЧПК.

Виходячи із умови забезпечення точності розмірів поверхонь (згідно кресленика деталі), щоби застосувати верстат з ЧПК та максимально його завантажити, необхідно змінити послідовність технологічного процесу, яка надається нижче. Цю зміну можна трактувати як вдосконалення існуючого (базового) технологічного процесу виготовлення деталі. Отже:

- операцію 015 слід виконати тільки для свердлування центрального отвору у пластині;

- операції 020, 025, 030 із оброблення точного отвору в трубі перехідника та свердлування 4-х отворів Ø8,5мм в пластині пропонується об'єднати в одну операцію із застосуванням верстата з ЧПК моделі 2P135Ф2.

В новому варіанті технологічного процесу пропонується використовувати стандартний покупний різальний інструмент, що скорочує час технологічної підготовки виробництва і зменшує витрати на нього, а також твердосплавні ріжучі пластини для різців та свердел і абразивні круги (за виключенням спеціального інструменту). Режими різання для них помірно високі, тому вартість експлуатації інструменту середня.

Оброблення різанням пропонуємо проводити з використанням СОЖ, що дозволить вести його з високими швидкостями різання і з оптимальними періодами стійкості інструменту. Витрати часу на заміну інструменту можна зменшити, якщо використовувати більш стійкі твердосплавні пластини із зносостійкими покриттями, а також алмазне або швидкісне шліфування.

В новому варіанті технологічного процесу пропонується використати швидкодіючі вимірювальні інструменти, стандартне і спеціалізоване допоміжне оснащення, точність вимірювання яких достатньо висока.

2.2. Вибір типу заготовки та техніко-економічне обґрунтування методу її отримання

На вибір методу отримання заготовки впливають декілька чинників. Так, наприклад, матеріало циліндричної частини деталі «Перехідник» є вуглецева конструкційна сталь 45, тому оптимальним методом отримання заготовки буде гарячекатаний прокат. Для «Пластини» метод отримання заготовки оптимальним буде вирубання листового покату на вирубному пресі.

З урахуванням конфігурації, габаритних розмірів і маси, вимог до точності та якості поверхонь деталі, типу та обсягу виробництва вибираємо для порівняння два методи отримання заготовки для циліндричної частини:

- 1) прокат круглий;
- 2) прокат трубний.

2.2.1. Техніко-економічне порівняння двох варіантів методу отримання заготовки

Розрахунок витрат матеріалу на заготовки проводимо за умовними порівняльними цінами, що дозволяє використати спеціалізовану комп'ютерну програму, розроблену на кафедрі ТМ у попередні роки.

Розрахунок витрати матеріалу на заготовку проводимо за формулою [3]:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000}, \quad (2.1)$$

Перший варіант - заготовка із круглого прокату:

тут Q - маса заготовки, $Q = 1,74$ кг;

$S_{\text{баз}}$ - базова вартість 1 кг матеріалу, $S_{\text{баз}} = 5,65$ грн.,

q - маса готової деталі, $q = 0,4$ кг;

$S_{\text{відх}}$ - вартість 1 т відходів, $S_{\text{відх}} = 180$ грн.;

Другий варіант (заготовка із трубного прокату)

тут Q - маса заготовки, $Q = 0,74$ кг;

$S_{баз}$ - базова вартість 1 кг матеріалу, $S_{баз} = 6,8$ грн.,

q - маса готової деталі, $q = 0,4$ кг;

$S_{відх}$ - вартість 1 т відходів, $S_{відх} = 180$ грн.;

Розрахунок собівартості заготовок, отриманих різними методами проводимо на ЕОМ, використовуючи спеціалізовану програму «Розрахунок заготовки».

Розрахунок заготовки

Перший варіант

Вид отримання заготовки

- прокат
- литво в землю і кокіль
- литво по виплавлюваних моделях
- литво по випалюваних моделях
- литво по газифікованих моделях
- литво під тиском
- литво в оболонкові форми
- штампування

Маса заготовки, кг: 1,74

Маса деталі, кг: 0,4

Програма випуску, шт: 8000

Вартість 1-ї тони відходів, грн: 180

Базова вартість 1-ї тони заготовок, грн: 5650

Другий варіант

Вид отримання заготовки

- прокат
- литво в землю і кокіль
- литво по виплавлюваних моделях
- литво по випалюваних моделях
- литво по газифікованих моделях
- литво під тиском
- литво в оболонкові форми
- штампування

Маса заготовки, кг:

Маса деталі, кг:

Програма випуску, шт:

Вартість 1-ї т відходів, грн:

Базова вартість 1-ї тони заготовок, грн:

Результат розрахунку заготовок

<p>Перший варіант</p> <p>Спосіб отримання заготовки: <input type="text" value="прокат"/></p> <p>Вартість заготовки, грн: <input type="text" value="9,59"/></p>	<p>Другий варіант</p> <p>Спосіб отримання заготовки: <input type="text" value="прокат"/></p> <p>Вартість заготовки, грн: <input type="text" value="4,97"/></p>
Різниця у собівартості, грн: <input type="text" value="4,62"/>	Річний економічний ефект, грн: <input type="text" value="36952"/>

Другий варіант кращий

Приймаємо метод отримання заготовки для деталі «Перехідник» із трубного прокату зовнішнього діаметру $\varnothing 32\text{мм}$, внутрішнього діаметру $\varnothing 19\text{мм}$ і довжиною 156 мм. Ескіз заготовки для деталі «Перехідник» показаний на рис. 2.1, а для деталі «Пластина» - на рис. 2.2.

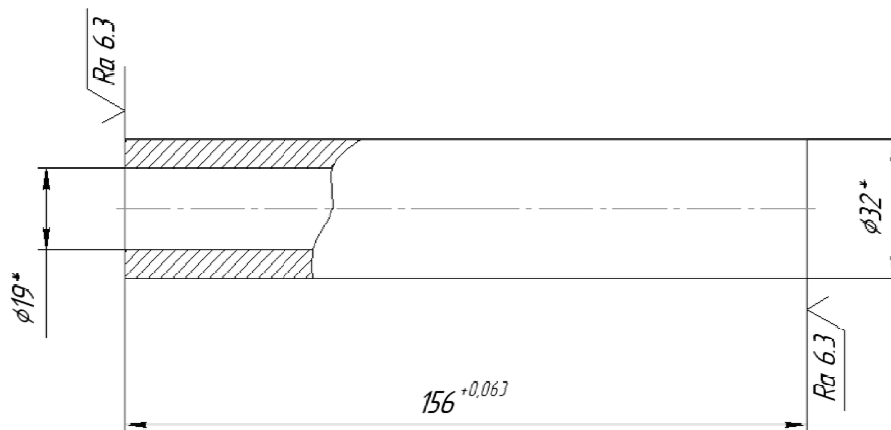


Рисунок 2.1. – Ескіз заготовки для деталі «Перехідник»

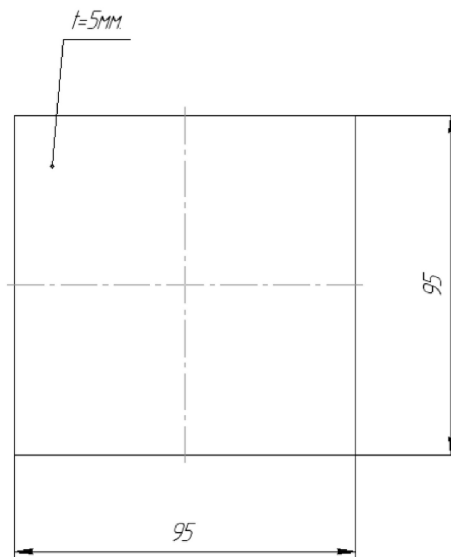


Рисунок 2.2 – Ескіз заготовки для деталі «Пластина»

2.3. Вибір технологічних баз

Основними установочними базами при оброблені деталі «Перехідник» будуть слугувати зовнішні циліндричні поверхні С ($\text{Ø}32\text{мм}$) та торці А, Б (див. рис. 2.3). Ці ж бази використовуємо і при свердлуванні отворів у деталі «Пластина».

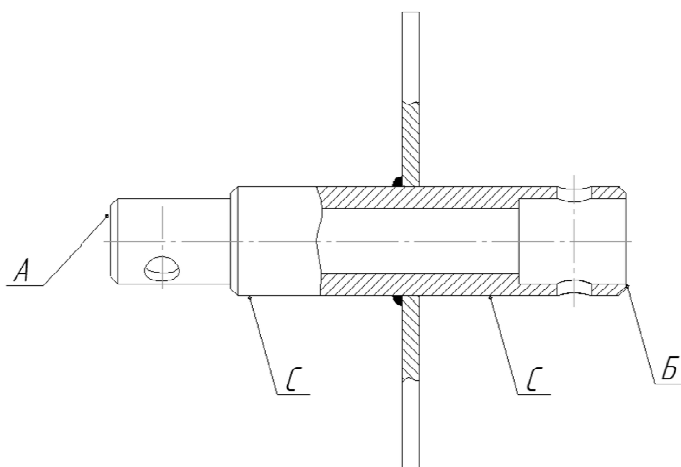


Рисунок 2.3 – Поверхні деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» у зборі

Дані поверхні задовольняють усім вимогам щодо чорнових баз: мають достатні розміри, ступінь точності, необхідну жорсткість; відсутні заусенці та сліди від рознімання штампів; забезпечують при затискуванні стійке положення деталі без її деформування.

Для проміжних операцій - чорнового точіння та шліфування - за бази приймаємо центральні отвори. Вибрані поверхні забезпечують вимоги, що пред'являються до проміжних баз.

2.4. Вибір варіанта технологічного маршруту оброблення деталі

Метою розроблення нового варіанта технологічного маршруту оброблення деталі є вибір загального плану оброблення деталі, намічування змісту операцій та переходів технологічного процесу, вибір типу устаткування, пристроїв, різального та вимірювального інструментів, вибір оптимального за мінімумом приведених витрат на одиницю продукції варіанту технологічного процесу.

Оброблення деталі у зборі планується проводити у такій послідовності:

Механічне оброблення деталі «Перехідник».

Операція 005 Токарно-гвинторізна. Верстат моделі 16К20.

Установ А. 1) підрізання торця; 2) обточування шийки до $\varnothing 25,5$; 3) зняття фаски $1,5 \times 45^0$; 4) зняття фаски $1,0 \times 45^0$ в отворі $\varnothing 19$ заготовки-труби.

Установ Б. 1) підрізання торця; 2) зняття фаски $1,5 \times 45^0$;

Механічне оброблення деталі «Пластина».

Операція 010 Вертикально-свердлувальна. Верстат моделі 2А135.

1) свердлування центрального отвору $\varnothing 32,3$.

Зварювальна операція.

Оброблення деталі у зборі

Операція 015. Вертикально-свердлувальна з ЧПК. Верстат моделі 2Р135Ф2.

1) розсвердлювання осьового отвору до $\varnothing 23$;

2) зенкерування отвору до $\varnothing 24,5$;

3) розвірчування отвору до $\varnothing 25H8$;

4) зацентрування 4-х отворів Ø3 ;

5) свердлування 4-х отворів Ø8,5;

Операція 020 Радіально-свердлувальна. Верстат моделі 2М55.

1) Свердлувати 1-й радіальний отвір Ø10,2 .

2) Свердлувати 2-й радіальний отвір Ø10,2 .

Операція 025 Круглошліфувальна. Верстат моделі 3М150

1) чорнове шліфування поверхні до Ø25,1h8;

2) чистове шліфування поверхні до Ø25h6.

Загальний план оброблення деталі та вибране обладнання заносимо в таблицю 2.2.

2.5. Розроблення технологічних операцій

При розробленні технологічних операцій вибираємо обладнання, пристрої та різальний інструмент, які зводимо у таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Маршрут оброблення деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12»

№ оп.	Назва і зміст операції	Установочна база	Модель верстата	Пристрій	Інструмент	
					різальний	вимірювальний
1	2	3	4	5	6	7
005	Токарно-гвинторізна	Зовнішня циліндрична поверхня Ø32	Токарно гвинторізний 16К20	Токарний трикулачковий патрон	Різець прохідний, φ = 45°, різець упорний	Штанген циркуль
010	Вертикально-свердлувальна	Площина пластини, торцева поверхня	Вертикально-свердлувальний 2А135	Лещата	Свердло Ø32,3	Штанген циркуль

015	Вертикально - свердлувальна з ЧПК	Зовнішня циліндрична поверхня $\varnothing 32$, торець	Вертикально свердлувальний 2A135Ф2	Спеціальний пристрій	Свердло $\varnothing 23$, зенкер $\varnothing 24,5$, зенківка конічна, розвіртка $\varnothing 25H8$, свердло центрувальне $\varnothing 3$, свердло спіральне $\varnothing 8,5$	Штангенциркуль, шаблон,
020	Радіально-свердлувальна	Зовнішні циліндричні поверхні $\varnothing 32$, торець	Радіально-свердлувальний 2M55	Спеціальний пристрій	Свердло спіральне $\varnothing 10, 2$	Штангенциркуль
025	Круглошліфувальна	Фаски в центральному отворі	Круглошліфувальний 3M150	Рифлений і гладкий центри	Круг шліфувальний	Калібр-скоба спеціальна

2.6. Розрахунок та призначення припусків на оброблення

Розрахунок припусків аналітичним методом проводимо для оброблення шийки $\varnothing 25h6_{(-0,013)}$.

План оброблення та переходи оброблення поверхні $\varnothing 25h6_{(-0,013)}$:

1. Точити начорно.
2. Шліфувати попередньо.
3. Шліфувати начисто.

Кривизна профілю сортового трубного прокату $[\Delta]=1,3\text{мкм/мм}$ [4].

Тоді відхилення осі заготовки від прямолінійності

$$\Delta_k = [\Delta] \cdot l, \text{ мкм},$$

де l - довжина заготовки, $l = 150\text{мм}$,

$$\Delta_k = 4,1 \cdot 150 = 613\text{мкм},$$

Зміщення осі заготовки в результаті похибки центрування

$$\Delta_u = 0,25 \cdot \sqrt{T^2 + 1}, \text{ мм},$$

де T - допуск на діаметральний розмір бази заготовки, використаної при відрізання, $T = 970$ мкм [4].

$$\Delta_u = 0,25 \cdot \sqrt{970^2 + 1} = 243 \text{ мм},$$

Тоді сумарні відхилення розташування:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_k^2 + \Delta_u^2} = \sqrt{613^2 + 243^2} = 659 \text{ мкм},$$

Визначаємо точність і якість поверхні заготовок після механічного оброблення за [3]:

1. Точіння чорнове - $Rz = 50$; $h = 50\text{мкм}$,
2. Шліфування чорнове - $Rz = 25$; $h = 25\text{мкм}$,
3. Шліфування чистове - $Rz = 5$; $h = 5$ мкм.

Визначаємо відхилення розташування поверхні після кожного переходу:

$$\Delta_i = \Delta_{i-1} \cdot K_u, \text{ мкм},$$

де K_u - коефіцієнт уточнення, $K_{u1} = 0,06$, $K_{u2} = 0,04$, $K_{u3} = 0,03$, [3]

$$\Delta - \text{відхилення розташування поверхні, } \Delta_1 = 659 \cdot 0,06 = 40\text{мкм}, \\ \Delta_2 = 40 \cdot 0,04 = 1,6\text{мкм}, \Delta_3 = 1,6 \cdot 0,03 = 0,048\text{мкм},$$

Так як деталь встановлюється в трикулачковому патроні, то $\varepsilon = 0$.

Допуски розмірів для кожного переходу: для $\varnothing 25h7$, $T_2 = 63\text{мкм}$ буде отримано після чорнового шліфування. Тоді за [3] послідовність отриманих квалітетів буде 13-11-7-6, тобто $T_{\text{заг}} = 970$ мкм, $T_1 = 400$ мкм, $T_2 = 63$ мкм і $T_3 = 40$ мкм.

Результати заносимо до таблиці 2.3.

Розрахуємо припуски за методикою і рекомендаціями [3]:

$$2z_{\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1}), \text{мкм}, \quad (2.4)$$

$$2z_{\min 3} = 2 \cdot (25 + 25 + 1.6) = 2 \cdot 51.6 \text{мкм},$$

$$2z_{\min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 40) = 2 \cdot 140 \text{мкм},$$

$$2z_{\min 1} = 2 \cdot (80 + 100 + 659) = 2 \cdot 859 \text{мкм},$$

Розрахунковий розмір:

$$d_{\min i} = d_{\min i+1} + 2z_{\min i+1}, \text{мм}, \quad (2.5)$$

$$d_{\min 3} = d_H + ei = 20 - 0,013 = 19.987 \text{мм},$$

$$\text{Тоді, } d_{\min 3} = 24.987 + 0.103 = 25.09 \text{мм},$$

$$d_{\min 2} = 24.09 + 0.28 = 25.37 \text{мм},$$

$$d_{\min 1} = 25.37 + 1.68 = 27,05 \text{мм},$$

$$d_{\max 3} = 27.05 + 0,97 = 28.02 \text{мм},$$

$$d_{\max 2} = 25.37 + 0,4 = 25.77 \text{мм},$$

$$d_{\max 1} = 25.09 + 0.063 = 25.153 \text{мм},$$

Розміри d_{\max} отримуємо округленням розрахункового розміру до точності допуску відповідного переходу.

