

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2022 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані
механічні системи»
спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: «Модернізація установки для ультразвукового вигладжування»

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-83

_____ Ткач Олександр Євгенійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник: к.т.н., доц. Тітов А.В. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці _____ ст.викл., к.т.н. Ковтун А.І. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2022 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЛУГОВСЬКИЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Олександр

(підпис)

“ _____ ” _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Ткачу Олександрову Євгенійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту «Модернізація установки для ультразвукового вигладжування»

керівник проєкту Тітов Андрій Вячеславович, к.т.н., доцент

,

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

затверджена наказом по університету від « ____ » _____ 2022 року № _____

2. Термін подання студентом проєкту «15» 06 2022 р.

3. Вихідні дані до проєкту:

4.Зміст пояснювальної записки:

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо):

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці		ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування		доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Виконання розрахунково-пояснювальної записки:		
1.1	Розрахунково-конструкторська частина	15.05.2022	
1.2	Інноваційна частина	01.06.2022	
1.3	Розділ з технології машинобудування	20.05.2022	
1.4	Розділ з охорони праці	30.05.2022	
2	Виконання графічної частини проєкту	12.06.2022	
3	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	15.06.2022	
4	Захист дипломного проєкту	21.06.2022	

Студент

(підпис)

Олександр ТКАЧ
(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту

(підпис)

Андрій ТІТОВ
(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Об'єкт проектування – установка для ультразвукового вигладжування.

Мета проекту – спроектувати установку для ультразвукового вигладжування, та удосконалити її показники роботи та шляхом зменшення ваги та обладнання установки сучасними датчиками вимірювання.

Було зроблено розрахунки та складальні креслення основних механізмів установки для ультразвукового вигладжування, виконані необхідні перевірки. Зроблено розділ з охорони праці. Проведена робота над інноваційною частиною проекту, де удосконалено пристрій для ультразвукового вигладжування за допомогою зменшення його ваги.

Ключові слова: установка для ультразвукового вигладжування, вигладжування, деталі машин, токарний станок.

ANNOTATION

The object of the design is the ultrasonic smoothing unit.

The purpose of the project is to design a unit for ultrasonic smoothing and improve its performance and by reducing weight and equipping the unit with modern measurement sensors.

Calculations and assembly drawings of the main mechanisms of the installation for ultrasonic smoothing were made, the necessary checks were made. A section on labor protection was made. Work on the innovative part of the project, where the device for ultrasonic smoothing by reducing its weight was done.

Key words: ultrasonic smoothing unit, smoothing, machine parts, lathe.

ЗМІСТ

Вступ.....	10
Розділ 1. Аналіз існуючих конструкцій пристрою для ультразвукового вигладжування	12
1.1 Опис пристрою для ультразвукового вигладжування	12
1.2 Призначення та конструктивні особливості пристрою для ультразвукового вигладжування	13
1.3 Аналіз варіантів форми заточки інструменту для вигладжування	16
1.4. Аналіз залишкового ресурсу інструментів для вигладжування і класифікація причин відмови інструменту	16
1.5 Класифікація причин відмови вигладжувальних інструментів	22
1.6 Особливості зносу інструменту при ультразвуковому вигладжуванні ..	24
Розділ 2 Конструкторсько-технологічний розділ	28
Розділ 3. Технологічний процес обробки тонкостінного валу	36
3.1 Характеристика матеріалу деталі	36
3.2 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки	37
3.3 Обробка свердлінням та розсвердлюванням.....	39
3.4 Розрахунок подачі	40
3.5 Вибір різця	40
3.6 Розрахунок швидкості різання	41
3.7 Розрахунок сили різання	41
3.8 Розрахунок потужності різання	42
3.9 Розрахунок частоти обертів	43
3.10 Чистова токарна операція.....	43
3.11 Розрахунок режимів різання	44
3.12 Обертовий момент	44
3.13 Частота обертів.....	45
3.14 Потужність різання	45

3.15 Розрахунок норм часу	45
3.16. Запропонований технологічний процес	49
Розділ 4 . Проектування гнучкої автоматизованої лінії механообробки заданої деталі.....	50
4.1 Розрахунок необхідної кількості основного технологічного обладнання основного виробництва	50
4.2 Розрахунок системи інструментального забезпечення	51
4.3 Вибір концепції гнучкого виробництва	53
4.4 Проектування роботизованих технологічних комплексів	54
Розділ 5 Охорона праці	56
5.1 Електробезпека	56
5.2 Пожежна безпека	57
5.3 Техніка безпеки під час роботи з пристроєм	58
5.4 Мікроклімат	59
5.5 Висновок	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
ЛІТЕРАТУРА	62

ВСТУП

Підвищення якості поверхні оброблених виробів є пріоритетним завданням сучасного машинобудування. Дана проблема стає особливо актуальною у зв'язку з розвитком нових технологій комбінованої обробки, де крім механічної дії в поверхневий шар оброблюваного виробу вводиться зосереджений потік додаткової енергії, наприклад, енергія ультразвукового поля.

Останнім часом одним з найперспективніших методів фінішної обробки заготовок є технології які передбачають обробку без зняття стружки з оброблюваної деталі, використовуючи методи поверхневої пластичної деформації. В наш час ефективність використання ультразвукових технологій теоретично обґрунтована і доведена практичними шляхами з точки зору забезпечення необхідних показників якості для механічної обробки деталей. Однак питання обслуговування інструментів ультразвукової технології не вирішені повністю.

Проблеми обслуговування інструментів технології ультразвукового згладжування ще не повністю вирішені. У літературі практично відсутні, навіть загальні відомості про дослідження довговічності різних видів інструментів, що працюють в ультразвуковому полі, а також практичні рекомендації щодо технологій виготовлення інструменту.

Також, хоч і інструменти для обробки доволі точні, але мають такі габарити та масу, що їх не можна встановити на будь який верстат через ці їх характеристики.

Тому за мету свого дипломного проекту я поставив:

Модернізувати пристрій для ультразвукового вигладжування шляхом зменшення ваги та обладнання сучасними датчиками вимірювання.

Це значно підвищить його ефективність та дозволить застосовувати такі пристрої на промислових роботах для обробки деталей складної аеродинамічної форми, наприклад габаритні лопатки авіаційних двигунів.

В дипломному проєкті відповідно до завдання виконано:

- Розрахунково-конструкторська частина проєкту;
- Розділ з охорони праці;
- Графічна частина проєкту;
- Інноваційна частина;
- Розділ з технології машинобудування.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИСТРОЮ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИГЛАДЖУВАННЯ

1.1 Опис пристрою для ультразвукового вигладжування

Обробка деталей машин вигладжуванням належить до одного з методів модифікації поверхневого шару за допомогою пластичного деформування без зняття стружки. Ця технологія основана на здатності матеріалу що обробляється пластично деформуватися та спрямована на формування у поверхневого шару мікрогеометричних та фізико-механічних характеристик. Сутність цієї технології полягає в тому, що інструмент впроваджується в оброблювану поверхню за допомогою певного зусилля. Інструмент складається з різних матеріалів та має різні форми робочих частин. Фізико-механічні характеристики останніх перевищують характеристики оброблюваного матеріалу.

На рис. 1.1 наведено типові схеми вигладжування деталей типу тіл обертання

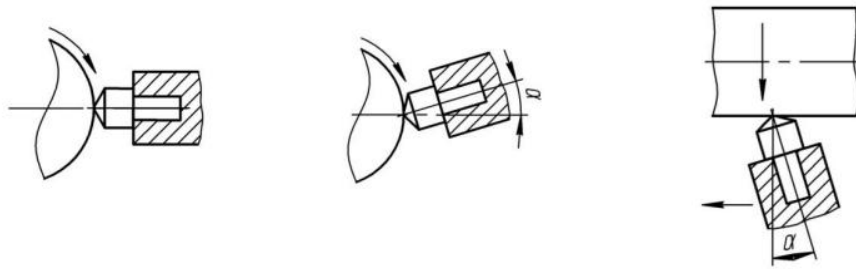


Рисунок 1.1 – Типові схеми вигладжування

Технологія ультразвукового вигладжування може бути використана як фінішна операція технологічного процесу виготовлення деталей. Також даний вид обробки може бути альтернативою абразивної обробки, наприклад полірування.

На рис.1.2. зображено процес роботи пристрою для ультразвукового вигладжування.

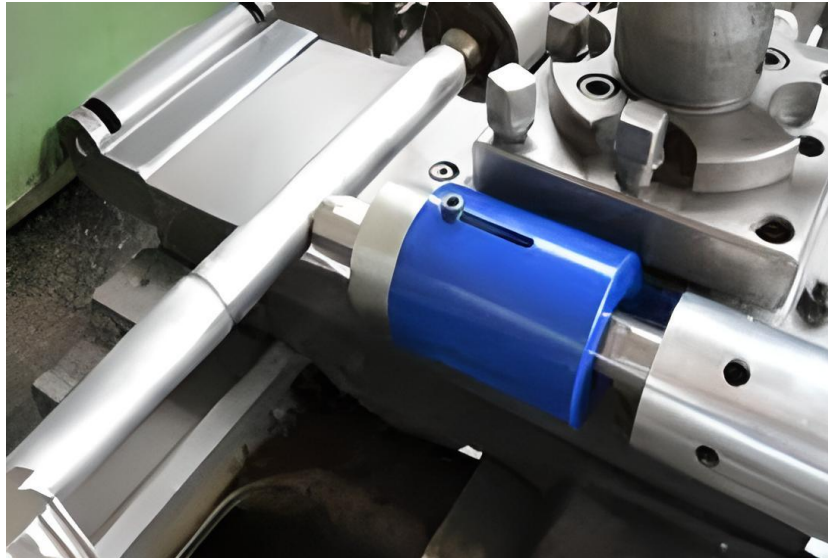


Рисунок 1.2. – використання пристрою для ультразвукового вигладжування.

1.2 Призначення та конструктивні особливості пристрою для ультразвукового вигладжування

Одним із напрямів підвищення ефективності обробки вигладжуванням є введення в зону обробки додаткового високоінтенсивного джерела енергії ультразвукових коливань. Сутність технології така ж як і при звичайному вигладжуванні, але при цьому інструменту, що вигладжує, повідомляються механічні коливання певної амплітуди з ультразвуковою частотою. Схема обробки наведено на рис. 1.2.

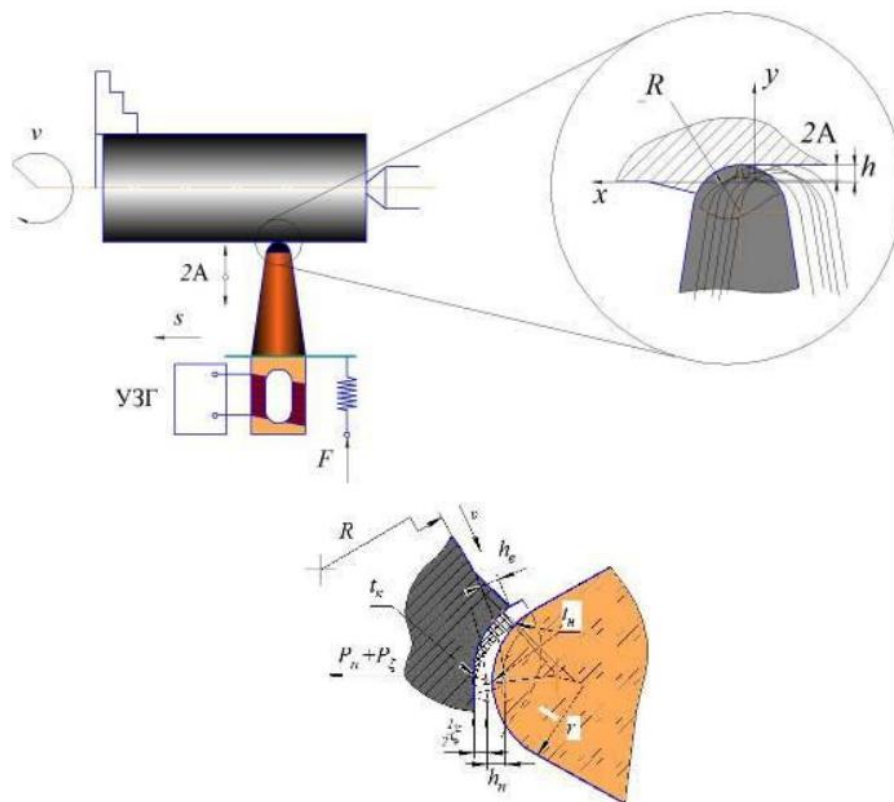


Рисунок 1.2. – Схема ультразвукового вигладжування

Сутність технології ось у чому. Інструмент впроваджується в оброблювану поверхню із заданим зусиллям P . Від ультразвукового генератора (УЗГ) через ультразвукову коливальну систему (УЗКС) інструменту повідомляються додаткові коливання певної амплітуди $2A$ з ультразвуковою частотою. За рахунок безлічі мікроударів інструменту по оброблюваній поверхні досягається значне покращення фізико-механічних властивостей поверхні порівняно з обробкою без ультразвуку. У літературі є багато даних про ефективність ультразвукової зміцнюючої обробки. Повідомлення інструменту ультразвукових коливань здійснюється з допомогою спеціальної системи УЗКС (ультра звукова коливальна система). УЗКС є ультразвуковим перетворювачем зі спеціального матеріалу (магнітострикційного або п'єзоматеріалу), з'єднаного з концентратором. У свою чергу, на торці концентратора закріплюється інструмент для вигладжування. Типові конструкції ультразвукових коливальних систем наведено на рис. 1.4.