Граничні значення припусків визначаємо за формулами:

$$2z_{\min i} = d_{\min i-1} - d_{\min i}, \text{мкм}, \quad (2.6)$$

$$\text{Тоді, } 2z_{\min 1} = 27.05 - 25.37 = 1680 \text{мкм},$$

$$2z_{\min 2} = 25.37 - 25.09 = 280 \text{мкм},$$

$$2z_{\min 3} = 25.09 - 24.987 = 103 \text{мкм},$$

$$2z_{\max i} = d_{\max i-1} - d_{\max i}, \text{мкм}, \quad (2.7)$$

$$\text{Тоді, } 2z_{\max 1} = 28.02 - 25.77 = 2250 \text{мкм},$$

$$2z_{\max 2} = 25.77 - 26.153 = 617 \text{ мкм},$$

$$2z_{\max 3} = 25.153 - 25. = 153 \text{ мкм}.$$

Перевірка: $\sum 2z_{\max} - \sum 2z_{\min} = Td_{\text{зат}} - Td_3,$ (2.7)

$$(2250 + 617 + 153) - (1680 + 280 + 103) = 970 - 13,$$

Отже, умова виконується і розрахунки виконані вірно.

Таблиця 2.3 - Розрахунок припусків при обробленні поверхні $\varnothing 25h6_{(-0,013)}$

Зміст операції	Елементи припуску, мкм				Розр. припуск, мкм	Розрах. розмір, мкм	Допуск, мкм	Граничні розміри, мм		Граничні значення припусків, мкм	
	Rz	h	Δ	ϵ				d_{\min}	d_{\max}	$2z_{\min}$	$2z_{\max}$
Заготовка	80	100	659	-		27,05	970	27,05	28,02		
1.Точити начорно	50	50	40	-	2×839	25,37	400	25,37	25,77	1680	2250
2.Шліфувати попередньо	25	25	1,6	-	2×140	25,09	63	25,09	25,153	280	617
3.Шліфувати начисто	5	5	0,048	-	2×51,6	24,987	40	24,987	25	103	153

Схема розміщення полів припусків оброблення $\varnothing 25h6$ представлена на рис. 2.4.

2.6.1. Розрахунок припусків на ЕОМ

На інші поверхні припуски призначаємо за допомогою програми «Priskus», яка розроблена на кафедрі ТМ.

$$\frac{d_{\text{нн}} \text{ заготовки}}{28,02} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{d_{\text{нн}} \text{ заготовки}}{27,05} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$T_{\text{заготовки}} = 970 \text{ мкм} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{d_{\text{нн}} \text{ точіння чорногого}}{25,} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{d_{\text{нн}} \text{ точіння чорногого}}{25,} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$T_{\text{точіння чорногого}} = 400 \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

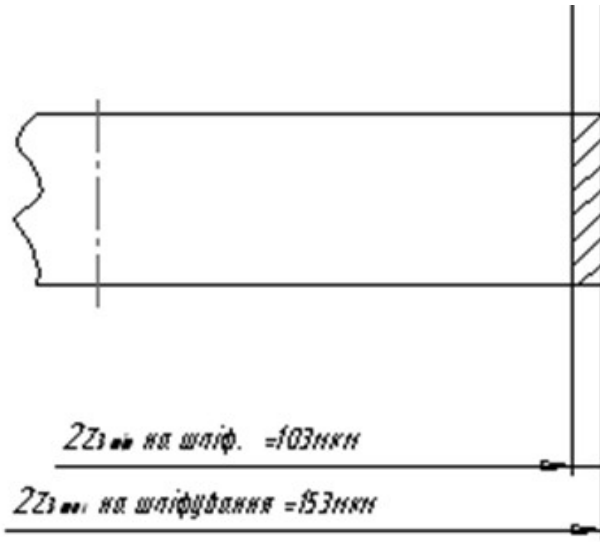
$$\frac{d_{\text{нн}} \text{ точіння чистогого}}{25,12} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{d_{\text{нн}} \text{ точіння чистогого}}{25,09} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$T_{\text{точіння чистогого}} = 63 \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{d_{\text{нн}} \text{ шліфування}}{25} \quad \underline{\hspace{2cm}}$$

24 007



$$Zz_{\text{нн}} \text{ на шліф.} = 103 \text{ мкм}$$

$$Zz_{\text{нн}} \text{ на шліфування} = 153 \text{ мкм}$$

$$Zz_{\text{нн}} \text{ на точіння чистогого} = 280 \text{ мкм}$$

Рисунок 2.4 – Схема розташування припусків та допусків при обробленні поверхні $\varnothing 25h6_{(-0,013)}$.

Виведення результатів розрахунку програми Pripusk

Виконав Бойцун Ю.

Конструкторський розмір оброблюваної поверхні

..... Номінальний розмір, мм.150.....

..... Верхнє відхилення, мм..0.....

..... Нижнє відхилення, мм.-0,5.....

Технол. переходи оброблення поверхні	Елементи припуску				Розрах.	Розрах.	До-	Гранич. розмір : Гран. допуск			
	Rz	T	R	e	2*Zmin	мм	мкм	Dmin	Dmax	2Zmin	2Zmax
Заготовка	160	200	700		-	152,94	1600	152,94	154,54	-	-
Підрізка торця	8	10	41	210	2740	150	500	150	150,7	2700	3840
	-	-	-								

Всього: 2700 3840

Виведення результатів розрахунку програми Pripusk

Виконав Бойцун ю.

Конструкторський розмір оброблюваної поверхні: отвір Ø25H8

..... Номінальний розмір, мм..25.....

Верхнє відхилення, мм.0,025.....

Нижнє відхилення, мм.0,0.....

Технол.переходи оброблення поверхні	Елементи припуску				Розрах .	Розрах.	До-	Гранич. розмір :Гранич.допуск			
	Rz	T	R	e	припуск	размер,	пуск	Dmin	Dmax	2Zmin	2Zmax
Свердлування	160	200	667	=	-	22,581	250	22,331	22,581	-	-
Зенкерування	50	70	56	120	2076	24,657	62	24,595	24,657	2076	2264
Розвірчування	40	50	3	30	368	25,025	25	25,0	25,25	368	405

Всього: 2444 2669

2.7. Розрахунок та призначення режимів різання

2.7.1. Розрахунок режимів різання аналітично

Операція 005. Перехід 2. Прохід 1. Чорнове проточування поверхні деталі «Перехідник» з Ø32 до Ø28 мм.

1) Вибір різального інструменту:

Різальний інструмент – різець прохідний із пластиною твердого сплаву T15K6 ДСТУ ISO 3738-1:2021.

Геометричні параметри: $\gamma = 12^\circ$; $\gamma_{\psi} = -3^\circ$; $\alpha = 10^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\varphi_1 = 45^\circ$.

2) Глибина різання: $t = 2$ мм.

3) Подача: $s = 0,5$ мм/об.

4) Швидкість різання V , м/хв. визначаємо за формулою [5]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (2.8)$$

де C_v – поправковий коефіцієнт, $C_v = 350$ [5];

m, x, y – показники степені, $m = 0,2, x = 0,15, y = 0,35$ [5];

T – стійкість інструменту, $T = 60$ хв, [5];

K_v – додатковий коефіцієнт на швидкість різання

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.9)$$

де K_{nv} – коефіцієнт, що враховує поверхню деталі, $K_{nv} = 0,8$ [5];

K_{iv} – коефіцієнт, що враховує вплив інструмента, $K_{iv} = 0,4$, [5];

K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки:

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_{\delta}} \right)^{mv}, \quad (2.10)$$

де n_v - показник степені, $n_v = 1$ [5];

K_T - поправочний коефіцієнт, $K_T = 1$ [5].

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,23$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,23 \cdot 0,8 \cdot 0,4 = 70 \text{ м/хв.}$$

5) Частота обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 70}{3,14 \cdot 29,1} = 766 \text{ об/хв.} \quad (2.11)$$

6) Приймаємо $n = 710$ об/хв. [6];

7) Дійсну швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29,1 \cdot 710}{1000} = 55,7 \text{ м/хв.} \quad (2.12)$$

8) Визначення сили різання:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.13)$$

де C_p – стала величина, що залежить від умов різання, $C_p = 300$;

x, y, n – показники степені у виразі (2.13), $x=1, y=0,75, n=0,15$ [5];

K_p - поправковий коефіцієнт

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.14)$$

тут $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - поправкові коефіцієнти, $K_{\varphi p} = 1, K_{\gamma p} = 1, K_{\lambda p} = 1,$

$K_{rp} = 1$ [5];

K_{mp} - поправковий коефіцієнт

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n, \quad (2.15)$$

де σ_s – тимчасовий опір розтягуванню матеріалу деталі, $\sigma_s = 610$ МПа;

n - показник степені, $n = 0,75$ [5].

$$K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 55,7^{-0,15} \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1617 \text{ Н}.$$

9) Потужність різання визначаємо за формулою:

$$N_{риз} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1617 \cdot 55,7}{1020 \cdot 60} = 1,47 \text{ кВт} \quad (2.16)$$

Дійсну потужність приводу верстата N_d визначаємо за формулою:

$$N_d = N_{дв} \cdot \eta \cdot K_n, \quad (2.17)$$

де $N_{дв}$ - потужність двигуна верстата, $N_{дв} = 10$ кВт;

η - коефіцієнт корисної дії приводу верстата. $\eta \approx 0,75$;

K_n – коефіцієнт, що допускає перевантаження, $K_n = 1,2$ [6].

$$N = 10 \cdot 0,75 \cdot 1,2 = 9 \text{ кВт}.$$

Різання можливе, так як виконується умова $N = 9 \text{ кВт} > N_e = 1,47 \text{ кВт}$.

10) Визначення основного часу на перехід

$$t_o = l_{p.x.} / S \cdot n_o, \quad (2.18)$$

де $l_{p.x.}$ - довжина робочого ходу інструменту;

$$l_{p.x.} = l_{piz} + y, \quad (2.19)$$

тут y – сумарна величина підводу, врізання та перебігу інструменту, $y = 9$ мм [3].

$$l_{p.x.} = 35 + 9 = 44 \text{ мм.}$$

$$t_o = 44 / 0,5 \cdot 710 = 0,124 \text{ хв.}$$

Операція 015 перехід 5. Свердлування 4-х отворів $\varnothing 8,5$ мм.

1) Вибір ріжучого інструменту: свердло спіральне із швидкорізальної сталі Р6М5 з конічним хвостовиком, ДСТУ ГОСТ 12121-77.

Геометричні параметри: $2\varphi = 120^\circ$, $\omega = 30^\circ$, заточування – подвійне.

2) Глибина різання: $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 7,8 = 3,9$ мм.

3) Подача: $s = 0,075$ мм/об, [6], с.277, табл. 25.

4) Швидкість різання V визначаємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v, \quad (2.20)$$

де C_v – сталий коефіцієнт, $C_v = 7$ [5];

m, y, q – показники степені, $m = 0,2, y = 0,7, q = 0,4$ [5];

T – стійкість інструменту, $T = 25$ хв. [5];

K_v – додатковий коефіцієнт, що враховує умови різання.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv}, \quad (2.21)$$

тут K_{lv} – коефіцієнт, що враховує довжину отвору, $K_{lv} = 0,4$ [5];

K_{iv} - коефіцієнт, що враховує вплив інструмента, $K_{iv} = 1$ [5];

K_{mv} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу заготовки

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\epsilon}} \right)^{n_v}, \quad (2.22)$$

де n_v - показник степені, $n_v = 0,9$ [5];

K_{Γ} - поправковий коефіцієнт, $K_{\Gamma} = 1$ [5].

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2$$

$$V = \frac{7 \cdot 7,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,075^{0,7}} \cdot 1,2 \cdot 0,4 \cdot 1 = 24,6 \text{ м/хв.}$$

5) Частота обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 24,6}{3,14 \cdot 7,8} = 1004 \text{ об/хв.}$$

6) Приймаємо $n = 1000$ об/хв. [6].

7) Дійсну швидкість різання визначаємо як:

$$V_o = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 7,8 \cdot 1000}{1000} = 24,5 \text{ м/хв.}$$

8) Осьова сила різання і крутний момент [5]:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot s^{y_p} \cdot D^{q_p} \cdot K_{mp}, \quad (2.23)$$

тут C_p – стала величина, що враховує умови різання, $C_p=68$;

u_p, q_p , - показники степені, $u_p=0,7, q_p=1$ [5];

K_{mp} - поправковий коефіцієнт.

$$M_{кр}=10 \cdot C_M \cdot D^{q_M} \cdot s^{u_M} \cdot K_{mp}, \quad (2.24)$$

тут C_M – стала величина, що враховує умови різання, $C_M=0,0345$;

u_M, q_M , - показники степені, $u_M = 0,8, q_M = 2$ [5];

K_{mp} - поправковий коефіцієнт.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n, \quad (2.25)$$

де σ_s – тимчасовий опір розтягуванню матеріалу деталі, $\sigma_s = 610$ МПа [7];

n - показник степені, $n = 0,75$ [7].

$$K_{mp} = \left(\frac{610}{750} \right)^{0,75} = 0,86$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 0,075^{0,7} \cdot 7,8^1 \cdot 0,86 = 745 \text{ Н}$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7,8^2 \cdot 0,075^{0,8} \cdot 0,86 = 2,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

9) Потужність, що витрачається на різання, визначаємо за формулою:

$$N_{риз} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2,3 \cdot 1000}{9750} = 0,24 \text{ кВт} \quad (2.26)$$

Різання можливе, так як виконується умова $N_{верст} = 2,5 \text{ кВт} > N_{риз} = 0,24 \text{ кВт}$.

10) Визначення основного часу на виконання переходу:

$$t_o = l_{p.x.} / S \cdot n_o$$

$$l_{p.x.} = l_{piz} + y = 5 \times 4 + 5 = 25 \text{ мм.}$$

тут $y = 15 \text{ мм}$ [3].

$$t_o = 25 / 0,075 \cdot 1000 = 0,33 \text{ хв.}$$

2.7.2. Призначення режимів різання табличним методом

Визначення режимів різання табличним методом проводимо за даними [8], результати заносимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Зведені режими різання по операціях і переходах

Назва опер., зміст перех.	t , мм	$l_{piz}/l_{p.x}$ мм	T_m/T_p , хв.	s_p/s_{np} , мм/об.	n_p/n_{np} , об/хв.	V_p/V_{np} м/хв.	$s_{xв}$ мм/ хв.	t_o , хв.	N_p/N_e кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
005 Токарно- гвинторізна Установ А.									
1. Підрізання торця	2	16/18	60/60	0,5/0,5	513/500	74/72	-	0,2	0,2/10
2. Однократне точіння пов. Ø28	1,7	35/45	60/40	0,6/0,63	406/400	68/67	-	0,12	0,4/10
3.Зняття фаски	1,5	32/45	60/60	0,5/0,5	513/500	74/72	-	0,1	0,1/10
Установ Б									
1. Підрізання торця	2	16/18	60/60	0,5/0,5	513/500	74/72	-	0,2	0,2/10
2.Зняття фаски	1,5	32/45	60/60	0,5/0,5	513/500	74/72	-	0,1	0,1/10

Закінчення таблиці 2.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010 Верт.- свердлув. 1) Свердлув. отвір Ø32,3	16,1	5/6	45/45	0,3/0,35	225/200	21/20	-	0,29	0,9/2,5
015 Вертикал. свердлув. 1) Розсвердл. отвір Ø23	2	31/33	45/45	0,3/0,35	625/610	23/21	-	0,28	0,9/2,5
2) Зенкерув. отвір Ø24,5	0,8	31/33	40/40	0,21/0,2	396/375	16/15, 8	-	0,36	0,7/2,5
3) Розвірчув. отвору Ø25	0,2	31/33	60/60	0,3/0,25	96/80	3,2/2,8	-	0,53	0,3/2,5
4) Зацентруват и 4 отвори Ø3	1,5	3/5	45/45	0,1/0,1	1320/ 1250	25/ 24,5	-	0,4	0,1/2,5
5) свердлувати 4 отвори Ø8,5	3,9	5/7	45/45	0,1/0,1	825/810	25/ 24,5	-	0,8	0,2/2,5
020 Радіально свердлув. Свердлувати 2 радіальних отвора Ø10,2	5,1	32/35	45/45	0,1/0,1	825/810	25/24, 5	-	0,9	0,2/2,5
025 Круглошліф увальна 1) Чорнове шліфування пов. Ø25	0,3	50/53	120/ 120	0,02/ 0,02	5000/ 5000	35/35 м/с	-	0,69	2,6/10
2) Чистове шліфування пов. Ø25	0,1	50/53	120/ 120	0,01/ 0,01	5000/ 5000	35/35 м/с	-	1	1,1/10

2.8. Технічне нормування технологічного процесу

Проведемо детальне нормування операції 020.