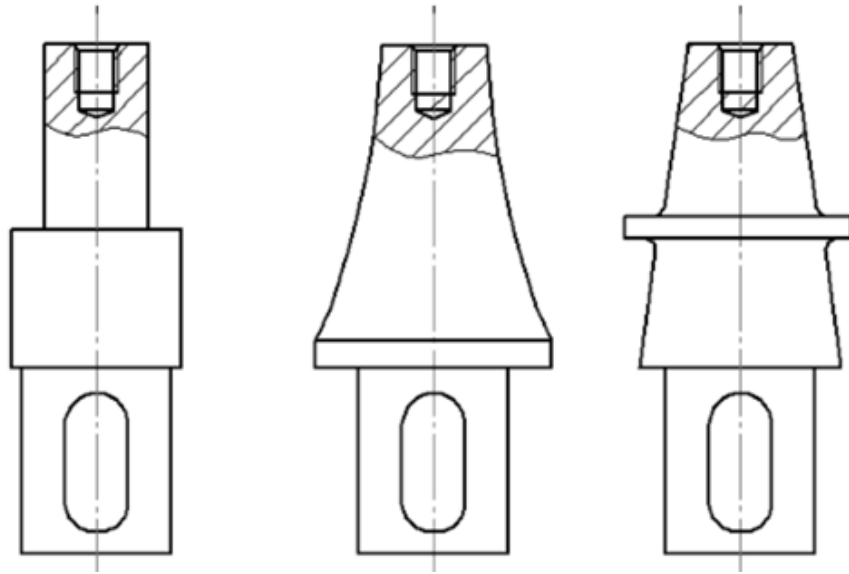


Рисунок 1.4. – Типові конструкції УЗКС

На торці концентраторів виконується різьбовий отвір з можливістю установки інструмента. Слід зазначити, що розрізняють і інші способи закріплення інструменту УЗКС. Однак, найбільше розповсюдження з них, через необхідність зміни інструменту, отримало різьбове з'єднання.

1.3 Аналіз варіантів форми заточки інструменту для вигладжування

Одним із режимних параметрів обробки вигладжуванням являється геометрія використовуємого інструменту. У більшості випадків вона є сферичною робочою поверхнею з певним радіусом заточування. Показники шорсткості поверхні та продуктивність обробки, прямо залежать від радіусу сфери, при чому – чим більший радіус інструменту, тим нижчою є шорсткість поверхні, що формується, і вищою стає продуктивність. Але, слід зауважити, що за великих значень радіусу потрібно прикласти значні зусилля притиску інструменту для формування показників наклепу поверхні та зміцнення поверхневого шару.

Для підвищення продуктивності обробки та покращення якісних характеристик поверхні використовують різноманітні форми заточування інструментів. Наприклад, відомі конструкції інструментів з криволінійною робочою поверхнею виконаної формою половини поверхні еліпсоїда обертання з відношенням півосей $1,8 \dots 8$ (рис. 1.6.).

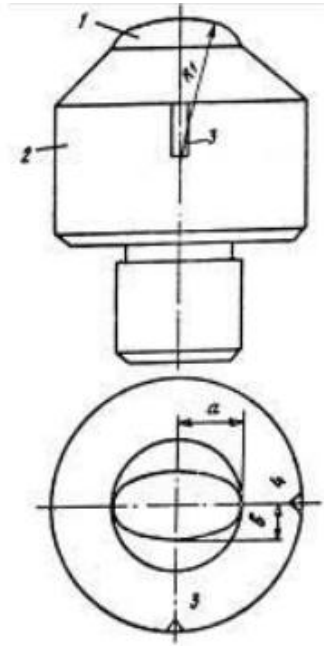


Рисунок 1.6. – Інструмент з криволінійною формою заточки

На рис.1.7. показано конструкцію інструменту з робочою ділянкою, утвореною циліндрами різного радіусу, які перетинаються під прямим кутом (осі циліндрів розташовані перпендикулярно до осі інструменту). Інструмент використовують для підвищення продуктивності обробки та покращення якості поверхні.

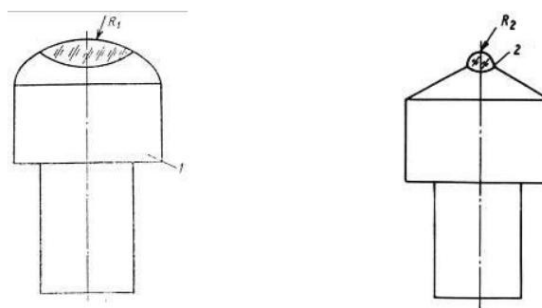


Рисунок 1.7. – Інструмент з робочою поверхнею, утворена циліндрами різного радіусу.

Провівши аналіз літератури було визначено, що більшість форм заточування можна згрупувати за найпростішими геометричними фігурами. Це представлено на рис. 1.8.

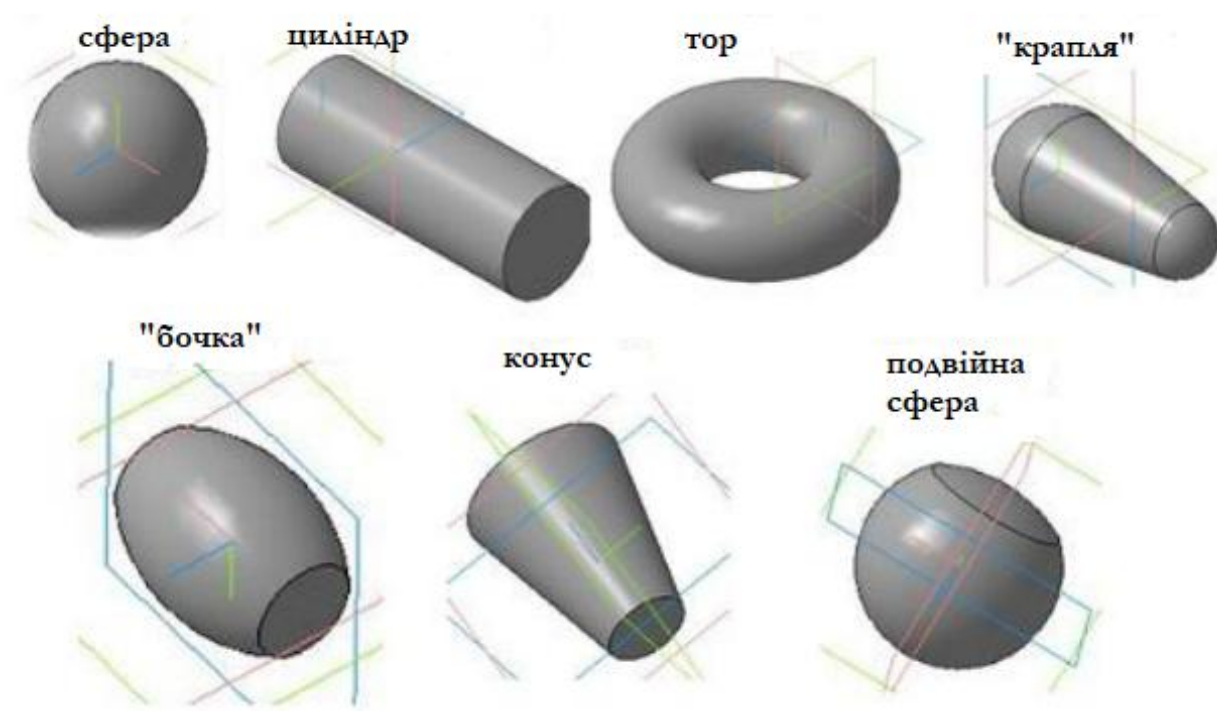


Рисунок 1.8. – Варіанти форми заточки робочої поверхні вигладжу вальних інструментів.

1.4 Аналіз залишкового ресурсу інструментів для вигладжування і класифікація причин відмови інструменту

Із загальнодоступних матеріалів в інтернеті були взяті дослідження для аналізу. Аналіз стану інструменту проводили після вигладжування партії зразків до візуальної оцінки втрати якості оброблюваної поверхні або поломки інструменту.

Оцінку стану інструменту проводили з за допомогою оптичної мікроскопії на металографічному мікроскопі ЛабоМЕТ з максимальним збільшенням X800 та за допомогою лазерної скануючої мікроскопії на мікроскопі Lext (Японія). На рис 1.9 представлено вікно програмного забезпечення лазерного скануючого мікроскопа.



Рисунок 1.9 – Вікно програмного забезпечення Lext із зображенням робочої поверхні інструменту.

На рис. 1.10 наведено фотографію вікна програмного забезпечення лазерного скануючого мікроскопа з відображенням фотографії зношеного інструменту.

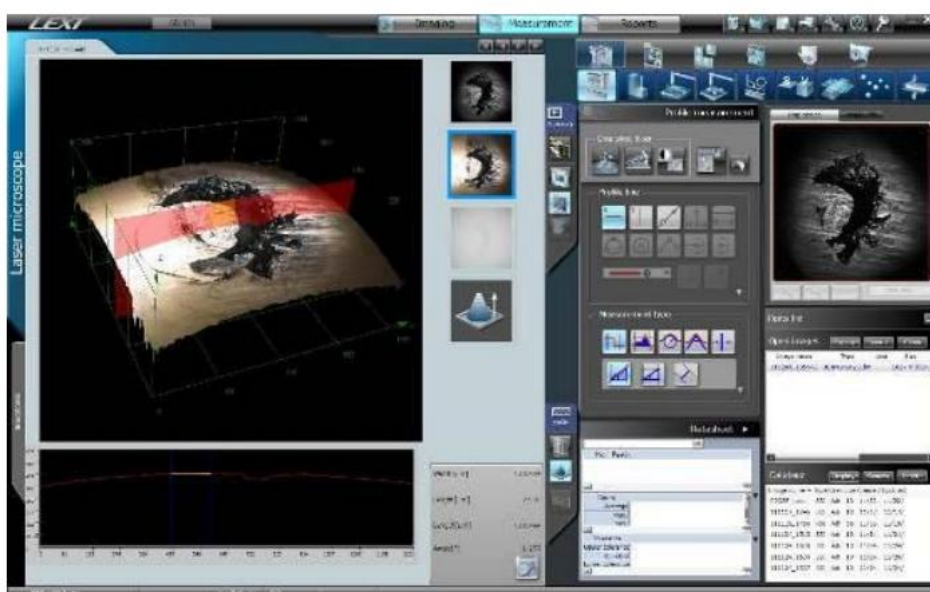


Рисунок 1.10. – Вікно програмного забезпечення Lext із зображенням
робочої поверхні зношеного інструменту.

Отримані на оптичному мікроскопі фотографії робочих частин інструменту обробляли в редакторі з метою покращення візуального сприйняття зображення, після чого вивчали мікроскопічний стан робочої зони інструменту.

1.5. Класифікація причин відмови вигладжувальних інструментів

На рис. 1.11 наведено фронтальний фотознімок нового інструменту з природного алмазу, використовуваного як зразок.

Як показав аналіз досліджень, у значній кількості випадків, близько 80-90% відмови інструменту становить зношення його робочої частини (сфери). Про особливості зношування робочої частини інструменту після ультразвукової обробки викладено в розділі 1.4

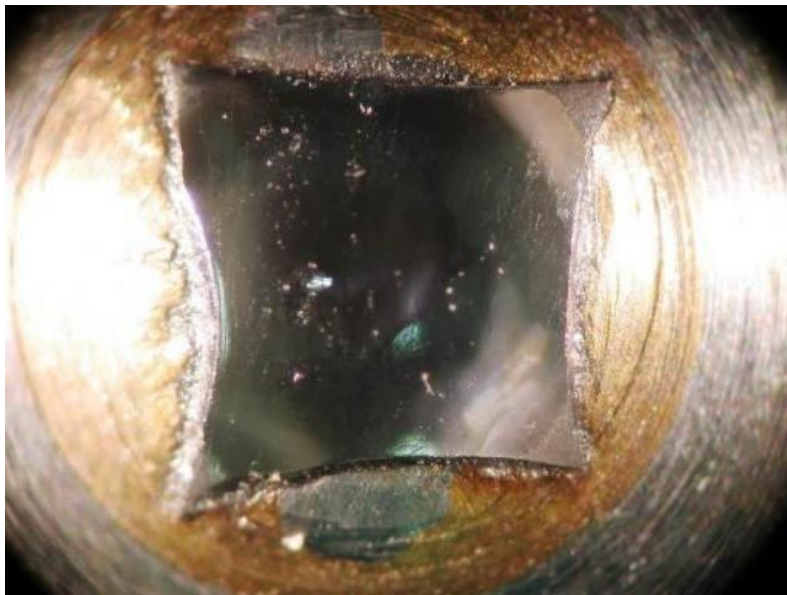


Рисунок 1.11 – Фотознімок вигладжувального інструменту з природного алмазу.

Ще одним видом пошкодження інструменту, що найчастіше зустрічається, є його деформування на крайовій ділянці, наприклад при виході з циліндричної

ділянки на фаску. При цьому на робочій поверхні інструменту спостерігаються вм'ятини (рис. 1.12).



Рисунок 1.12 – Сліди деформування інструменту за виходу на крайову ділянку.