В серійному виробництві норма штучно-калькуляційного часу $T_{шт-к}$ визначається за формулою [3]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{п-з} / n , \quad (2.27)$$

де $T_{шт}$ – штучний час, $T_{шт} = 0,9$ хв;

$T_{п-з}$ – підготовчо-заклучний час, $T_{п-з} = 18$ хв. [3];

n – величина партії деталей.

$$n = \frac{N \cdot t}{\Phi} , \quad (2.28)$$

де t – запас деталей на складі, $t = 5$ шт;

Φ – число робочих днів у році, $\Phi = 251$ дн.

$$n = \frac{8000 \cdot 5}{251} = 159.$$

$$T_{шт} = T_o + T_{\delta} + T_{обс} + T_{відп} , \quad (2.29)$$

де T_o – машинний час, див. табл. 2.5;

T_{δ} – допоміжний час, хв;

$T_{обс}$ – час на обслуговування верстата, хв;

$T_{відп}$ – час на відпочинок та особисті потреби робітника, хв.

$$T_{\delta} = T_{ус} + T_{уп} + T_{вим} , \quad (2.30)$$

де $T_{ус}$ – час на установку та зняття деталі, $T_{ус} = 1,2$ хв. [3];

$T_{уп}$ – час на прийоми управління, $T_{уп} = 0,32$ хв. [3];

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, $T_{вим} = 0,9$ хв. [3];

$$T_{\delta} = 1,2 + 0,32 + 0,9 = 2,42 \text{ хв.}$$

Величину оперативного часу::

$$T_{on} = T_o + T_{\delta} = 0,9 + 2,42 = 3,32 \text{ хв} \quad (2.31)$$

Час на обслуговування::

$$T_{обс} = T_{on} \cdot P_{обс} / 100, \quad (2.32)$$

де $P_{обс}$ – відсоток від оперативного часу на обслуговування, $P_{обс} = 5\%$, [3];

$$T_{обс} = 3,32 \cdot 5 / 100 = 0,166 \text{ хв}$$

Час на відпочинок визначиться як:

$$T_{відп} = T_{on} \cdot P_{відп} / 100, \quad (2.33)$$

де $P_{відп}$ – відсоток від оперативного часу на відпочинок та особисті потреби робітника, $P_{відп} = 7\%$, [3];

$$T_{обс} = 3,32 \cdot 7 / 100 = 0,232 \text{ хв}$$

$$T_{ум} = 3,32 + 0,166 + 0,232 = 3,72 \text{ хв}$$

$$T_{ум-к} = 3,72 + 18 / 159 = 3,82 \text{ хв}$$

Нормування усіх інших операцій проводимо аналогічно і результати заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Зведена таблиця технічних норм часу на операціях, хв.

Номер і назва операції	T_o	T_d			$T_{оп}$	$T_{обс}$	$T_{відп}$	$T_{ум}$	$T_{п-з}$	n , шт.	$T_{ум-к}$
		$T_{ус}$	$T_{ун}$	$T_{вим}$							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005 Тока рна.	0,73	1,1	0,46	0,85	3,14	0,135	0,189	3,46	22	159	3,59
010 Вертик.- свердлов	0,29	1,1	0,46	0,85	2,7	0,135	0,189	3,024	18	159	3,16
015 Вертик.- свердлов. з ЧПК	2,37	1,1	0,46	0,85	4,78	0,143	0,186	5,12	18	159	5,23
020 Радіал.- свердлов.	0,9	1,2	0,32	0,9	3,32	0,166	0,232	3,718	18	159	3,82
025 Круглош ліфуваль на	1,69	1	0,62	1	4,31	0,266	0,372	4,948	25	159	5,11
Разом:											32,91

2.9. Проектування операції 015 Вертикально-свердловальна з ЧПК та розроблення керувальної програми

Так як у деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» на операції 015 необхідно проводити розсвердлювання осьового отвору до Ø23, далі

зенкерування отвору до $\varnothing 24,5$, потім розвірчування отвору до $\varnothing 25H8$ і, окрім того, зацентрування 4-х отворів в пластині з наступним їх свердлуванням до $\varnothing 8,5$, то використання верстата з ЧПК дозволяє виконати це за одну установку.

Вертикально-свердлильний верстат із числовим програмним керуванням (ЧПК) моделі 2P135Ф2 найбільш раціонально використовувати у серійному виробництві для координатного оброблення деталей типу кришок, фланців, панелей без попереднього розмічування центрів отворів і застосування кондукторів завдяки наявності хрестового стола, револьверної інструментальної голівки та системи ЧПК. Наявність на верстаті револьверної голівки для інструменту дозволяє виконувати свердлування, зенкерування, розвірчування, нарізування різьблення та інші операції в автоматичному режимі без зупинки програми. Тобто, вибір даного верстата для операції 015 є правильним.

2.9.1 Порядок розроблення керувальної програми [9]

На підставі робочого кресленника деталі складають технологічний ескіз. Для цього кресленник оброблюваної деталі переробляють так, щоб розміри до осей (центрів) оброблюваних отворів були задані в прямокутній системі координат. Початок координат прив'язують до поверхонь (характерних точок), по яких деталь базується в затискному пристрої. Всі отвори, що відпрацьовуються, нумерують у порядку їхнього оброблення.

Підбирають необхідний інструмент і режим різання. Кожному інструментові привласнюють його номер і номер коректора; указують його довжину, тобто відстань від торця шпинделя до нижньої точки інструмента. Кожному режимові різання присвоюють код подачі і код частоти обертання шпинделя.

На підставі цих даних і технологічного маршруту складають керуючу програму. При цьому для полегшення занесення в керувальну програму переміщень по координаті Z і R значення переміщення по координаті R (швидке підведення) для всіх інструментів приймають рівним нулеві. Дійсне значення R для кожного інструмента визначають при настроюванні верстата і вводять у

коректор відповідних інструментів. Координату Z кінцевої точки робочого ходу інструменту визначають за креслеником деталі і операційним ескізом. Операційний ескіз оброблення деталі показаний (розрахунково-технологічна карта для верстата з ЧПК) представлений в графічній частині дипломної роботи.

При настроюванні верстата нуль, що плаває, по Z встановлюють так, щоб забезпечити швидке підведення інструмента (підхід до координати R) за 2...3 мм до оброблюваної деталі. Для визначення величини корекції супорт з інструментом опускають до оброблюваної деталі і зупиняють (зазор між деталлю та інструментом 2...3 мм). Вмикають індикацію по координаті R і на коректорі встановлюють отримане значення координати R для даного інструмента.

Для деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» згідно із описаною вище методикою розробляємо операційний ескіз, підбираємо характеристики інструменту та режими різання для них і заносимо це у карту налагодження. Карта налагодження верстата з ЧПК для операції 035 представлена у графічній частині дипломної роботи. На основі цього складаємо керувальну програму даної для операції, яка представлена у додатку В.

3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1. Проектування верстатного пристрою для свердлування 4-х радіальних отворів $\varnothing 10,2\text{мм}$

3.1.1. Вибір установочних елементів, схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої

Згідно із завданням необхідно спроектувати пристрій для затиску і базування деталі при свердлуванні отворів $\varnothing 10,2\text{ мм}$.

Як установочні елементи використовуємо призми з кутом $\alpha=90^\circ$, на які деталь встановлюється циліндричною поверхнею, а сили, що не дають деталі зміщуватися при обробленні, забезпечуються прихватом. Зусилля затиску буде прикладатися до опорних циліндричних поверхонь деталі (див. рис 3.1).

Схема базування та закріплення деталі показана на рис. 3.1.

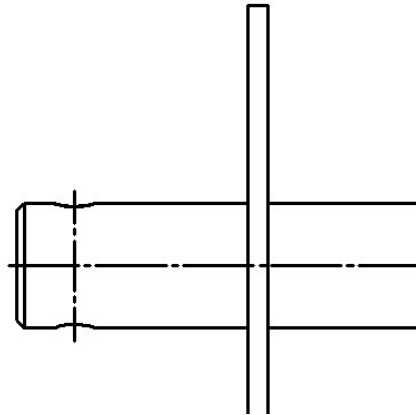


Рисунок 3.1 – Схема базування та закріплення деталі

3.1.2. Розрахунок сил, необхідних для закріплення, та параметрів приводу пристрою

При свердлуванні на деталь діють колова та осьова сили. Для даної схеми базування і закріплення деталі (див. рис. 3.1) на величину сили закріплення буде впливати лише колова сила, яка прагнучиме повернути деталь, а осьова складова сили різання частково буде сприйматись опорними шийками і прихватом.

Тоді умова рівноваги заготовки при обробленні матиме вигляд [10,11]:

$$W = \frac{k \cdot P_z}{f \cdot R + f \cdot R / \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (3.1)$$

де W - зусилля затиску;

f - коефіцієнт тертя, $f = 0,16$;

R – радіус базової поверхні деталі, $R = 15$ мм;

P_z – колова сила різання, яка тут визначиться як:

$$P_z = \frac{N_p \cdot 1020 \cdot 60}{V} = \frac{0,2 \cdot 1020 \cdot 60}{24,5} = 499,5 \text{ Н};$$

k – коефіцієнт запасу, який розрахуємо згідно формули:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \geq [10,11], \quad (3.2)$$

де k_0 - коефіцієнт гарантованого запасу;

$k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, k_6$ - коефіцієнти, що враховують відповідно: збільшення сили різання при затупленні інструменту; переривчастий вид різання; нестабільність сили закріплення; незручність розташування рукоятки керування пристроєм; наявність моментів, які намагаються розвернути заготовку.

Значення коефіцієнтів приймаємо за рекомендаціями [10]: $k_0=1$; $k_1=1,2$; $k_2=1$; $k_3=1$; $k_4=1,2$; $k_5=1$; $k_6=1$.

$$k=1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,44. \text{ Приймаємо } k = 1,5.$$

Тоді сила затиску буде:

$$W = \frac{1,5 \cdot 499,5}{0,16 \cdot 16 + 0,16 \cdot 16 / 0,707} = 120,8 \text{ Н.}$$

3.1.3 Силовий розрахунок приводу пристрою

Затискний механізм є передавальною важільною системою (див. рис. 3.2.) із гвинтово-важелевим механізмом затиску.

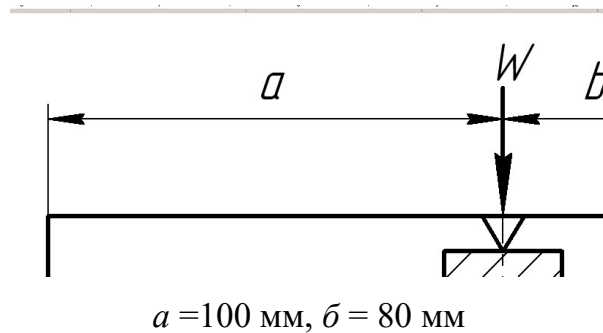


Рисунок 3.2 – Схема дії сил передавального важелевого механізму

Знайдемо зусилля Q , яке має діяти в напрямку осі гвинта з наступного рівняння рівноваги важеля:

$$Q = \frac{W \cdot b}{a + b} = \frac{120,8 \cdot 80}{180} = 53,6 \text{ Н.}$$

Для затиску деталі використовуємо гвинт з ручним приводом. Сила, що може створюватися гвинтом, визначиться за формулою [10]:

$$Q = \frac{Q' \cdot L}{r_{cep} \cdot \text{tg}(\alpha + \phi)} = \frac{150 \cdot 50}{8,1 \cdot \text{tg}4^\circ} = 13419 \text{ Н,} \quad (3.3)$$

де Q' - сила, яку прикладає до ручок робітник, $Q' = 150 \text{ Н}$;

L - довжина ручок, $L = 50 \text{ мм}$;

α – кут підняття різьби, $\alpha = 2^\circ$; $\phi = 2^\circ$

$r_{сер}$ – середній радіус різьби затискного гвинта, $r_{сер} = 8,1$ мм.

Умова надійного затиску деталі виконується, так як даний ручний привод може розвинути зусилля затиску 13419 Н, а потрібно лише 53,6 Н.

3.1.4. Розрахунок елементів пристрою на міцність

Розрахунок різі гвинта затиску на зминання.

Із умови міцності різі гвинта затиску на зминання розрахунковий діаметр d_p гвинта визначимо із залежності [10]:

$$d_p = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot [\tau_{зр}]}} \quad (3.4)$$

де $[\tau_{зр}]$ – допустиме напруження на зрізання, $[\tau_{зр}] = 60$ МПа.

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 13419}{3,14 \cdot 80}} = 14,6 \text{ мм}$$

Вибираємо різь М18, яка із запасом задовольняє вимоги міцності.

3.1.5. Розрахунок пристрою на точність

Похибку установки деталі в пристрої визначимо за формулою [11]:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{np}^2}, \quad (3.5)$$

де ε_{δ} - похибка базування деталі; для розміру, що отримується настроєним інструментом, $\varepsilon_{\delta} = 0$;

ε_3 - похибка закріплення у випадку затискання прижимом $\varepsilon_3 = 0,09$ мм [10];

ε_{np} - похибка пристрою, що визначиться як:

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{\varepsilon_{виц}^2 + \varepsilon_{зн}^2 + \varepsilon_{фикс}^2} \quad , \quad (3.6)$$

де $\varepsilon_{виц}$ - похибка виготовлення установочних елементів, $\varepsilon_{виц} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{зн}$ - похибка зношування установочних елементів, $\varepsilon_{зн} = 0,02$ мм;

$\varepsilon_{фикс}$ - похибка фіксації пристрою на столі верстата, $\varepsilon_{фикс} = 0,01$ мм.

$$\varepsilon_{np} = \sqrt{0,01^2 + 0,02^2 + 0,01^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,025^2} = 0,025 \text{ мм.}$$

Допустиму підсумкову похибку пристрою визначаємо як:

$$\varepsilon_{дон} = TD - \kappa \cdot \omega, \quad (3.7)$$

де TD – поле допуску на виконуваний розмір деталі, $TD = 0,2$ мм;

κ – поправковий коефіцієнт, $\kappa = 0,8$ [10];

ω – точність оброблення на вибраному верстаті, $\omega = 0,01$ мм, [11].

$$\varepsilon_{дон} = 0,2 - 0,8 \cdot 0,01 = 0,192 \text{ мм.}$$

Отже, умова $\varepsilon_{дон} \geq \varepsilon_y$ виконується.

3.1.6. Розроблення технічних умов на пристрій, компонування та описання принципу його роботи

Деталь базується в призмах циліндричною поверхнею $\varnothing 32$ мм і встановлюється до упора торцем в упорну поверхню кондукторної стійки.

Пластина виставляється так, щоби її торець був паралельним до площини корпусу пристрою. Після цього прижим опускається на деталь і гвинтова головка, закручуючись, притискає її до призми, далі проводиться оброблення отвору. Після виконання оброблення головка розкручується, прижим підіймається і деталь звільняється. Потім деталь знову встановлюється на призми, торцем упираючись в кондукторну стійку. Пластина, повертаючись, виставляється за допомогою шаблона під кутом 45° до площини корпусу пристрою. Після цього прижим опускається на деталь і гвинтова голівка, закручуючись, притискає її до призми. Далі відбувається оброблення іншого отвору.

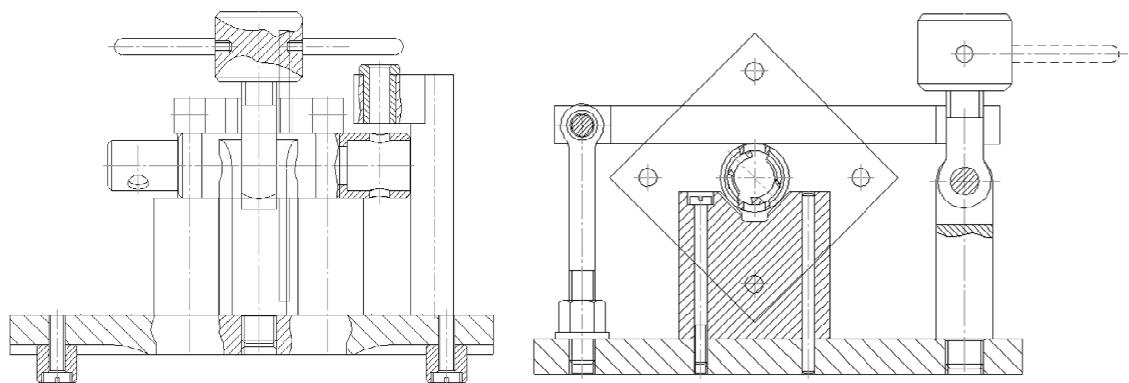


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд пристрою

3.2. Проектування верстатного пристрою для оброблення осьового отвору деталі та 4-х отворів $\text{Ø}8,5\text{мм}$ у пластині

3.2.1 Вибір установочних елементів, схеми базування та способу закріплення деталі в пристрої

При установці деталі в даному пристрої виконується розсвердлювання центрального отвору з $\text{Ø}19\text{мм}$ до $\text{Ø}23\text{мм}$, далі зенкерування та розвірчування його до $\text{Ø}25\text{Н}8$, а потім просвердлюються 4 отвори $\text{Ø}7,8\text{ мм}$ у пластині.

Найбільше зусилля від дії сил різання буде від розсвердлювання центрального отвору (див. схему оброблення на рис. 3.6) та свердлування 4-х

отворів у пластині (див. схему оброблення рис. 3.7), тому силовий розрахунок пристрою ведемо для обох видів оброблення, а в подальшому виберемо більший результат.

Деталь базується в пристрої по циліндричній поверхні базових шийок та торцю деталі (див. рис. 3.4.). Установочними елементами слугують губки призми і торець корпусу пристрою.