Ще одним видом деформування інструменту є пластична деформація його контактної поверхні внаслідок якої спотворюється форма профілю робочої частини (рис. 2.4). Фото інструменту з пластичною деформацією контактної зони показано на рис. 2.5.

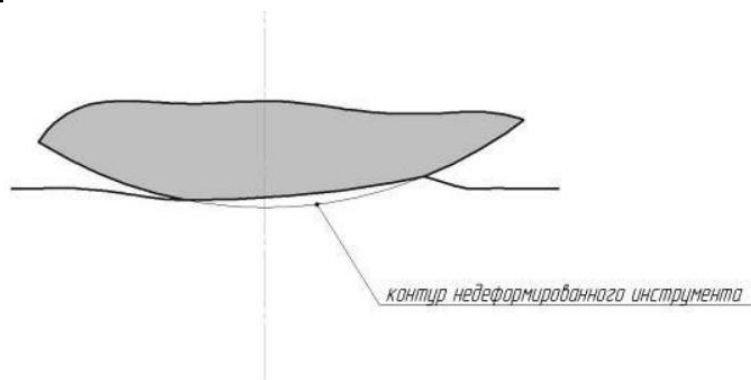


Рисунок 1.13 – Схема спотворення робочої поверхні інструменту внаслідок його пластичної деформації.



Рисунок 1.14 – Фото робочої частини інструменту з зоною пластичної деформації.

Для вигладжу вального інструменту, що працює в ультразвуковому полі в результаті високочастотних вібрацій є ймовірність «випадання» інструментальної вставки внаслідок руйнування припою (рис. 1.15).

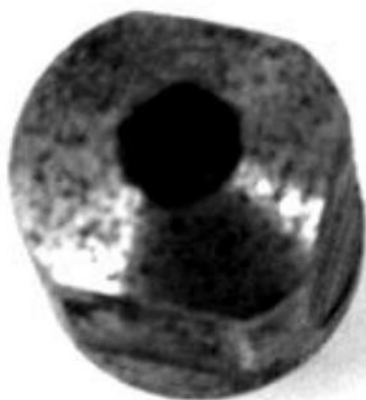


Рисунок 1.15 – Фото інструменту зі зруйнованою робочою вставкою.

Також є випадки відмови інструменту через руйнування різьбового перехідника з концентратором (рис. 1.16).



Рисунок 1.16 – Руйнування різьбової ділянки інструменту.

Таким чином, виходячи з аналізу типових відмов інструменту, сформулюємо технічні вимоги.

До конструкції інструменту для ультразвукового вигладжування пред'являються такі технічні та експлуатаційні вимоги:

Надійне кріплення до ультразвукової коливальної системи з метою ефективної передачі акустичної енергії.

Надійне закріплення алмазної або твердосплавної вставки в державці інструменту.

Точність виготовлення робочої поверхні. Не допускаються макровідхилення від заданої робочого профілю поверхні.

Вимоги щодо шорсткості до робочої поверхні порядку $Ra\ 0,04 \dots 0,06\ \mu m$.

1.6 Особливості зносу інструменту при ультразвуковому вигладжуванні

В даний час при ідентифікації зносу вигладжувального інструменту, прийнято вважати параметри зносу інструменту у вигляді майданчика зносу та величини (глибини лунки) зносу як схематично показано на рис. 1.17.

У разі ультразвукового вигладжування, коли інструмент має значні динамічні навантаження і форма осередку його зносу має специфічну форму потрібно враховувати безпосередньо структуру майданчика зносу інструменту.

Розглянемо докладніше специфічні особливості зношування інструменту при ультразвуковому вигладжуванні в порівнянні з традиційною обробкою.

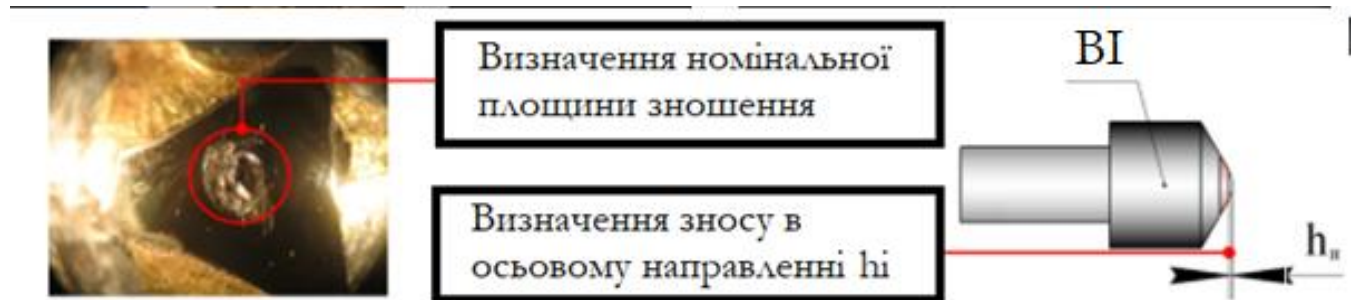


Рисунок 1.17 – Схема ідентифікації зношення вигладжувального інструменту (ВІ).

На рис. 1.18 представлено фото робочої поверхні нового інструменту та його топографія, отримана за допомогою лазерного скануючого мікроскопу. Як видно з аналізу фотографій новий інструмент характеризується певною мікротопографією робочої поверхні з шорсткістю поверхні не більше 0,07...0,12 мкм Ra.

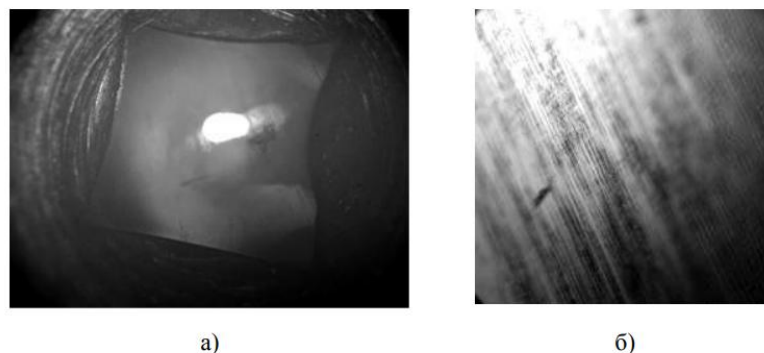


Рисунок 1.18 – Фото нового інструменту, отримані оптичною мікроскопією (а) та лазерною скануючою мікроскопією (б).

На рис. 1.19 – 1.22 представлені фото послідовного розвитку зосередження зносу інструменту при звичайному вигладжуванні.

Як видно з фото при звичайній обробці в результаті тертя спочатку розвивається система мікрдеформаційних складок матеріалу, орієнтованих перпендикулярно напрямку вектора швидкості.

Далі ця система розвивається у вигляді мікротріщин, орієнтованих також у перпендикулярному векторі швидкості напрямку.

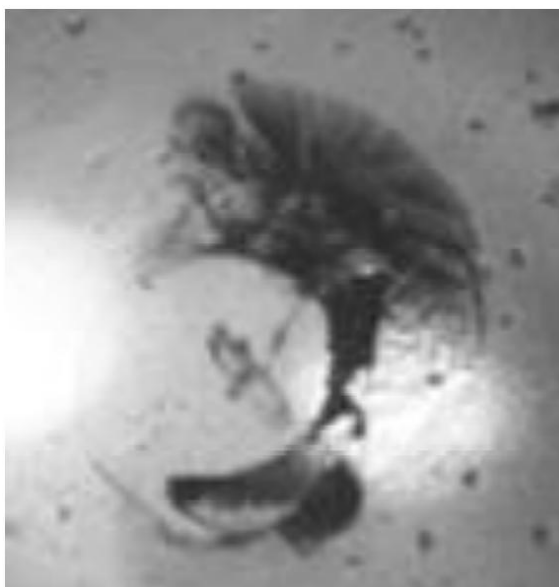


Рисунок 1.19 Осередок зносу вигладжувального інструменту

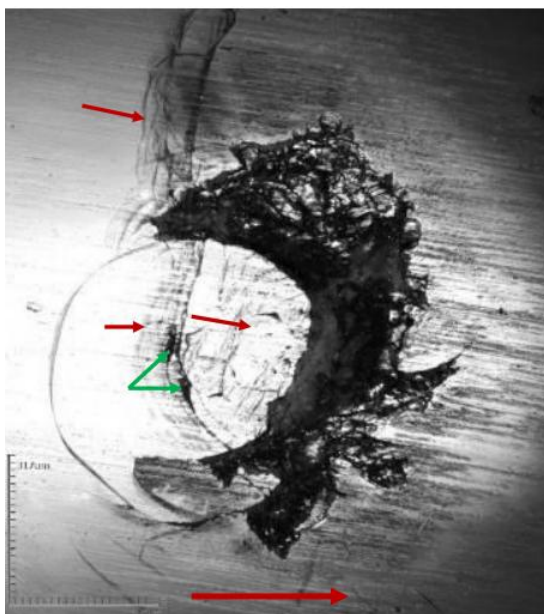


Рисунок 1.20 Осередок зносу вигладжувального інструменту. (У напрямку вектора швидкості видно мікрдеформаційні лінії).

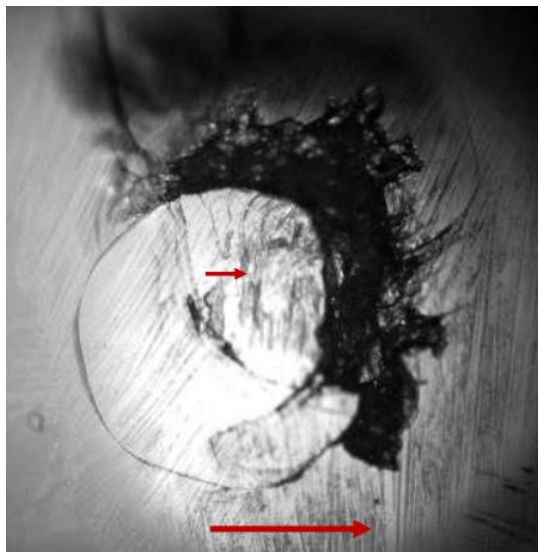


Рисунок 1.21 Осередок зносу вигладжу вального інструменту.
(У напрямку вектора швидкості видно більш розвинена система мікродеформаційних ліній)

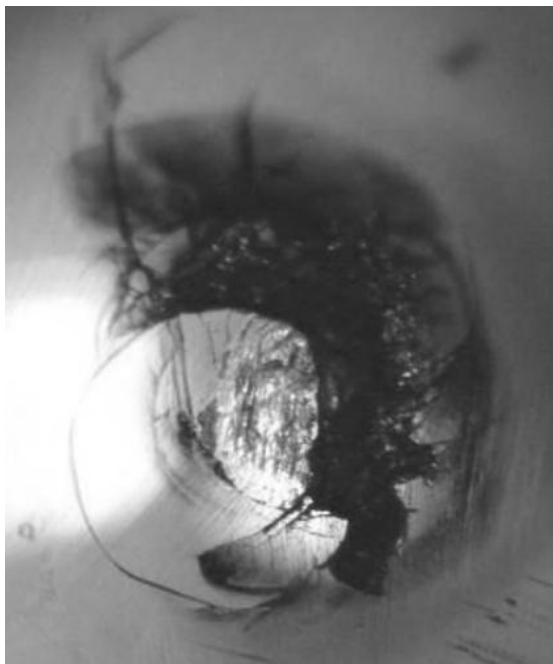


Рисунок 1.22 – Осередок зносу вигладжу вального інструменту.(У напрямку вектора швидкості видно більш розвинена система мікродеформаційних ліній)

При подальшій експлуатації інструменту мікротріщини розвиваються до критичних розмірів, поєднуються один з одним і відбувається відділення частини матеріалу, тобто. його знос. Найбільш розвинена ділянка осередку зносу вигладжу вального інструменту, зміщений щодо центральної осі інструменту в область, де в процесі обробки діють максимальні навантаження.

Інша справа у розвитку зосереджень зносу при ультразвуковому вигладжуванні. У процесі ультразвукової обробки інструмент надає ударний вплив на оброблюваний матеріал у перпендикулярному напрямку. У зв'язку з чим дотична сила тертя практично мінімальна. І в результаті такого багаточастотного ударного навантаження, ймовірність руйнування інструменту відбуватиметься переважно мікротріщинами. На рис. 1.14 – 1.16 представлені фотографії робочих ділянок інструментів після ультразвукового вигладжування.

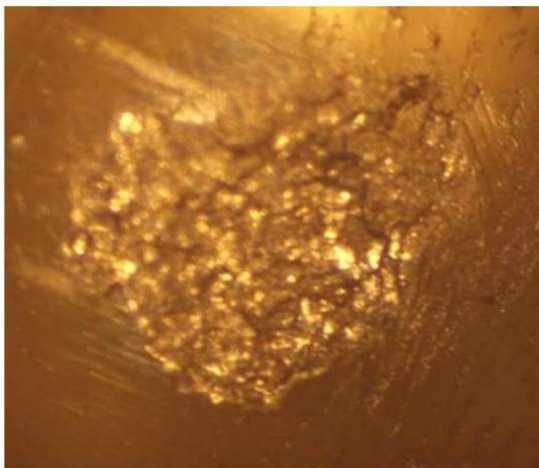


Рисунок 1.14 – Осередок зносу вигладжуючого інструменту з кубічного нітриду бору (КБН).