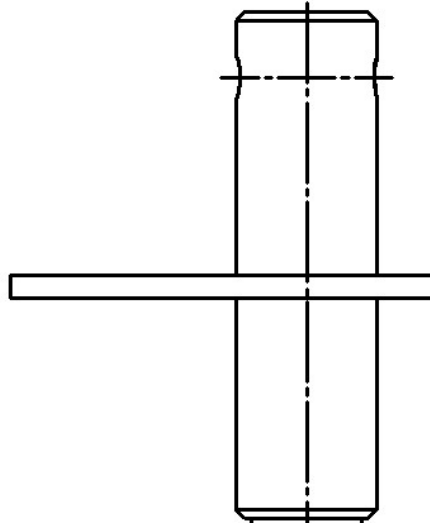


Рисунок 3.4 – Схема базування

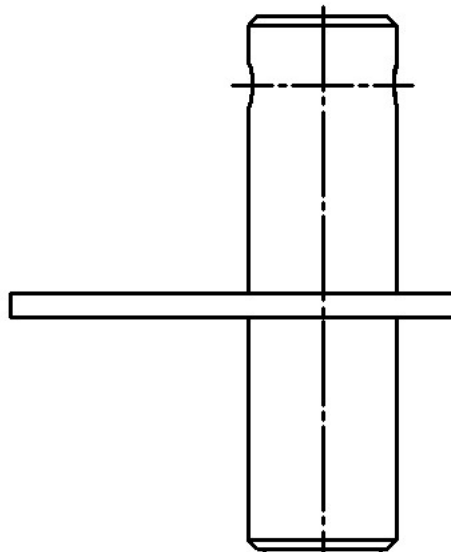


Рисунок 3.5 – Схема базування та закріплення

3.2.2 Визначення сили затиску та параметрів привода пристрою

Розробляємо розрахункову схему дії сил на заготовку.

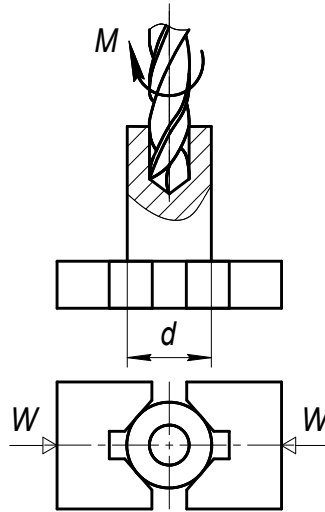


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема

Згідно схеми дії сил на заготовку при розсвердлюванні (див. рис. 3.6) можна записати рівняння її рівноваги [10]:

$$W = \frac{k \cdot M \sin \frac{\alpha}{2}}{f \cdot d}, \quad (3.8)$$

де W – зусилля затиску;

α - кут призми, $\alpha = 90^\circ$;

k – коефіцієнт запасу, $k = 1,5$;

d – діаметр деталі, $d = 32\text{мм}$;

f - коефіцієнт тертя, $f = 0,16$;

$M_{кр}$ – діючий крутний момент при розсвердлюванні.

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 23^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,86 = 31,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Тоді для зусилля затиску маємо: $W = \frac{15 \cdot 31,8 \cdot 0,707}{0,032 \cdot 0,16} = 6586,6H$

Згідно схеми дії сил при свердлуванні 4-х отворів (див. рис. 3.7) можна записати рівняння рівноваги заготовки:

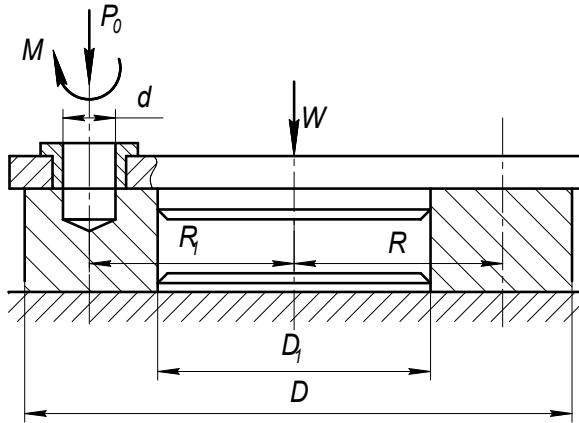


Рисунок. 3.7 – Розрахункова схема

Тоді рівняння рівноваги сил запишеться як:

$$\frac{2M}{d} k \cdot R = (P_0 + W) f \cdot R_1, \quad (3.9)$$

тут M – крутильний момент на свердлі;

d – діаметр свердла;

k – коефіцієнт запасу;

R – відстань від центра свердла до центра заготовки;

P_0 – осьове зусилля;

f – коефіцієнт тертя;

R_1 – відстань від середини опорної площини до центра заготовки.

З рівняння (3.9) знаходимо:

$$W = \frac{2M \cdot k \cdot R}{d \cdot f \cdot R_1} - P_0. \quad (3.10)$$

Підставивши числові значення, взяті із розділу 2 для режиму різання на операції, тобто, $M_{кр} = 2,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$ і $P_o = 745 \text{ Н}$, та розміри із схеми пристрою $R=R_I$; $d = 0,0078 \text{ м}$, а також значення $k = 1,5$ і $f = 0,16$ маємо:

$$: \quad W = \frac{2 \cdot 2,3 \cdot 1,5}{0,0078 \cdot 0,16} - 745 = 4783 \text{ Н}.$$

Приймаємо до подальших розрахунків силу затиску $W = 6586,6 \text{ Н}$.

Розрахуємо конструктивні розміри ключа пристрою (лещат), який має гвинтово-важільний затиск, згідно схеми, що зображена на рис. 3.8.

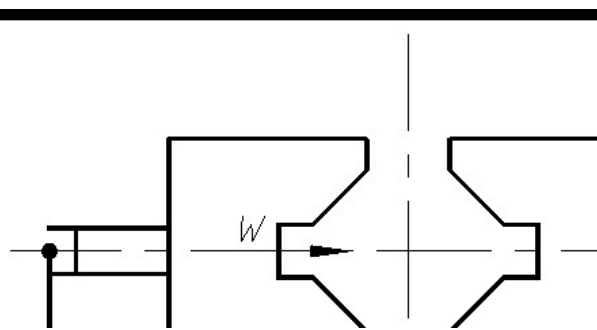


Рисунок 3.8 – Схема затискного механізму пристрою

Визначаємо необхідну силу на ключі лещат Q . Затиск здійснюється за допомогою гвинта М16 та ключа. Знайдемо силу, яку треба прикласти до рукояті ключа, щоб закріпити заготовку. Розрахунок проводимо за формулою [10]:

$$Q = \frac{W \left[r_{сер} \cdot \text{tg}(\alpha + \gamma_{пр}) + \frac{1}{3} \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right]}{L}, \quad (3.11)$$

тут $\alpha = 2^\circ 56'$ – кут підйому різі;

$$\varphi_{пр} - \text{приведений кут тертя. } \varphi_{пр} = \arctg \frac{f}{\cos \alpha} = \arctg \frac{0,15}{\cos 30^\circ} \approx 9^\circ 5',$$

L – довжина ключа, $L = 210 \text{ мм}$;

$r_{сер}$ – середній радіус різі М16; $r_{сер} = 7,45 \text{ мм}$

$$D = 25\text{мм}, d = 16\text{ мм.}$$

$$Q = \frac{6586,6 \left[7,45 \cdot \text{tg}(2^{\circ}56' + 9^{\circ}50') + \frac{1}{3} \cdot 0,15 \frac{25^3 - 16^3}{25^2 - 16^2} \right]}{210} = 130\text{ Н.}$$

Згідно вимог техніки безпеки сила, яку при затиску може прикладати робітник, не може бути більшою, ніж $P_{дон} = 160\text{ Н}$. Отже, $160\text{ Н} > 130\text{ Н}$ і можемо зробити висновок, що затиск гайкою М16 при довжині ключа 210 мм задовольняє вимогам надійності закріплення заготовки в пристрої.

3.2.3. Розрахунок елементів пристрою на міцність

Номінальний діаметр гвинта для гвинтового затискача визначаємо за формулою:

$$d = C \sqrt{\frac{W}{[\sigma_p]}} \quad [15] \quad (3.12)$$

де C - постійний коефіцієнт для основної метричної різі, $C = 1,4$;

W – сила затиску;

$[\sigma_p]$ – допустимі напруження розтягування; для гвинтів із сталі 45 з врахуванням зношування різі $[\sigma_p] = 100\text{ МПа}$ [12].

Отже, $d = 1,4 \sqrt{\frac{6586,6}{100}} = 11,36\text{ мм}$. Приймаємо діаметр гвинта М16.

Запас міцності становить $K = \frac{12,34}{11,36} = 1,1$ рази, що задовільняє.

3.2.4. Розрахунок пристрою на точність

Допустиму похибку виготовлення пристрою розраховуємо за формулою [11]:

$$\varepsilon_{np} \leq T - K \sqrt{(K_1 \varepsilon_{\delta})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{заст}^2 + \varepsilon_{зм}^2 + \varepsilon_n^2 + (K_2 W^2)}, \quad (3.13)$$

де $T = 0,2$ мм – допуск на розмір, що виконується;

K – коефіцієнт, що враховує можливе відступлення від нормального розподілу окремих складових; $K = 1,2$. [11]

K_1 - враховується при $\varepsilon_{\delta} = 0$; для серійного виробництва $K_1 = 0,8$; [11]

$K_2 = 0,7$ [11];

ε_{δ} - похибка базування, $\varepsilon_{\delta} = 0$;

ε_3 - похибка закріплення, $\varepsilon_3 = 0,09$ мм;

$\varepsilon_{уст}$ - похибка установки, $\varepsilon_{уст} = 0,02$ мм;

$\varepsilon_{зн}$ - похибки, що виникають в результаті зношення деталей пристрою, $\varepsilon_{зн} = 0,02$ мм.

ε_n - похибка зміщення різального інструменту. Так як напрямні елементи пристрою відсутні, то $\varepsilon_n = 0$.

W - похибка оброблення; виходячи з економічної точності для даного методу $W = 0,04$ мм.

$$\varepsilon_{np} = 0,2 - 1,2 \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0,09^2 + 0,02^2 + 0^2 + (0,7 \cdot 0,04)^2} = 0,035 \text{ м.}$$

Наведені розрахунки свідчать, що вимоги щодо точності оброблення деталі в пристрої задовольняються.

3.2.5. Описання роботи пристрою

Деталь встановлюють до контакту із нерухомою призмою і ключем підтискають губки рухомої призми. Далі деталь досилається до упора в корпус лещат і проводиться повне затискання заготовки. Після цього відбувається оброблення деталі, а після завершення переходу губки розтискаються обертанням гвинта в протилежному напрямі і деталь знімається.

3.3. Проектування пристрою для контролю торцевого биття поверхні пластини відносно осі деталі

3.3.1. Розроблення схеми вимірювання

Згідно технічних вимог до даної деталі контролю підлягає торцеве биття поверхні пластини відносно осі деталі. Схема контролю зображена на рис. 3.9.

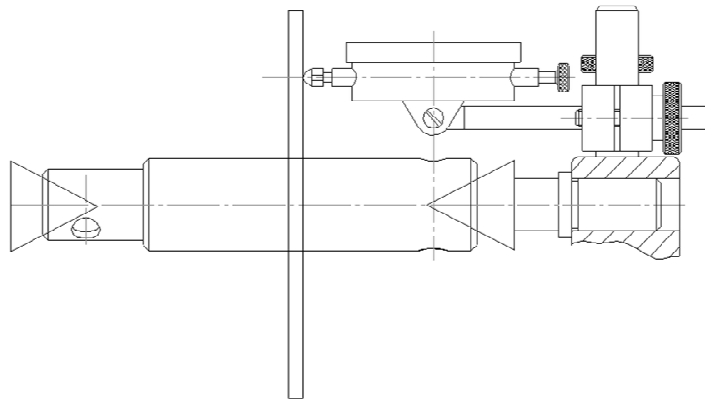


Рисунок 3.9 – Схема контролю торцевого биття пластини

3.3.2. Розрахунок пристрою на точність

Визначаємо допустиму похибку вимірювання:

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3 \cdot T, \quad [10] \quad (3.14)$$

де T - допуск на параметр, який контролюється, $T = 0,5$ мм.

$$\varepsilon_{\text{доп}} = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15 \text{ мм}$$

Визначаємо фактичну похибку пристрою [10]:

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_{np}^2 + \varepsilon_{\text{прил}}^2 + \varepsilon_{zn}^2}, \quad (3.15)$$

де ε_{δ} – похибка базування деталі, $\varepsilon_{\delta} = 0$, так як технологічна база співпадає з конструкторською;

$\varepsilon_{пр}$ - похибка виготовлення пристрою, $\varepsilon_{пр} = 0,007$ мм;

$\varepsilon_{зн}$ – похибка, що враховує зношування пристрою, $\varepsilon_{зн} = 0,01$ мм;

$\varepsilon_{прил}$ – похибка контрольно-вимірювального приладу:

$$\varepsilon_{прил} \approx \frac{Ц}{2}, \quad (3.16)$$

де $Ц$ – ціна поділки контрольно-вимірювального приладу.

Для контролю параметрів биття і співвісності вибираємо індикатор годинникового типу ІЧ02, ціна поділки якого $Ц = 0,01$ мм.

$$\varepsilon_{прил} \approx \frac{0,01}{2} = 0,005 \text{ мм.} \quad \varepsilon_{\phi} = \sqrt{0^2 + 0,007^2 + 0,005^2 + 0,01^2} = 0,013 \text{ мм.}$$

Отже, фактична похибка вимірювання не перевищує допустиму $\varepsilon_{\phi} < \varepsilon_{доп}$.

3.3.3. Описання конструкції пристрою і принцип його роботи

Деталь центровими отворами базується в центрах пристрою. До поверхні пластини деталі підводимо індикатор і налагоджуємо індикатор на «0», створюючи попередній натяг. Далі, обертаючи деталь на один повний оберт, фіксуємо покази індикатора.

3.4. Проектування свердла збірного перового

Вибираємо матеріал твердосплавної пластини Т15К6 згідно ДСТУ ГОСТ 25408-90. Матеріал державки сталь 40Х ДСТУ 7806. Визначаємо основні

параметри: передній кут $\gamma=18^{\circ}$, задній кут $\alpha=6^{\circ}$, кут при вершині $\varphi=118^{\circ}$.
 Геометрія різальної пластини показана на рис. 3.10.

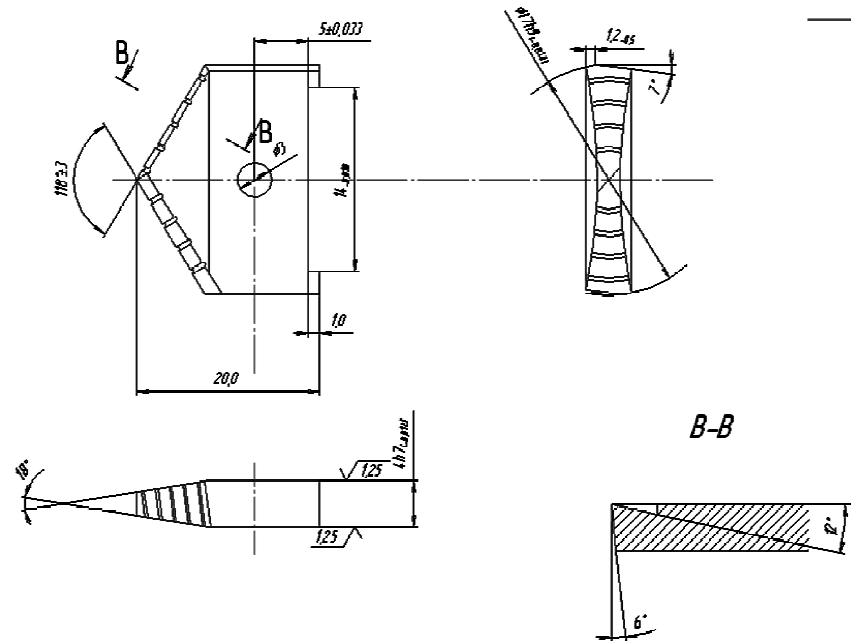


Рисунок 3.10 – Геометричні параметри різальної пластини

Розрахунок розмірів конічного хвостовика.

Визначаємо режим різання за нормативами:

Подачу вибираємо за рекомендаціями [5]: $s_0=0.33..0.38$ мм/об, приймаємо $s_0=0,35$ мм/об.