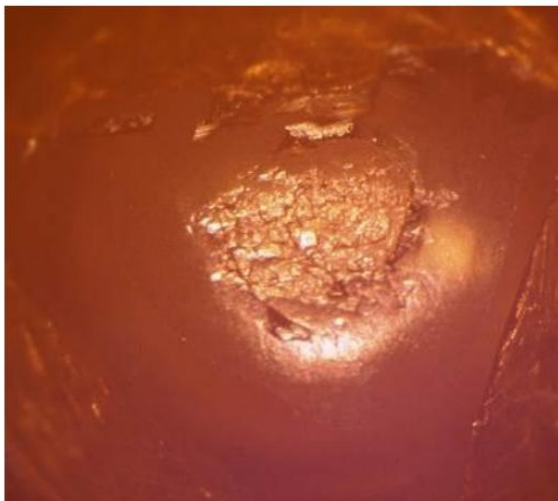


Рисунок 1.15 – Осередок зносу вигладжувального інструменту із твердого сплаву ВК-ОМ.

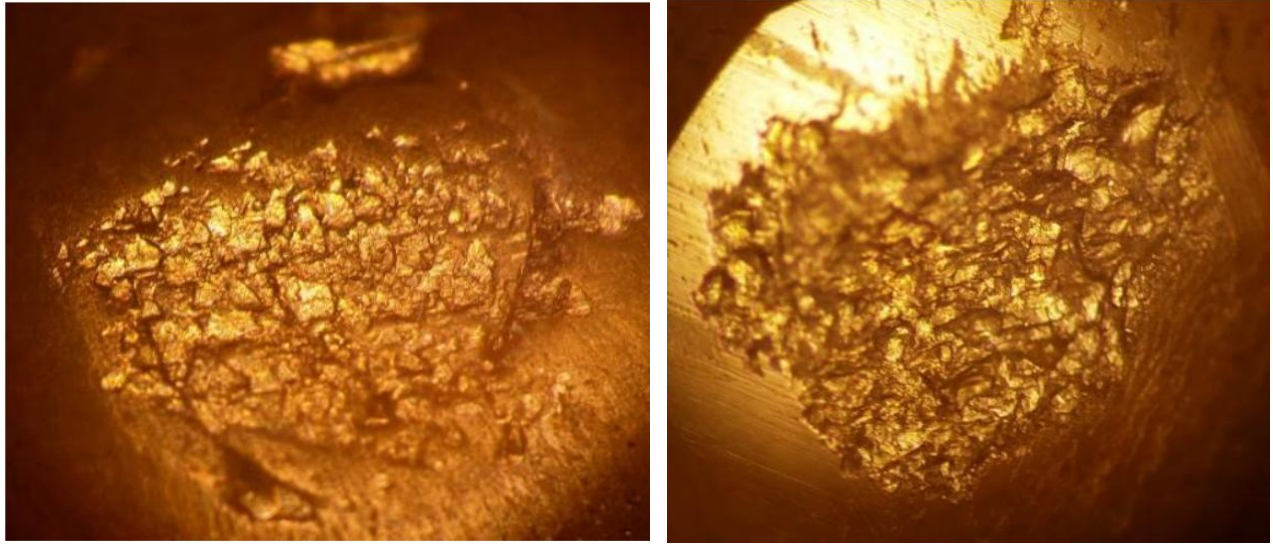


Рисунок 1.16 – Збільшені фрагменти ділянок робочої поверхні інструменту після ультразвукового вигладжування

Як видно з фотографій осередок зносу робочої ділянки інструменту після ультразвукової обробки є безліч мікро кратерів руйнування, що виникають в результаті крихкого ударного руйнування.

Причому величина кратерів практично однакова. Можна подумати, що на такий характер розвитку осередків зносу при ультразвуковій обробці надає кавітація шару мастильно-охолоджуючої рідини (МОР) або масляних плів, що залишається на поверхні деталі.

Таким чином, для виготовлення інструменту, що використовується при ультразвуковій обробці, доцільно застосовувати більш ударостійкі інструментальні матеріали.

РОЗДІЛ 2 Конструкторсько-технологічний розділ

За прототип було взято загальну конструкцію пристрою для ультразвукового вигладжування взятого за основу для написання дипломного проекту, показано на рис 2.1.

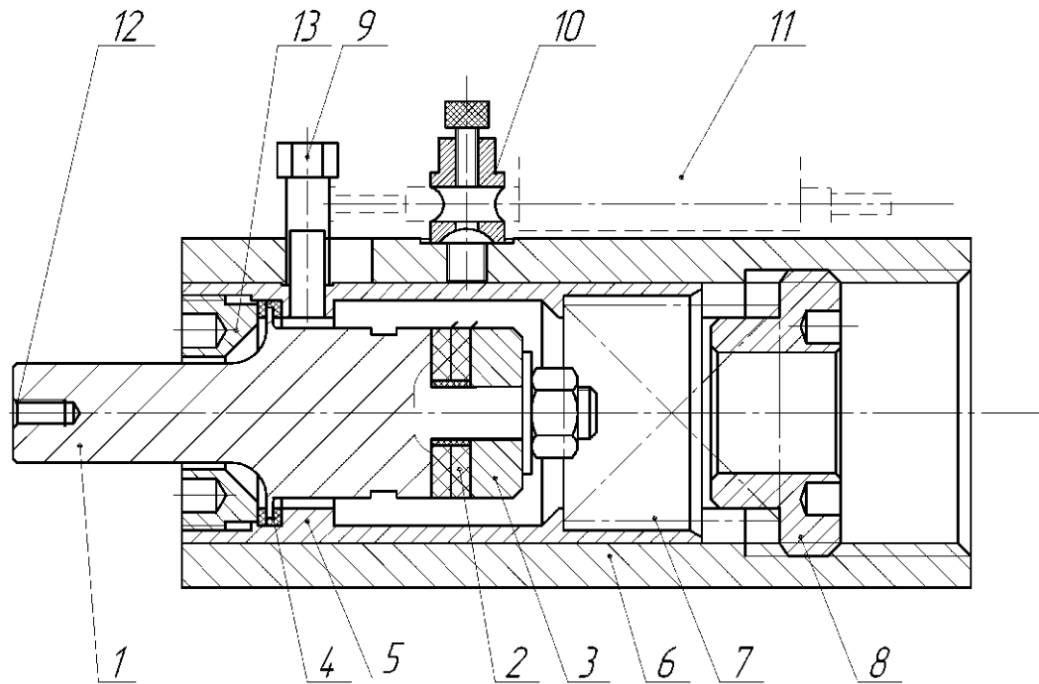


Рисунок 2.1. – Загальний вид пристрою для ультразвукового вигладжування

1– напівхвильовий перетворювач з концентратором, 2 – п'єзокерамічні елементи, 3 – частотопонижуюча накладка, 4 – фторопластові прокладки, 5 – стакан, 6 – корпус, 7 – пружина, 8 – гайка, 9 – упор, 10 – кріплення для встановлення індикатора, 11 – індикатор годинникового типу, 12 – глухий отвір, 13 – гайка.