Розраховуємо швидкість різання:

$$V = \frac{Cr \cdot D^2}{T^m \cdot S^7} \cdot Kr \quad (3.17)$$

де $Kr = Km_r \cdot Ku_r \cdot Ki_r$

Km_r - поправковий коефіцієнт, який враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу: $Km_r = \left(\frac{150}{HB}\right)^{N_r}$; $N_r = 1,3$ [5], тоді $Km_r =$

$$\left(\frac{150}{190}\right)^{1,3} = (0.79)^{1,3} = 0.74.$$

Ku_r - коефіцієнт, який враховує інструментальний матеріал, $Ku_r = 1.0$;

Ki_v - коефіцієнт, який враховує глибину свердління; $Ki_v=1.0$;

C_r - коефіцієнт, який враховує швидкість різання, $C_r=25.3$;

T - стійкість свердла, $T = 45$ хв.;

D - діаметр свердла, $D = 23$ мм;

Показники степені: $g = 0.25$; $y = 0.40$; $m = 0.125$.

$$\text{Швидкість різання } V = \frac{25.3 \cdot 23^{0.25}}{45^{0.125} \cdot 0.35^{0.4}} \cdot 0.74 = \frac{25.3 \cdot 2.1 \cdot 2.1}{1.6 \cdot 0.65} = 37.8 \text{ м / хв.}$$

Осьова сила при свердлуванні [5]:

$$P_x = 9.81 \cdot C_p \cdot D^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot K_{mp} \quad (3.18)$$

тут $C_p=42.7$; $x_p=1$; $y_p=0.8$; $K_{mp}=1$;

$$\text{Тоді } P_x = 9.81 \cdot 42.7 \cdot 23^1 \cdot 0.35^{0.8} \cdot 1 = 8377.7 \cdot 0.35^{0.8} = 3617.2 \text{ Н.}$$

Кругний момент при свердлуванні [5]:

$$M_{kp} = 9.81 \cdot C_m \cdot D^g \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.19)$$

$$\text{Тут } C_m=0.021; g=2; y=0.8; K_p = \left(\frac{HB}{90}\right)^4 = \left(\frac{190}{90}\right)^{0.12} = 1;$$

$$M_{kp} = 9.81 \cdot 0.021 \cdot 23^2 \cdot 0.35^{0.8} \cdot 1 = 9.81 \cdot 0.021 \cdot 529 \cdot 0.43 = 35.6 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Визначаємо номер конуса Морзе хвостовика [13]. Момент між хвостовиком і втулкою:

$$M_{mp} = \frac{M \cdot P_x (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin \Theta} (1 - 0.4 \Delta \Theta) \quad (3.20)$$

Прирівнюємо момент тертя M_{mp} до максимального моменту сил опору різанню M_{kp} , тобто, до моменту, який виникає при роботі затупленим свердлом, що в декілька разів більший в порівнянні із моментом, що визначений для нормальної роботи свердла.

$$\text{Таким чином} \quad M_{cp} = M_{mp} = \frac{M \cdot P_x (D_1 + d_2)}{4 \sin \Theta} (1 - 0.04 \Delta \Theta) \quad (3.21)$$

Середній діаметр конуса хвостовика $d_{cp} = \frac{D_1 + d_2}{2}$ тоді визначиться як

$$d_{cp} = \frac{6 M_{cp} \cdot \sin \Theta}{\mu \cdot P_x (1 - 0.04 \Theta)} \quad (3.22)$$

де M_{cp} - момент опору процесу різання; $M_{cp} \approx M_{kp} = 35.6 \text{ Н}\cdot\text{м}$;

P_x - осьова сила, $P_x = 3617,2 \text{ Н}$;

μ - коефіцієнт тертя сталі по сталі, $\mu = 0,096$;

Θ - половина кута конуса, $\Theta = 1^{\circ} 26' 16''$;

$\Delta \Theta$ - відхилення кута конуса, $\Delta \Theta = 5'$.

$$d_{cp} = \frac{6 \cdot 3560 \cdot 0.0253}{0.046 \cdot 361.7 (1 - 0.2)} = 19.47 \text{ мм.}$$

За ДСТУ ГОСТ 12121-77 вибираємо найближчий більший конус, тобто, конус Морзе №3 з лапкою та наступними конструктивними розмірами: $D_1=24,1 \text{ мм}$; $d_2=19,1 \text{ мм}$; $L_4=99 \text{ мм}$.

4. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Зносостійкі та захисні покриття для різального інструменту

Результати досліджень впливу магнітно-дугової фільтрації (МДФ) на формування металевих покриттів з нанокристалічною структурою на твёрдосплавному різальному інструменті [14] свідчать, що за стехіометричним складом порівнювані покриття близькі, що підтверджує аналіз їх властивостей, наведених у табл. 4.1, а співвідношення вмісту Al до Ti у звичайному (TiAl)N-покритті нижче (0,88), ніж у покритті із МДФ (1,0). За розмірами зерен основна особливість фільтрованих покриттів - це ультрадрібнозерниста структура (наноструктура). Розміри зерен такого покриття становлять приблизно 60...80нм, тоді як для звичайних покриттів вони складають 100...120 нм. За мікротвердістю досліджуваних покриттів істотного розходження не спостерігається.

Адгезія звичайного покриття з підложкою при кімнатній температурі вище, ніж фільтрованого. Однак при високошвидкісному обробленні, коли температура в зоні різання досягає біля 1000°C, зносостійкість різального інструменту з фільтрованим покриттям біля вище. Імовірно, що висока температура в зоні різання забезпечує підвищення адгезії покриття до підложки. Стійкість покриттів до окислювання також різний: приріст ваги фільтрованого покриття нижче, ніж приріст у звичайного (табл. 4.1).

Зносостійкість покриттів у значній мірі залежить від режимів різання. При помірних швидкостях різання (250 м/хв.) зносостійкість інструмента зі звичайним покриттям вища, ніж з фільтрованим покриттям внаслідок сприятливого поєднання твердості та адгезії з підложкою (рис. 4.1, а). Але зносостійкість звичайного покриття значно зменшується при швидкостях різання більше 350 м/хв. У процесі високошвидкісної обробки, коли переважає окисне зношування інструмента, зносостійкість різального інструменту визначає стійкість окисних плівок, що утворюються. От чому фільтровані покриття з більшим опором окислюванню (табл. 4.1) мають і більше високу зносостійкість при високих

швидкостях різання - у діапазоні 450 м/хв. (рис. 4.1, а). З іншого боку, поліпшення в 1,5 рази опору окислюванню фільтрованих покриттів не може саме по собі пояснити збільшення зносостійкості інструмента майже в 4 рази в порівнянні зі звичайним покриттям (рис. 4.1, а). Для пояснення механізму цього явища були проведені додаткові дослідження поверхонь інструменту та оброблюваної деталі.

Таблиця 4.1 - Властивості покриттів

Вид (TiAl)N покриття	Химический состав атомный, %		Микро-структура	Значения свойств покрытий			
	Химическая формула (количественные AES данные)	Al/Ti соотношение		Размеры зерен, нм	Толщина, мкм	Микротвердость, ГПа	Коэффициент сцепления покрытия с подложкой
Без покрытия					15		54,94
Обычные	Ti _{0,25} Al _{0,22} N _{0,53}	0,88	100–120	3,0	33	0,9	15,75
Фильтрованные	Ti _{0,22} Al _{0,22} N _{0,56}	1,0	60–80	2,8	35	0,4	10,69

Інтенсивне трибоокислення поверхні різального інструменту відбувається в процесі високошвидкісної обробки. На рис. 4.2 наведені Оже-Електронні спектри для зношених інструментів зі звичайними (а) і фільтрованими (б) покриттями. Окислювання контактних поверхонь очевидно, про що свідчить наявність великої кількості кисню в обох спектрах. Інтенсивні іонні піки відповідають зонам захоплення з матеріалом деталі. Лінія ТЛ значно розтягнута (рис. 4.2, б) у цій зоні; що є результатом окисного процесу. Підвищена кількість оксиду алюмінію спостерігається на спектрі фільтрованих покриттів, що показане як зрушення в алюмінієвій лінії до зони більше низької енергії (60 еВ). У той же час інтенсивність металевої AlLMM лінії рівня близько 68 еВ зменшується.

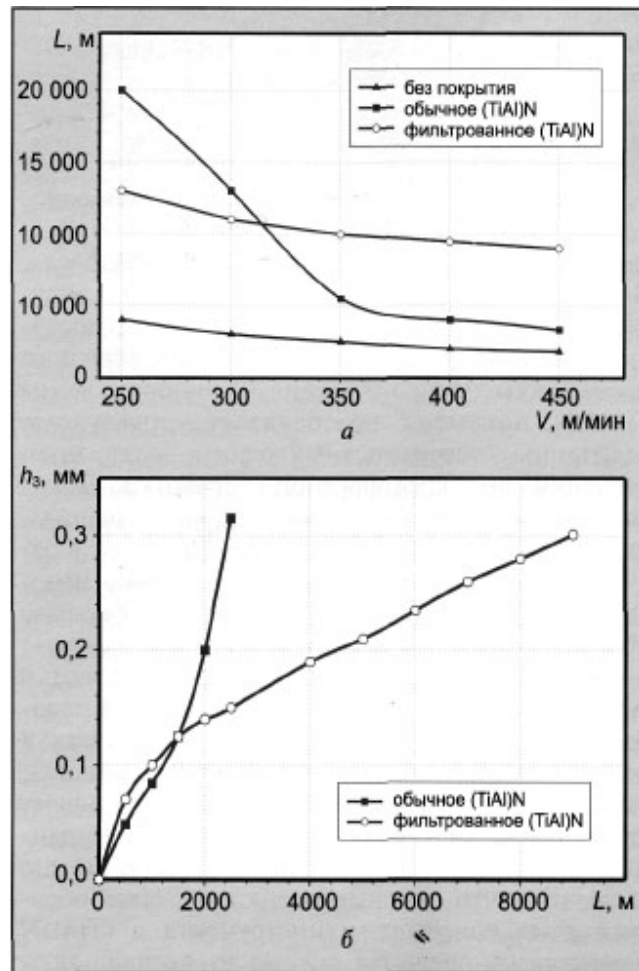


Рисунок 4. 1 - Вплив швидкості різання на довжину шляху різання:

а) при $h_3 = 0,3$ мм і довжині шляху різання та зношування інструмента по задній поверхні при $V=450$ м/хв. б) при точінні латуні різцями, оснащеними твердим сплавом ТТ8К6 з різними покриттями ($s = 0,11$ мм/об.; $t = 0,5$ мм)

На рис. 4.3, а-б представлений ряд спектрів позитивних вторинних іонів як для звичайних, так і фільтрованих (TiAl)N покриттів. На рис. 4.3, в-г показані спектри негативних вторинних іонів для порівнюваних покриттів. На обох позитивних вторинних спектрах інтенсивність TiO лінії висока й це відбувається внаслідок інтенсивного трибоокислення, що веде до утворення рутилоподібних плівок. Але деяка кількість оксиду алюмінію утвориться тільки на поверхні фільтрованих покриттів і цей ефект можна спостерігати на спектрі негативних вторинних іонів (рис. 4.3, в).

Умови стружкоутворення (коефіцієнт усадки стружки і кут умовної площини зрушення), а також коефіцієнт тертя по передній поверхні різального інструменту, що вимірювані в процесі різання (табл. 4.2), також свідчать про значне поліпшення трибологічних параметрів для інструментів з фільтрованими покриттями.

Два основних поліпшення в характеристиках поверхні покриття можна приписати методу магнітної фільтрації. Перше поліпшення пов'язане з повною або частковою фільтрацією фази.

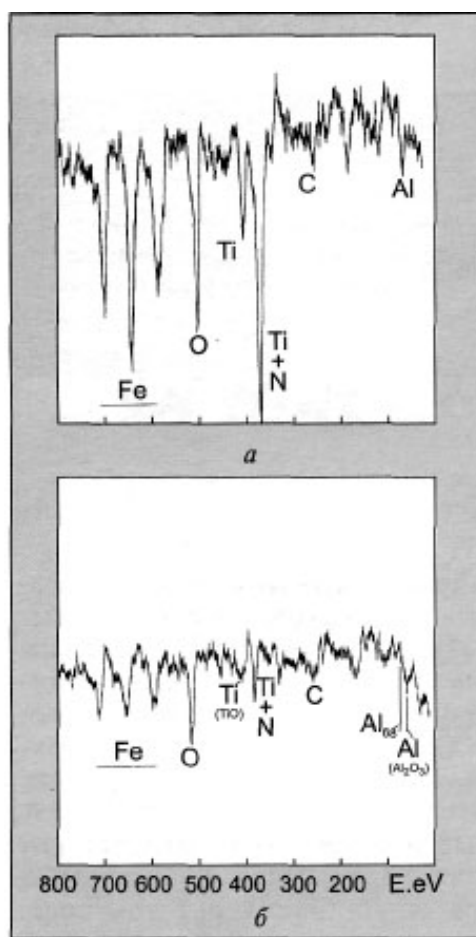


Рисунок 4.2 - ОЖЕ-електронні спектри поверхонь зношених пластинок з покриттями (TiAl)N ($V=450$ м/хв):

а - звичайне покриття ($L - 2280$ м); б - фільтроване покриття ($L - 8900$ м)

В результаті утвориться поверхня з меншою шорсткістю, що впливає на зниження адгезії оброблюваного матеріалу з робочою поверхнею інструмента. Друге поліпшення пов'язане зі зменшенням сил тертя й зношування фільтрованих покриттів.

Зменшення сил тертя важливе при низькошвидкісному обробленні, що пов'язане із утворенням наросту в зоні ріжучої крайки. Але при високошвидкісному обробленні, коли окисне зношування домінує, здатність покриттів утворювати в процесі тертя на своїй поверхні захисні плівки стає особливо важливою. Ця здатність підвищується для (TiAl)N фільтрованих покриттів внаслідок їх нано-кристалічної структури. Покриття з нано-кристалічною структурою мають більшу довжину границь зерен. У зв'язку із цим необхідні більші пробіги атомів для зовнішньої дифузії алюмінію та внутрішньої дифузії кисню. Це сприяє утворенню захисних алюмінієвих оксидних плівок і приводить до збільшення опору поверхні окислюванню (табл. 4.1), що в остаточному підсумку підвищує зносостійкість інструмента при високошвидкісному різанні (рис. 4.1).

Все це свідчить про те, що трибоокислення є важливим і позитивним процесом в умовах високошвидкісної обробки. У цьому випадку трибоокислення покриття різального інструменту далеко від рівноважного стану, що відрізняє цей процес від звичайного ізотермічного окислювання. Трибоокислення (TiAl)N покриття забезпечує структурну адаптацію поверхневих шарів до важких умов високошвидкісної обробки. Така адаптація являє собою процес, що ґрунтується на явищі самоорганізації, у результаті якого відбувається підвищення зносостійкості інструмента.

Такою здатністю володіють фільтровані покриття, які проявляють свої адаптивні характеристики в умовах високошвидкісної обробки. Кислородовмісні з'єднання на металевій основі, які утворюються в процесі різання, можуть діяти як екран, що захищає поверхню інструменту. Ґрунтуючись на даних, представлених на рисунках 4.1, 4.2 і 4.3, можна вважати, що окисні плівки,

які утворюються на поверхні інструмента з (TiAl)N покриттями, є сумішшю з оксидів алюмінію і титану (рутил), але тільки шар з оксиду алюмінію є захисним.

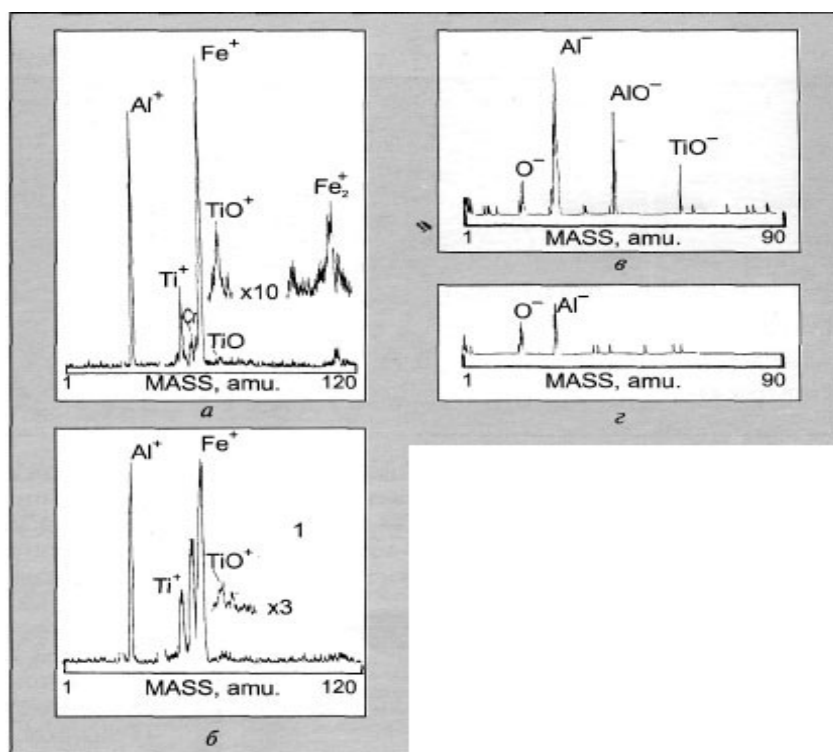


Рисунок 4.3 - Спектри додатніх (а, б) і від'ємних (в, г) вторинних іонів поверхні зношених пластинок з покриттям (TiAl)N (V=450м/хв.):

а, б – звичайне покриття ; в, г – фільтроване покриття.

При високошвидкісній обробці тертя, що утворюється в результаті, на поверхні покриття захисні плівки з оксиду алюмінію обмежують взаємодію нижніх шарів покриття з оброблюваною поверхнею.

Наведені дані підтверджують, що при різанні на поверхні інструменту утворюються два типи захисних кисневмісних плівок на основі алюмінію: аморфноподібні та кристалічні. Дослідження захисних плівок при низьких і помірних швидкостях різання показують, що є тільки один тип захисної плівки, що утвориться на поверхні в результаті явищ самоорганізації. Ці плівки мають

аморфно-подібну структуру з високою пластичністю й поліпшеною здатністю, що змазує.

При високошвидкісній обробці відбуваються більш складні явища, тому можна припустити, що плівки, які утворюються під час трибоокислення, є аморфноподібними. Тільки невелика кількість кристалічних плівок утвориться в результаті теплопроцесу активації. Ці плівки оксиду алюмінію сприяють зменшенню зношування, тому що через низьку теплопровідність вони перешкоджають інтенсивному відводу тепла, виробленому в процесі різання, у тіло різального інструменту. Тому значна частина тепла залишається в стружці.

У той же час при різанні оксид алюмінію як хімічно стійкий матеріал перешкоджає інтенсивній взаємодії оброблюваної поверхні з поверхнею покриття інструмента, зменшуючи тим самим їхнє схоплювання. Це особливо помітно, коли в процесі високошвидкісної обробки утворюються плівки з оксиду алюмінію з аморфноподібною структурою, у результаті чого матеріал деталі практично не схоплюється з поверхнею інструмента й утвориться зовсім гладка контактна зона.

В остаточному підсумку, це сприяє значному поліпшенню фрикційних характеристик при різанні (табл. 4.1). Коефіцієнт тертя на передній поверхні різця для фільтрованих покриттів нижче (0,857) у порівнянні зі звичайним покриттям (0,986). Характеристики стружки також підтверджують цю тенденцію: коефіцієнт усадки стружки нижче, а кут умовної площини зрушення вище для фільтрованого (TiAl)N покриття (табл. 4.2). У результаті сприятливих змін в умовах тертя інтенсивність зношування різців із МДФ-покриттями зменшується (рис. 4.1, б) і, таким чином, значно підвищується зносостійкість інструменту.

Різні процеси, які відбуваються при терті, можна розділити на дві основні групи: перша - квазірівноважно стійкий стан процесу при стаціонарному терті й зношуванні; друга - нерівноважний, нестійкий стан, з яким зв'язані процеси ушкодження поверхні. Інтенсифікація зношування свідчить про нестабільні умови зношування й про ушкодження поверхні. Це типово для звичайних (TiAl)N покриттів в умовах високошвидкісної обробки (рис. 4.1, б). Контроль над процесом тертя в цьому контексті має на увазі переклад трибо-системи в стійкий

стан, що протидіє будь-якої нестабільності, що веде до інтенсивного зношування й ушкодження поверхні. Перехід від термодинамічно нерівноважних умов до більше стійкого (стабільним) квазірівноважним умовам пов'язаний із прискореним утворенням сприятливої поверхневої структури, що утвориться в результаті процесів, що самоорганізуються. З погляду самоорганізації природні й регульовані процеси можуть мати місце при терті. Тому необхідно намагатися контролювати регульовані процеси, щоб забезпечити розвиток тих природних процесів, які приводять до мінімальної інтенсивності зношування. Дані, представлені на рис. 4.1, б, доводять, що застосування фільтрованих (TiAl)N покриттів - це один з ефективних способів забезпечення контролю тертя у важких умовах високошвидкісної обробки. Як показано вище, сімейство (TiAl)N покриттів має більші потенційні можливості при високошвидкісній обробці завдяки сприятливому сполученню термічних і механічних властивостей, опору до окислювання й здатності цих покриттів адаптуватися. На підставі проведених досліджень можна окреслити деякі загальні тенденції, пов'язані з майбутнім використанням (TiAl)N покриттів при високошвидкісній обробці. Для того, щоб підвищити зносостійкість і пристосовність цих покриттів при високошвидкісній обробці, необхідно забезпечити утворення в робочій зоні різального інструменту обох типів захисних плівок з оксиду алюмінію: кристалічної трибокерамічної і аморфноподібної. Як показали дослідження, можливо поліпшити умови утворення захисних аморфноподібних плівок з оксиду алюмінію з низьким коефіцієнтом тертя при високих температурах.

Таблиця 4.2 - Триботехнічні параметри (TiAl)N покриттів

Вид покриття	Значения параметров		
	Коеффициент усадки стружки	Угол сдвига	Коеффициент трения на передней поверхности
Обычное	1,35	40,58	0,986
Фильтрованное	1,19	44,49	0,857

Це досягається, наприклад, шляхом оптимізації хімічного складу покриття, а також перетворення його структури в нанокристалічну (рівень наношкали), зокрема, за рахунок застосування МДФ.

Виконані дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

- основна перевага МДФ-покриттів в умовах високошвидкісної обробці - це значне здрібнювання зерен (TiAl)N покриттів, що приводить до утворення поверхневого шару наношкали (розмір зерен близько 60...80 нм);

- основний ефект високої зносостійкості фільтрованих покриттів при високошвидкісній обробці пов'язаний з утворенням тонких захисних окисних плівок на поверхні різального інструменту (у результаті явища самоорганізації).

Зменшення розміру зерен у фільтрованих (TiAl)N покриттях до рівня наношкали при високошвидкісному різанні сприяє утворенню захисних алюмінієвих оксидних плівок на поверхні покриттів і в основному складаються із захисних тонких плівок, подібних до оксиду алюмінію. На відміну від них, плівки, утворені на поверхні (TiAl)N звичайних покриттів з більшими зернами, складаються з незахисних титанових оксидів. Плівки, які утворюються на поверхні різального інструменту в результаті процесу адаптації, мають аморфнокристалічну структуру. Складна структура цих плівок впливає благотворно на зниження зношування різальних інструмент.

Адаптивні фільтровані (TiAl)N покриття з нанокристалічною структурою мають таке сполучення властивостей, що робить їх досить перспективними для використання при високошвидкісному різанні. Показано, що наявність на робочих поверхнях лезові інструментів захисних покриттів приводить до корінної зміни механіки та фізико-хімії контактної взаємодії інструмента зі стружкою й оброблюваним виробом. Наведено приклади різноманіття покриттів для різальних інструмент: надтонке гладке з «надструктурою»; складні 3-х і більше компонентні покриття-композити; покриття з різними функціонально оптимізованими властивостями для передньої й задньої поверхонь інструментів; дискретні захисні покриття; покриття CVD-diamond; надтонке алмазне покриття й ін. Відзначено

сучасну тенденцію - використання багатошарових універсальних і спеціалізованих покриттів.

Створення нових конструкційних матеріалів неминує викликає появу нових інструментальних матеріалів і нових технологій оброблення. Ідеальні інструментальні матеріали мають поєднати високий рівень твердості, червоностійкості та в'язкості при хімічній інертності стосовно оброблюваного матеріалу і навколишнього середовища. Подібним поєднанням властивостей не володіє жоден інструментальний матеріал, тому застосовують оптимальний для конкретних умов залежно від оброблюваного матеріалу, виду операції й стану технологічної системи. Одним з найбільш ефективних рішень проблеми забезпечення працездатності інструментів є нанесення на їхні робочі поверхні різних покриттів.

Наявність на робочих поверхнях інструмента захисних покриттів приводить до корінної зміни механіки й фізико-хімії контактної взаємодії інструмента й оброблюваного виробу. Перше визначається перерозподілом напруг на поверхнях інструмента, зміною коефіцієнта тертя й, як наслідок, сил і температури різання. Друге пов'язане з тим, що для забезпечення оптимальних умов роботи різального інструменту в кожному конкретному випадку повинне вибиратися таке покриття, що забезпечує мінімізацію або відсутність ефектів, що роблять найбільш негативний вплив на працездатність різального інструменту. Наприклад, для мінімізації його зношування, пов'язаного з адгезійним взаємодією інструмента й оброблюваного матеріалу, застосовуються ріжучі пластини з покриттям TiAlN; для мінімізації зношування, викликуваного окисними процесами, — з покриттям Al₂O₃ і т.д.

Матеріали покриттів на різальних інструмент повинні мати властивості, що забезпечують опір механізмам зношування, обумовленим абразивним і адгезійним впливом елементів структури оброблюваного матеріалу, дифузією й розчиненням компонентів покриття в оброблюваному матеріалі, а також бути досить грузлими, щоб протистояти сколюванню й тріщинам на ріжучих крайках.

Передовими інструментальними фірмами більше 60% різальних пластин із твердих сплавів виробляється із захисними покриттями. Останнім часом спостерігається зростання виробництва і різальних пластин з полікристалічних надтвердих матеріалів на основі КНБ із захисними покриттями.

Більшість сучасних покриттів наносяться методом фізичного осадження пару металу (PVD-Метод). До них ставляться покриття TiN, TiCN, TiAlN товщиною від 1 до 5 мкм; Cr - товщиною від 1 до 10 мкм. Для нанесення покриттів використовується також метод хімічного осадження пару з газової фази (CVD-метод). CVD- методом наносяться покриття Si, SiN, Si₃N₄, Al₂O₃ та ін.

По мірі підвищення температури різання PVD-покриття значно менше втрачають у твердості, ніж CVD- покриття.

Розроблені також технології, що дозволяють наносити покриття повторно (до 10...15 разів) без надмірного збільшення їхньої товщини. Японською фірмою «Sumitomo Electric» створене надтонке гладке покриття з «надструктурою» ZX (TiN/AlN), яке при товщині 2,5 мкм, складається з 2000 шарів (товщина шару 1,25 нм). Твердість покриття 4000 НУ, що порівняно із твердістю КНБ. Призначене покриття для використання в різальних інструментах для оброблення сталей, чавунів і жароміцних сплавів при високій температурі і значних подачах.

Однієї із сучасних тенденцій у створенні захисних покриттів для різальних інструментів є застосування складних 3-х і більше компонентних композицій, що характеризуються більше високими фізико-механічними властивостями. Такі композиції формуються як безпосередньо при нанесенні покриття, так і по етапах, останній з яких пов'язаний з легуванням матеріалу покриття Cr, Fe та ін. елементами залежно від експлуатаційних вимог.

Захисні покриття стають усе більш різноманітними. Наприклад, розроблена швейцарською фірмою «Frais» технологія DSC (Dual Surface Coating - подвійне покриття поверхні) створення покриттів дозволяє одержувати передню і задню поверхні інструментів з різними функціонально оптимізованими властивостями. При цьому на задню поверхню наноситься тверде термічно ізолююче покриття, а на передню - наноконвзкий шар з коефіцієнтом тертя, близьким до нуля.



Рисунок 4.4 - Пластина з подвійним покриттям фірми Winter

Фірма «Winter» для оброблення литва створила різальні пластини із двома функціональними покриттями Tiger teg: зносостійким (чорне покриття) - на передній поверхні та індикаторним (золоте покриття) - на задній поверхні (рис. 4.4). Tiger teg зменшує зношування і скорочує витрату інструмента, підвищує продуктивність оброблення на 75% завдяки індикаторному покриттю, наявність якого дозволяє візуально фіксувати величину зношування. Пластини типу Tiger teg знайшли ефективне застосування на операціях точіння, фрезерування та свердлування. Одним з перспективних напрямків підвищення працездатності лезових різальних інструментів є нанесення дискретних захисних покриттів, які добре зарекомендували себе в умовах високих контактних навантажень, характерних для процесів різання. Поверхні з такими покриттями відповідають принципу формування поверхонь тертя Куля-Пі, відповідно до якого їхня структура повинна містити тверді включення і в'язку матрицю. Експерименти із чистового точіння інструментом із твердого сплаву показали, що стійкість інструмента, зміцненого дискретним покриттям TiN, в 1,3...1,5 рази вища, ніж в інструмента із суцільним покриттям.

Існуюча тенденція обробки з мінімальним охолодженням або зовсім без нього вимагає рішення проблем стабілізації стійкості інструментів і досягнення необхідної якості обробленої поверхні. Один зі способів вирішення цих проблем інтеграція змащення в інструмент. Методом PVT шар сульфіду молібдену

товщиною 0,2...0,5мкм наноситься на покриття, дозволяючи одержати мінімальний коефіцієнт тертя і виняткові можливості ковзання стружки по передній поверхні інструмента. Такий підхід найбільш ефективний при обробленні дуже в'язких матеріалів, оскільки значною мірою виключає небезпеку схоплювання інструментального і оброблюваного матеріалів на контактних поверхнях інструмента та утворення наросту.

Фірма «Kennametal Hertel» (США) виготовляє цільні пластини із КНБ із багатошаровим покриттям, верхній шар якого представляє оксид алюмінію Al₂O₃. Поєднання в'язкого матеріалу на основі КНБ і багатошарового покриття, що наноситься CVD-методом, дозволяє виконувати з більшими глибинами різання чорнову обробку, забезпечуючи високу продуктивність

Швейцарська фірма «Alisa» розробила нове надтонке алмазне покриття для твердосплавних пластин, що не переточуються, використовуваних при точінні матеріалів, які не містять заліза. За допомогою спеціального технологічного процесу шар полікристалічного алмазу міцно зчіплюється із твердосплавною підложкою, що підвищує хімічну стабільність покриття, а дуже висока якість його поверхні забезпечує мінімальний коефіцієнт тертя на передній поверхні інструмента. Швидкість різання таким інструментом досягає 2000 м/хв.

За результатами цих досліджень видно, що завдяки впливу магнітно-дугової фільтрації (МДФ) на формування покриттів (TiAl)N з нанокристалічною структурою на твердосплавному інструменті при високих швидкостях різання мають майже в 4 рази вищу зносостійкість в порівнянні зі звичайним покриттям і поліпшення в 1,5 рази опору окислюванню. Ця здатність підвищується внаслідок їх нано-кристалічної структури. При чистовому точінні інструментом із твердого сплаву стійкість інструмента, зміцненого дискретним покриттям TiN, в 1,3...1,5 рази вища, ніж інструмента із суцільним покриттям.

Застосування зносостійких та захисних плівок на різальному інструменті можливе на операціях механічного оброблення в технологічному процесі виготовлення деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва PP.034.22.12», що представлена в дипломній роботі.

5. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1 Аналіз розробленого технологічного процесу з точки зору безпеки життєдіяльності

Нещасні випадки та професійні захворювання є результатом незадовільних умов праці, що формуються в процесі діяльності машинобудівного підрозділу як похідна від дії небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпечні умови праці залежать від рівня організації виробництва, від гігієнічних параметрів навколишнього середовища, від стосунків, що склались в трудовому колективі, від рівня професійної підготовки працівників. При організації виробництва де застосовується механічне оброблення важливу роль відводять комплексу дій, направлених на забезпечення безпеки життєдіяльності виробничого персоналу, так як при цьому застосовується, в основному, металорізальне обладнання.

При роботі на металорізальних верстатах можуть виникати небезпеки, зв'язані з наступними факторами:

1. В розробленому технологічному процесі на свердлувальних і токарних операціях ріжучий інструмент, як правило, не захищений огороженням. В цьому випадку можливе захоплення інструментом, який обертається, що може призвести до нещасного випадку. Також виникає небезпека настання нещасного випадку при поломці інструмента. Осколки, що розлітаються, можуть нанести травму працівнику, якщо не будуть використанні огорожувальні пристрої і засоби індивідуального захисту.

2. Приводні та передавальні механізми верстатів теж можуть нанести травму при налагоджуванні та ремонті верстатів, а ходові гвинти і валики токарного обладнання є небезпечними в процесі роботи верстатів, так як у більшості випадків завод-виробник не облаштовує їх захисними кожухами.

3. Зливна стружка матеріалу сталі 45 може нанести травму (порізи рук, ніг), інколи з важкими наслідками. Травму може отримати верстатник у процесі експлуатації верстата і при прибиранні робочого місця.

4. Пристрій для закріплення заготовки при невірному розрахунку сил закріплення теж може привести до травми. При встановленні та демонтажі заготовок в пристрої вручну може виникнути загроза падіння заготовки на ноги, защемлення рук між заготовкою та станиною верстата тощо.

Рухомі частини верстатів 16K20, 2P135Ф2, 2A135, 2M55 (стіл верстата, супорти тощо) можуть привести до травми, якщо людина не помітить їхнього руху. Виходячи з цього, з метою безпеки виробничого персоналу існують жорсткі вимоги до безпеки експлуатації технологічного обладнання. Основними із загальних вимог є наступні:

- передачі (пасові, ланцюгові, зубчасті та інші), які розташовані поза корпусом верстата, огорожуються суцільним огороженням;

- передбачається фарбування в сигнальні кольори рухомих складальних одиниць та огорожувального обладнання;

- органи керування верстата мають мати надійні фіксатори, які виключають можливість їх випадкового переміщення і вмикання, а також вони обладнуються пояснювальними надписами, символами та іншими засобами;

- патрони, повідки повинні мати гладкі зовнішні поверхні, а виступаючі частини - заглиблення, або огороження;

- верстати облаштовуються пристроями для відведення з зони обробки забрудненого повітря (пилу, дрібної стружки);

- на операціях, що виконуються на верстатах із ЧПК, для полегшення процесу різання застосовуються МОР. При їх випаровуванні в повітря вміст вуглеводнів складає 150...940 мг/м³, мастила аерозолі 7...45 мг/м³, забруднення одягу складає 800...900 мг/дм³ [15]. Концентрація МОР і окремих компонентів, а також їх якісний склад залежить від їх витрат, способу подачі, термостабільності, характеру і режиму обробки деталі, властивостей оброблюваного матеріалу, наявності і ефективності санітарно-технічних пристроїв;

- виробниче обладнання повинне бути безпечним при монтажі, експлуатації і ремонті. Воно має бути пожежовибухобезпечним. Обов'язковою вимогою є забезпечення надійності обладнання, а також виключення небезпеки при експлуатації обладнання в межах, що встановлені технічною документацією та вимогами чинного законодавства.

Перед початком роботи для нового персоналу майстер проводить ввідний інструктаж з техніки безпеки. Робоче місце кожного робітника має бути підготовлене до роботи; для створення високопродуктивних та безпечних умов праці верстатника робочі місця оснащуються допоміжним обладнанням (інструментальними шафами, полицями, тарою тощо) для зберігання заготовок, готових виробів, інструментів, пристроїв. Наявність допоміжного обладнання, його раціональне розташування дозволяє не забруднювати робочі місця, що сприяє зростанню продуктивності праці та запобігає виникненню нещасних випадків.

Забороняється вимірювати деталі при роботі верстата, так як це пов'язано із небезпекою травмування робітників різальним інструментом, деталлю, яка обробляється, чи пристроями. Для контролю розмірів деталей, які обробляються, верстат необхідно зупинити.

При роботі на верстатах робітник має використовувати засоби індивідуального захисту: захисні окуляри, індивідуальні щитки і спецодяг, який потрібен для захисту робітників від дій мастила, емульсій та інших рідин, що використовуються.

Захисні окуляри та індивідуальні щитки використовуються, головним чином, для захисту органів зору від механічної та теплової дії різних факторів виробничого середовища, особливо це доречно в нашому випадку при зварюванні перехідника і пластини. Використання окулярів і щитків також запобігає травмуванню очей частинами, які відлітають від деталі, що обробляється, та інструменту (абразивний пил, різні металеві скалки).

При роботі на круглошліфувальному верстаті передбачено цілий ряд заходів з охорони праці. Шліфувальний круг обертається з великою швидкістю

(до 120м/с) і є досить небезпечним. Він дуже чутливий до ударних навантажень, на його міцність впливає дія температури і вологості при зберіганні інструменту, тому мають бути відповідні умови - в сухому приміщенні та при нормальній температурі. Перед встановленням на верстат для виявлення можливих пошкоджень при транспортуванні, упаковці, розпаковці шліфувальні круги випробують на механічну міцність.

При роботі із застосуванням шліфувальних кругів існує небезпека торкання до круга, який швидко обертається, а також значного пилоутворення в зоні різання. У цьому випадку частки абразиву можуть призвести до травмування очей і викликати захворювання органів дихання. Тому, щоб уникнути контакту із кругом, який обертається, використовують постійний захисний кожух. Кожух закриває круг з усіх боків, залишаючи при цьому відкриту тільки ту його зону, яка бере участь в процесі оброблення.

Захист від ураження електричним струмом виробничих працівників повинен бути надійним і безпечним. Щодо вимог до роботи верстата, то він повинен мати вимикач ручної дії, який необхідно розмістити в безпечному та зручному місці. Вимикач призначений для під'єднання електрообладнання до ланцюга живлення, а також для від'єднання його від мережі на час перерви в роботі, або в аварійних випадках, які можуть викликати поломку обладнання.

Струмопровідні частини верстата мають бути надійно ізолювані, або огорожені. Якщо і є відкриті струмопровідні частини, то їх розміщують усередині шаф. Дверцята шаф з електрообладнанням повинні мати автоматичний пристрій, який забезпечує відключення живлення електрообладнання при відкриванні дверцят електрошаф.

Електрообладнання токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20 має мати нульовий захист, який виключає, незалежно від положення органів управління та робочих органів, невимушене увімкнення обладнання при відновленні подачі струму, що раптово зник. Металеві частини верстатів, які можуть внаслідок пошкодження ізоляції потрапити під електричний струм, повинні бути заземлені

мідним проводом із площею перетину не менше 10мм². При цьому загальний опір пристрою заземлення не повинен перевищувати 4,0 Ом, [15].

5.2 Організація освітлення робочих місць машинобудівної дільниці [16]

Освітлення у виробничих приміщеннях машинобудівних підприємств має велике значення. Серед факторів зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світло займає одне з важливих місць. Вірно спроектоване та виконане освітлення забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності.

Світло впливає не лише на функцію органів зору, а й на діяльність організму загалом. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Згідно зі статистичними даними до 5% травм можна пояснити недостатнім або нераціональним освітленням, а в 20% воно сприяло виникненню травм. Врешті, погане освітлення може призвести до професійних захворювань, наприклад, таких як робоча міопія (короткозорість), спазм акомодатції.

Для створення оптимальних умов зорової роботи слід урахувати не лише кількість та якість освітлення, а й кольорове оточення. Для створення сприятливих умов зорової роботи, які б виключали швидку втомлюваність очей, виникнення професійних захворювань нещасних випадків і сприяли підвищенню продуктивності праці та якості продукції, виробниче освітлення має відповідати наступним вимогам:

- створювати на робочій поверхні освітленість, що відповідає характеру зорової роботи і не є нижчою за встановлені норми;
- не повинно чинити осліплюючої дії як від самих джерел освітлення, так і від інших предметів, що знаходяться в полі зору;
- забезпечувати достатню рівномірність та постійність рівня освітленості у виробничих приміщеннях, щоб уникнути частої переадаптації органів зору;
- не створювати на робочій поверхні різких та глибоких тіней (особливо рухомих);

- має бути достатній для розрізнення деталей контраст поверхонь, що освітлюються;

- не створювати небезпечних та шкідливих виробничих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпечне ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпека світильників);

- повинно бути надійним і простим в експлуатації, економічним та естетичним.

Залежно від джерела світла виробниче освітлення може бути:

- природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу;

- штучним, що створюється електричними джерелами світла;

- суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно - або двостороннє), що здійснюється через світлові отвори (вікна) у зовнішніх стінах; верхнє, здійснюване через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване, що поєднує верхнє та бокове освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5м над підлогою) рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з урахуванням розташування робочих місць (загальне локалізоване освітлення). Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його доцільно застосовувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, у процесі роботи, напрямок світла. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на безпеку виробничого травматизму та професійних захворювань. Робоча освітленість обов'язкова у всіх приміщеннях і на освітлюваних територіях для забезпечення нормальної роботи, проходу людей і руху транспорту.

Як джерела світла для освітлення виробничих приміщень використовують газорозрядні лампи. Газорозрядні лампи - це пристрої, у яких випромінювання оптичного діапазону спектра виникає в результаті електричного розряду в атмосфері інертних газів і парів металів, а також за рахунок явища люмінесценції. Основною перевагою газорозрядних ламп є велика світлова віддача – 40...110 лм/Вт. Окрім того, вони мають значно більший термін служби.

Від газорозрядних ламп можливо отримати світловий потік практично влюбій частині спектру, підбір відповідним чином інертних газів і парів металів, в атмосфері яких відбувається розряд. Газорозрядні лампи мають також ряд недоліків: відсутність інерції випромінювання газорозрядних ламп може привести до появи пульсації світлового потоку. Пульсація світлового потоку погіршує умови зорової роботи, а стробоскопічний ефект веде до збільшення небезпеки травматизму, і робить неможливе успішне виконання ряду виробничих операцій. Для стабілізації світлового потоку газорозрядних ламп необхідно використовувати дво - і трифазне включення в мережу, або послідовно вмикати баластниц, ємнісний або індуктивний опір. Напруга при запалюванні в газорозрядних лампах, зазвичай, є значно вищою, ніж напруга мережі, тому для вмикання ламп доводиться використовувати складні пускові пристрої.

Найбільш розповсюдженими газорозрядними лампами є люмінесцентні, які мають форму циліндричної трубки. Внутрішня поверхня трубки покрита тонким шаром люмінофора, що використовується для перетворення ультрафіолетового випромінювання, яке виникає від дії електричного розряду в випарах ртуті, у видиме світло. З економічних міркувань вибираємо лампу денного світла з покращеною передачею кольору ЛДЦ.

Створення у виробничих приміщеннях якісного й ефективного освітлення неможливе без використання раціональних світильників.

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та побутових приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень у темний період доби. При організації штучного освітлення

необхідно забезпечити сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи, і одночасно враховувати економічні показники.

Найменша освітленість робочих поверхонь у виробничих приміщеннях регламентується СНиП II-4-79 і визначається, в основному, характеристикою зорової роботи. Норми носять міжгалузевий характер. На їх основі, як правило, розробляють норми для окремих галузей промисловості.

В СНиП II-4-79 вісім розрядів зорової роботи, із яких перших шість характеризуються розмірами об'єкту розпізнавання. Для I-V розрядів, які окрім того мають ще й по чотири підрозряди (а, б, в, г), нормовані значення залежать не тільки від найменшого розміру об'єкта розпізнавання, але й від контрасту об'єкта з фоном та характеристики фону. Найбільша нормована освітленість складає 5000лк (розряд Ia), а найменша - 30лк (розряд VIIIв).

Електричний світильник є сукупністю джерела світла і освітлювальної арматури. Важливою характеристикою світильника є його коефіцієнт корисної дії. Освітлювальна арматура споживає частину світлового потоку випромінюючим джерелом світла. Відношення фактичного світлового потоку світильника до світлового потоку розміщеної в ньому лампи називається коефіцієнтом корисної дії. При використанні люмінесцентних ламп для освітлення виробничих приміщень із великим умістом пилу використовуємо - вологовивбухопилозахищені світильники ПВЛМ.

У цьому світильнику встановлено дві лампи, що дає можливість зменшити пульсацію сумарного світлового потоку, і виключити стробоскопічний ефект.

У діючих нормах проектування виробничого освітлення СНиП II-4-79 задаються кількісні та якісні характеристики штучного освітлення.

Величина мінімальної освітленості встановлюється згідно характеристики зорової роботи, яку визначають найменшим розміром об'єкта розрізнення, контрастом об'єкта з фоном і характеристикою фону. Розрізняють вісім розрядів і чотири під розряди робіт в залежності від степені зорової напруги.

При визначені норми освітленості слід урахувувати ряд умов, які викликають необхідність підвищення рівня освітленості, вибраного за точністю зорової роботи. Загальне штучне рівномірне освітлення виробничого приміщення плануємо здійснити світильниками з люмінесцентними лампами.

Світильники серії ПВЛМ призначені для загального освітлення виробничих приміщень. В якості джерела світла використовується люмінесцентна лампа, яка живиться від мережі 220В або 380В і 50 Гц. Клас захисту від ураження електричним струмом – 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75, захисний кут - не менше 15°, кліматичне виконання – УХЛ4, 04, ступінь захисту - 5`3.

Монтаж здійснюється на стержень (модифікація 01, 001, 101, 201, 111, 211) і на горизонтальну поверхню (модифікація 02, 002, 102, 202, 112, 212).

Таблиця 5.1 - Характеристики світильників з люмінесцентними лампами згідно ТУ16-676.076-84

Тип світильника	Потужність лампи, Вт	ККД не менше, %	Джерело світла	Розміри не більше, мм				Маса не більше, кг
				L	B	H ₁	H	
ЛСП 22-65-001	1x65	92	ЛБР65	1625	94	-	570	6,5
ЛСП 22-65-002	1x65	92	ЛБР65	1625	94	180	-	6,5
ЛСП 22-2x65-001	2x65	85	ЛБР65	1625	148	-	560	8
ЛСП 22-2x65-002	2x65	85	ЛБР65	1625	148	170	-	8
ПВЛМ-2x40-01	2x40	85	ЛБР40	1325	148	-	560	5,6
ПВЛМ-2x40-02	2x40	85	ЛБР40	1325	148	170	-	5,4
ПВЛМ-Д-2x40-01	2x40	70	ЛБ40-7	1325	226	-	600	7,4
ПВЛМ-Д-2x40-02	2x40	70	ЛБ40-7	1325	226	220	-	7,2
ПВЛМ-ДО-2x40-01	2x40	75	ЛБ40-7	1325	226	-	600	7,1
ПВЛМ-ДО-2x40-02	2x40	75	ЛБ40-7	1325	226	220	-	6,9
ПВЛМ-ДР-2x40-01	2x40	65	ЛБ40-7	1325	226	-	600	8
ПВЛМ-ДР-2x40-02	2x40	65	ЛБ40-7	1325	226	220	-	7,8

ПВЛМ-ДОР-2Х40-01	2х40	70	ЛБ40-7	1325	226	-	600	7,7
ПВЛМ-ДОР-2х40-02	2х40	70	ЛБ40-7	1325	226	220	-	7,5

5.3 Розслідування та облік нещасних випадків

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» (ст. 25) керівництво підприємства має проводити розслідування та вести облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій згідно з ДНДОП 0.00-4.03-98 „Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях". Дія цього Положення поширюється на підприємства, установи і організації усіх форм власності, що діють на території України, всіх громадян (в тому числі іноземців та осіб без громадянства), які є власниками цих підприємств або уповноваженими ними особами, а також на громадян, які виконують на цих підприємствах роботу за трудовим договором (контрактом), проходять виробничу практику або залучаються до роботи з інших підприємств.

Порядок розслідування та обліку нещасних випадків з учнями і студентами навчальних закладів під час навчально-виховного процесу, трудового і професійного навчання в навчальному закладі визначається міністерством освіти.

5.3.1 Розслідування нещасних випадків на машинобудівній ділянці [16]

Розслідуванню підлягають травми, у тому числі отримані внаслідок тілесних ушкоджень, заподіяних іншою особою, гострі професійні захворювання і гострі професійні отруєння* та інші отруєння.

До гострих професійних захворювань і гострих професійних отруєнь належать випадки, що сталися після одноразового (протягом не більше однієї робочої зміни) впливу небезпечних факторів, шкідливих речовин. Гострі професійні захворювання спричиняються дією хімічних речовин, іонізуючих та неіонізуючих випромінювань, значним фізичним навантаженням та

перенапруженням окремих органів і систем людини. До них належать також інфекційні, паразитарні та алергійні захворювання. Гострі професійні отруєння спричиняються в основному шкідливими речовинами гостроспрямованої дії, удари, опіки, обмороження, утеплення, ураження електричним струмом, блискавкою та іонізуючим випромінюванням, uszkodження, отримані внаслідок аварій, пожеж, стихійного лиха (землетруси, зсуви, повені, урагани та інші надзвичайні події), контакту з тваринами, комахами та іншими представниками фауни і флори (далі - нещасні випадки), що призвели до втрати працівником працездатності на один робочий день чи більше або до необхідності перевести потерпілого на іншу (легшу) роботу терміном не менш як на один робочий день, а також випадки смерті на підприємстві.

За результатами розслідування складається акт за формою Н-1 (додаток 1) і беруться на облік нещасні випадки, що сталися з працівниками під час виконання трудових (посадових) обов'язків, у тому числі у відрядженнях, а також ті, що сталися під час:

- перебування на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці роботи протягом робочого часу, або за дорученням власника в неробочий час, під час відпустки, у вихідні та святкові дні;

- приведення в порядок знарядь виробництва, засобів захисту, одягу перед початком роботи і після її закінчення, виконання заходів особистої гігієни;

- проїзду на роботу чи з роботи на транспорті підприємства або на транспорті сторонньої організації, яка надала його згідно з договором (заявкою), за наявності розпорядження власника;

- використання власного транспорту в інтересах підприємства з дозволу або за дорученням власника;

- провадження дій в інтересах підприємства, на якому працює потерпілий;

- ліквідації аварій, пожеж та наслідків стихійного лиха на виробничих об'єктах і транспортних засобах, що використовуються підприємством;

- Термін „робочий час” - це час, починаючи з моменту приходу працівника на підприємство до його виходу, який повинен фіксуватися, і цей порядок встановлюється правилами внутрішнього трудового розпорядку.

- Дії в інтересах підприємства - дії працівника, які не входять до кола його виробничого завдання чи прямих обов'язків. Це може бути, наприклад, надання необхідної допомоги іншому працівникові, дії щодо попередження можливих аварій або рятування людей та майна підприємства;

- надання підприємством шефської допомоги;

- перебування на транспортному засобі або на його стоянці, на території вахтового селища, у тому числі під час змінного відпочинку, якщо причина нещасного випадку пов'язана з виконанням потерпілим трудових (посадових) обов'язків або з дією на нього виробничого фактора чи середовища;

- прямування працівника до (між) об'єкта(ми) обслуговування за затвердженими маршрутами або до будь-якого об'єкта за дорученням власника.

Нещасні випадки, що сталися з працівниками на території підприємства або в іншому місці роботи під час перерви для відпочинку та харчування, яка встановлюється згідно з правилами внутрішнього трудового розпорядку, а також під час перебування працівників на території підприємства у зв'язку з проведенням власником наради, отриманням заробітної плати, обов'язковим проходженням медогляду, а також у випадках, передбачених колективним договором (угодою), розслідуються і про них складається акт за формою Н-1, якщо буде встановлено факт впливу на потерпілого виробничого фактора чи середовища.

За результатами розслідування беруться на облік і складаються акти за формою Н-1 також і в Інших випадках, зазначених у Положенні. За результатами розслідування не складаються акти за формою Н 1 і не беруться на облік нещасні випадки, що сталися з працівниками:

- під час прямування на роботу чи з роботи пішки, на громадському, власному або іншому транспортному засобі, який не належить підприємству і не використовувався в інтересах цього підприємства;

- за місцем постійного проживання на території польових і вахтових селищ (за наявності тимчасової або постійної прописки);

- під час використання ними в особистих цілях транспортних засобів підприємства без дозволу власника, а також устаткування, механізмів, Інструментів, крім випадків, що сталися внаслідок несправності цього устаткування, механізмів, інструментів;

- внаслідок отруєння алкоголем, наркотичними або іншими отруйними речовинами, а також внаслідок їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця) за наявності медичного висновку, якщо це не викликано застосуванням цих речовин у виробничих процесах, або порушенням вимог безпеки щодо їх зберігання і транспортування, або якщо потерпілий, який перебував у стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння, був відсторонений від роботи;

- під час скоєння крадіжок або інших злочинів, якщо ці дії зафіксовані і на них є офіційний висновок суду або прокуратури;

- у разі природної смерті або самогубства за винятком випадків, зазначених у пункті 3 Положення, що підтверджено висновками відповідних органів.

Якщо за підсумками розслідування буде вирішено, що нещасний випадок не підлягає обліку і на нього не повинен складатися акт за формою Н-1, то в такому разі складається акт за формою НТ (невиробничий травматизм). Вимоги положення на такий випадок не поширюються.

Про кожен нещасний випадок свідок (працівник, який його виявив), або сам потерпілий мають терміново повідомити безпосереднього керівника робіт чи іншу посадову особу і вжити заходів щодо надання необхідної допомоги.

Керівник (посадова особа) у свою чергу зобов'язаний:

- терміново організувати медичну допомогу потерпілому, у разі необхідності доставити його до лікувально-профілактичного закладу. Повідомити про те, що сталося, власника, а також відповідну профспілкову організацію підприємства. Якщо потерпілий є працівником іншого підприємства, то повідомити власника цього підприємства, у разі нещасного випадку, що стався

внаслідок пожежі, - місцеві органи державної пожежної охорони, а при гострому професійному захворюванні (отруєнні) - санепідемстанцію;

- зберегти до прибуття комісії з розслідування обстановку на робочому місці та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю Інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків), а також вжити заходів до недопущення подібних випадків у ситуації, що склалася.

Власник, одержавши повідомлення про нещасний випадок, організує його розслідування комісією, до складу якої включаються: керівник (спеціаліст) служби охорони праці підприємства (голова комісії), керівник структурного підрозділу або головний спеціаліст, представник профспілкової організації, членом якої є потерпілий, або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, а у разі гострих професійних захворювань (отруєнь) також спеціаліст санепідемстанції.

На підприємствах, де немає спеціалістів з охорони праці, головою комісії з розслідування призначається посадова особа (спеціаліст), на яку наказом власника покладені функції з питань охорони праці в порядку сумісництва.

Комісія з розслідування нещасного випадку зобов'язана протягом трьох діб:

- обстежити місце нещасного випадку, опитати свідків і осіб, які причетні до нього, та одержати пояснення потерпілого, якщо це можливо;

- розглянути і оцінити відповідність умов праці вимогам нормативних актів про охорону праці;

- встановити обставини і причини, що призвели до нещасного випадку, визначити осіб, які допустили порушення нормативних актів, а також розробити заходи щодо запобігання подібним випадкам;

- скласти акт за формою Н-1 у п'яти примірниках і передати його на затвердження власникові;

- у випадках гострих професійних захворювань (отруєнь) крім акта за формою Н-1 складається також, карта обліку професійного захворювання (отруєння) за встановленою формою.

До акта за формою Н-1 додаються пояснення свідків, потерпілого, а у разі необхідності також витяги з експлуатаційної документації, схеми, фотографії та інші документи, що характеризують стан робочого місця (устаткування, машини, апаратури), медичний висновок щодо діагнозу ушкодження здоров'я

Потерпілого в результаті нещасного випадку, а у разі необхідності також про наявність в його організмі алкоголю, отруйних чи наркотичних речовин. Нещасні випадки, про які складаються акти за формою Н-1, реєструються на підприємстві у спеціальному журналі за встановленою формою. Власник повинен розглянути і затвердити акти за формою Н-1 протягом доби після закінчення розслідування, а щодо випадків, які сталися за межами підприємства,— після отримання необхідних матеріалів.

Затвержені акти протягом трьох діб надсилаються: потерпілому або особі, яка представляє його інтереси; керівникові цеху або іншого структурного підрозділу, де стався нещасний випадок, для здійснення заходів щодо запобігання подібним випадкам; державному інспекторові охорони праці; профспілковій організації, членом якої є потерпілий; керівникові (спеціалістові) служби охорони праці підприємства, якому акт надсилається разом з іншими матеріалами розслідування. На вимогу потерпілого власник зобов'язаний ознайомити потерпілого або особу, яка представляє його інтереси, з матеріалами розслідування нещасного випадку.

Копія акта за формою Н-1 надсилається органу, до сфери управління якого належить підприємство, у разі відсутності такого органу - місцевому органу виконавчої влади. Копія акта за формою Н-1 у разі гострого професійного захворювання (отруєння) надсилається також до санепідемстанції, яка здійснює облік випадків гострих професійних захворювань (отруєнь).

Акт за формою Н-1 разом з матеріалами розслідування підлягає зберіганню протягом 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий. Інші примірники акта та його копії зберігаються до здійснення всіх намічених у них заходів, але не менш як два роки.

Після закінчення періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого власник і головний бухгалтер підприємства, де взято на облік нещасний випадок, складають повідомлення про наслідки нещасного випадку за встановленою формою і в десятиденний термін надсилають його організаціям і посадовим особам, яким надсилався акт за формою Н-1. Повідомлення про наслідки нещасного випадку є обов'язковим додатком до акта за формою Н-1 і підлягає зберіганню разом з ним відповідно до Положення.

Нещасний випадок, про який безпосереднього керівника потерпілого чи власника підприємства своєчасно не повідомили, або якщо втрата працездатності від нього настала не зразу, незалежно від терміну, коли він стався, розслідується згідно з Положенням протягом місяця після одержання заяви потерпілого чи особи, яка представляє його інтереси. Питання про складання акта за формою Н-1 вирішується комісією з розслідування, а у разі незгоди потерпілого чи особи, яка представляє його інтереси, за рішенням комісії питання вирішується у порядку, передбаченому законодавством про розгляд трудових спорів.

Нещасні випадки з учнями і студентами навчальних закладів, що сталися під час проходження ними виробничої практики або виконання робіт на підприємстві під керівництвом його посадових осіб, розслідуються і беруться на облік підприємством. У розслідуванні повинен брати участь представник навчального закладу.

Контроль за своєчасним і правильним розслідуванням, документальним оформленням та обліком нещасних випадків, виконанням заходів щодо усунення їх причин здійснюється органами державного управління та органами державного нагляду за охороною праці відповідно до їхньої компетенції та повноважень. Громадський контроль здійснюють трудові колективи через обраних ними уповноважених з питань охорони праці та профспілки в особі виборних органів і представників. Ці органи мають право вимагати від власника складання акта за формою Н-1 або його перегляду, якщо встановлено, що допущено порушення вимог Положення або інших нормативних актів з охорони праці, а також виплати відшкодування шкоди потерпілому або сім'ї загиблого.

У разі відмови власника скласти акт за формою Н-1 про нещасний випадок чи незгоди власника, потерпілого або особи, яка представляє його інтереси, із змістом акта або з приписом посадової особи органу державного нагляду за охороною праці, питання вирішується вищим органом державного нагляду за охороною праці або в порядку, передбаченому законодавством про розгляд трудових спорів.

Спеціальному розслідуванню нещасних випадків підлягають нещасні випадки:

- із смертельним наслідком;
- групі, які сталися одночасно з двома і більше працівниками незалежно від тяжкості ушкодження їх здоров'я. Про груповий нещасний випадок, нещасний випадок із смертельним наслідком власник зобов'язаний негайно передати повідомлення за встановленою формою (додаток 4);
- відповідному місцевому органу державного нагляду за охороною праці;
- прокуратурі за місцем виникнення нещасного випадку;
- органу, до сфери управління якого належить це підприємство (у разі його відсутності - місцевому органу виконавчої влади);
- санепідемстанції у разі гострих професійних захворювань (отруєнь);
- профспілковій організації, членом якої є потерпілий;
- вищестоячому профспілковому органу;
- місцевому штабу цивільної оборони та з надзвичайних ситуацій та іншим (у разі необхідності).

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, нещасного випадку із смертельним наслідком проводиться комісією (якщо постраждав сам власник - органом, до сфери управління якого належить це підприємство, а у разі його відсутності - місцевим органом виконавчої влади). Розслідування цього випадку проводиться комісією, яка призначається наказом керівника територіального органу державного нагляду за охороною праці за погодженням з органами, представники яких входять до складу комісії з розслідування.

До складу комісії з розслідування включаються: посадова особа органу державного нагляду за охороною праці (голова комісії), представники органу, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутності - місцевого органу виконавчої влади, власника, профспілкової організації, членом якої є потерпілий, представник з питань охорони праці її вищестоящого профспілкового органу або уповноважений трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, а у разі розслідування гострих професійних захворювань (отруєнь) — також спеціаліст санепідемстанції. Залежно від конкретних умов (кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії до складу комісії можуть бути включені спеціалісти відповідного штабу цивільної оборони та з надзвичайних ситуацій, представники органів охорони здоров'я та інших.

Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло 2...4 особи, проводиться комісією із спеціального розслідування, яка призначається наказом керівника територіального органу державного нагляду за охороною праці або держнагляд охорони праці за погодженням з органами, представники яких входять до складу комісії. Спеціальне розслідування групового нещасного випадку, під час якого загинуло 5 і більше осіб або травмовано 10 і більше осіб, проводиться комісією із спеціального розслідування, призначеною наказом Держнагляду охорони праці, якщо не було прийнято спеціального рішення Кабінету Міністрів України.

Спеціальне розслідування нещасних випадків проводиться протягом не більше 10 робочих днів. У разі необхідності встановлений термін може бути продовжений органом, який призначив розслідування. За результатами розслідування складається акт спеціального розслідування за встановленою формою (додаток 5), а також оформляються інші матеріали, передбачені пунктом 42 Положення, у тому числі карта обліку професійного захворювання (отруєння) на кожного потерпілого, якщо нещасний випадок пов'язаний з гострим професійним захворюванням (отруєнням). В акті спеціального розслідування нещасного випадку, який стався внаслідок аварії, зазначається її категорія та

розмір заподіяної під час цієї аварії матеріальної шкоди. Акт за формою Н-1 на кожного потерпілого складається відповідно до акта спеціального розслідування і затверджується власником протягом доби після одержання ним цих документів.

У разі розходження думок членів комісії Із спеціального розслідування керівник відповідного органу державного нагляду за охороною праці, який призначив цю комісію, розглядає з членами комісії матеріали розслідування і може призначити нове розслідування або видати власнику припис за встановленою формою (додаток 9) щодо складання акта за формою Н-1 і взяття нещасного випадку на облік. Підприємство, працівником якого є потерпілий, компенсує витрати, пов'язані з діяльністю комісії та залучених до її роботи спеціалістів. Власник у п'ятиденний термін з моменту підписання акта спеціального розслідування нещасного випадку чи одержання припису посадової особи органу державного нагляду за охороною праці щодо взяття на облік нещасного випадку зобов'язаний розглянути ці матеріали і видати наказ про здійснення запропонованих заходів щодо запобігання причинам подібних випадків, а також притягнути до відповідальності працівників, які допустили порушення законодавства про охорону праці.

Після закінчення спеціального розслідування нещасного випадку власник у п'ятиденний термін надсилає за рахунок підприємства матеріали, зазначені в пункті 42 Положення, прокуратурі, відповідним органам державного нагляду за охороною праці і профспілковому органу, представники яких брали участь у розслідуванні, міністерству або іншому центральному органу виконавчої влади, до сфери управління якого належить підприємство «Держнагляд з охорони праці», а у разі розслідування гострого професійного захворювання (отруєння) - також санепідемстанції. Перший примірник матеріалів розслідування залишається на підприємстві

На підставі актів за формою Н-1 власник складає державну статистичну звітність про потерпілих за формою, затвердженою Держкомстатом, і подає її в установленому порядку у відповідні організації, а також несе відповідальність за її достовірність згідно із законодавством.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі проведений аналіз базового технологічного процесу та на його основі був спроектований новий варіант технологічного процесу виготовлення деталі «Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12» із використанням верстатів з ЧПК.

При розробленні нового удосконаленого технологічного процесу в технологічному розділі роботи запропоновано ряд операцій, які виконувались на універсальних свердлувальних верстатах, об'єднати в одну з використанням вертикально-свердлувального верстата з ЧПК моделі 2P135Ф2, економічно обгрунтований вибір заготовки для деталі «Перехідник», яка є складовою опори лівої, розраховані припуски на її оброблення, розраховані та вибрані режими різання на переходаї і операціях, проведено нормування технологічного процесу.

У конструкторському розділі було спроектовано верстатні пристрої для свердлування радіальних отворів, а також пристрій для встановлення деталі «Опра» при обробленні осьового отвору в переходнику і 4-х отворів у пластині, який планується використати для операції 025 Вертикально-свердлувальна з ЧПК. Розроблено також конструкцію контрольного пристрою, спроектовано різальний інструмент – свердло перове збірне.

В дослідному розділі наведено результати досліджень використання зносостійких та захисних покриттів для різального інструменту.

У розділі безпеки життєдіяльності наведений аналіз технологічного процесу з точки зору безпеки життєдільності, розглянуті питання організації освітлення робочих місць та розслідування і обліку нещасних випадків на виробництві.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кваліфікаційна робота: Методичні рекомендації для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 131 «Прикладна механіка» / А. І. Гордєєв В. П. Ткачук, В. В. Милько, О. В. Романішина. – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 40 с.
2. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування: підручник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
3. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
4. Руденко П.О. Вибір, проектування і виробництво заготовок деталей машин: навчальний посібник / Руденко П.О., Харламов Ю.Ю., Шустик О.Г. – К.: ІСДО, 2017. – 304 с.
5. Основи теорії різання матеріалів: підручник [для вищ. навч. закладів] / [М.П. Мазур, Ю.М. Внуков, А.І. Грабченко, В.Л. Доброскок, В.О. Залога, Ю.К. Новосьолов, Ф.Я. Якубов ; під заг. ред. М.П. Мазура.] – 3-е вид.перероб. і доп. – Львів: Новий Світ-2000, 2020. – 471 с.
6. Бочков В.М., Сілін Р.І. Обладнання автоматизованого виробництва. Навчальний посібник / За ред. Сіліна Р.І. – Львів: Видавництво Державного університету “Львівська політехніка”, 2000. – 380 с.
7. Залога В.О. Сучасні інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник. / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залози. – Суми: Сумський державний університет, 2017. – 371с.
8. Режими різання на металообробних верстатах у машинобудуванні: Навч. посіб. / М. П. Ревнівцев, Н. П. Паршина. – К.: Видавництво А.С.К., 2006. - 416 с.

9. Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. Посібник для практичного програмування верстатів з ЧПК [Електронний ресурс] – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. – 115с.

10. Гордєєв А.І. Урбанюк Є.А., Сілін Р.С. Збірник задач з проектування технологічного оснащення: Навчальний посібник. Хмельницький: ХНУ, 2013. 159 с., іл.

11. Технологічна оснастка : навчальний посібник / П. В. Кушніров, А. В. Євтухов, І. М. Дегтярьов. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 140с.

12. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 275 с.

13. Мазур М.П., Милько В.В. Розрахунки і конструювання свердел. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Металорізальні інструменти та інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва» для студентів спеціальності «Прикладна механіка». Електронні матеріали MOODLE ХНУ.

14. Верещака А.С. Основні аспекти застосування і вдосконалення різальних інструментів із зносостійкими покриттями. - Верстати та інструменти. - 2000. - №9.

15. Охорона праці в галузі. Індивідуальні завдання та методичні вказівки до їх розв'язання для студентів інженерних спеціальностей. Г.С. Калда, О.В. Снозик, А.В. Кирилков. – Хмельницький, 2007. - 40 с.

16. Пістун І. П., Стець Р. Є., Трунова І. О. Охорона праці в галузі машинобудування. Навчальний посібник (стереотипне видання) Університетська книга. 2023 - 556 с.

ДОДАТКИ

Технологічна документація на виготовлення деталі
«Опора ротаційного розпушувача ліва РР.034.22.12»

Специфікації

Керувальна програма для верстата з ЧПК

%

:001 G61 G91 T01 S10 F14 L01 X+000000 Y+000000 R+000000 Z+003500 M08 LF
:002 G61 G92 T02 S08 F10 L02 X+000000 Y+000000 R+000000 Z+003600 M08 LF
:003 G61 G92 T03 S04 F05 L03 X+000000 Y+000000 R+000000 Z+003600 M08 LF
:004 G61 G81 T04 S11 F11 L04 X+000000 Y-004950 R+006300 Z+006950 M08 LF
N005 X-004950 Y+000000 M08 LF
N006 X+000000 Y+004950 M08 LF
N007 G91 X+004950 Y+000000 M08 LF
:008 G61 G81 T05 S10 F10 L05 X+000000 Y-004950 R+006300 Z+006950 M08 LF
N009 X-004950 Y+000000 M08 LF
N010 X+000000 Y+004950 M08 LF
N011 X+004950 Y+000000 M08 LF
N012 X+010000 Y-010000 Z-009500 LF
N013 M02 LF
FE₀