Для деталі «гайка» було запропоновано нова конструкція та технологічний процес

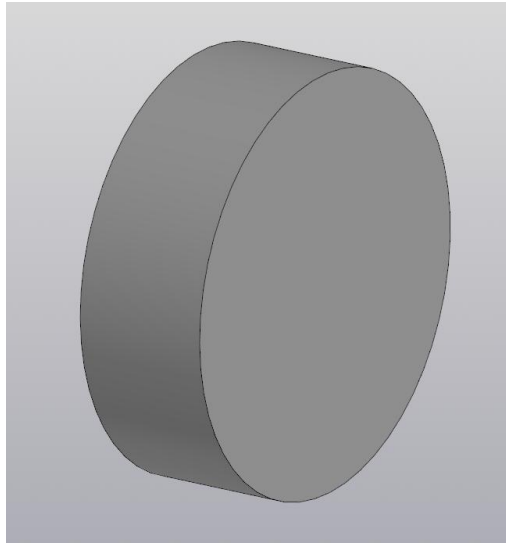
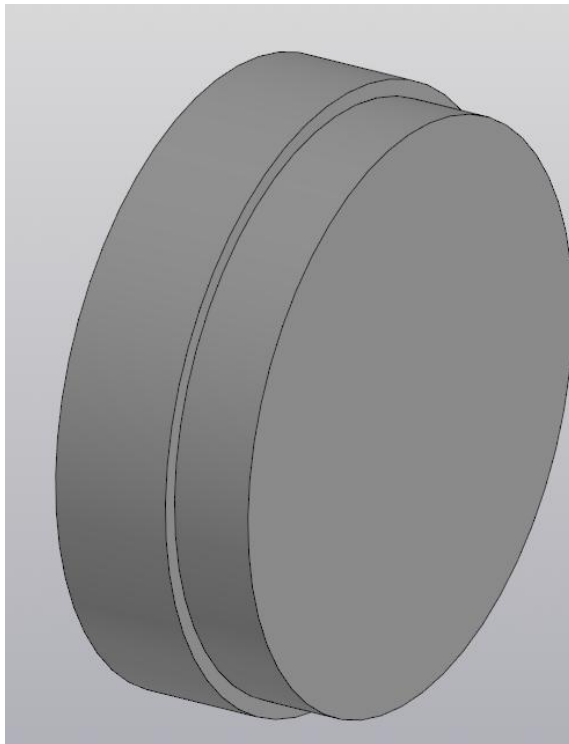
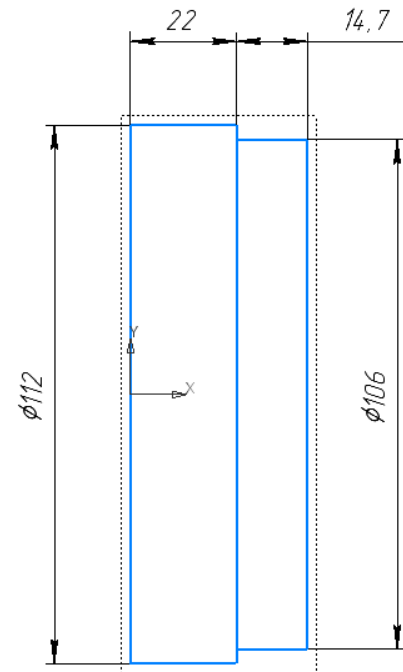


Рис. 2.1 – Заготовка

ОПЕРАЦІЯ 1 ТОЧІННЯ ЗОВНІШНЄ ПОЗДОВЖНЄ І ПІДРІЗКА ТОРЦЯ



а



б

Рис. 2.2 (а,б) – загальний вид і ескіз детал

Оброблюваний діаметр 112 мм

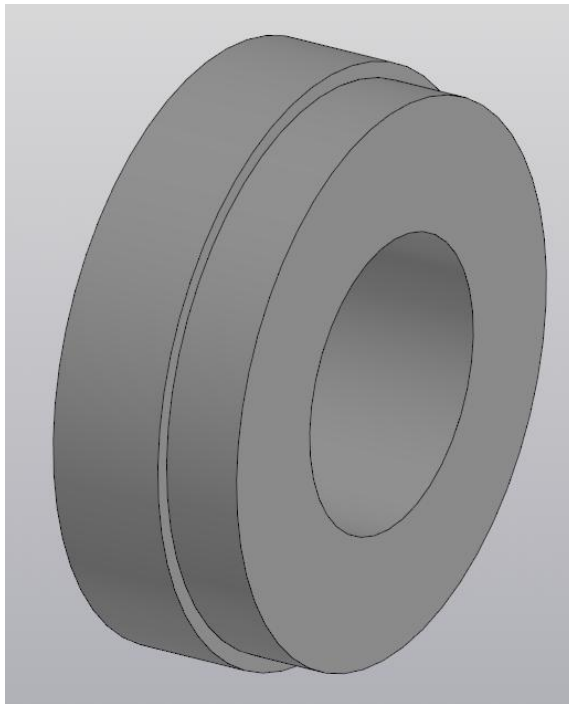
Оброблений діаметр 106 мм

Довжина, що обробляється 14,7 мм

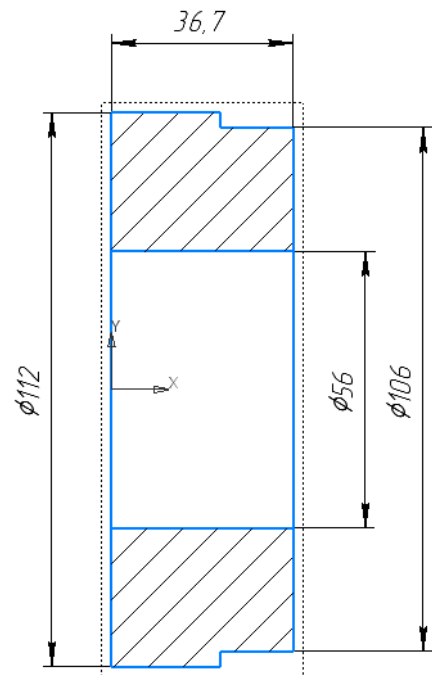
Шорсткість Ra на торцевій поверхні і шорсткість Ra у поздовжньому напрямку 6,3

Різальний інструмент DSBNR 2525M 15, пластина SNMG 15 06 24-PR 4425

ОПЕРАЦІЯ 2 ОТВІР В ДЕТАЛІ ОБЕРТАННЯ



а



б

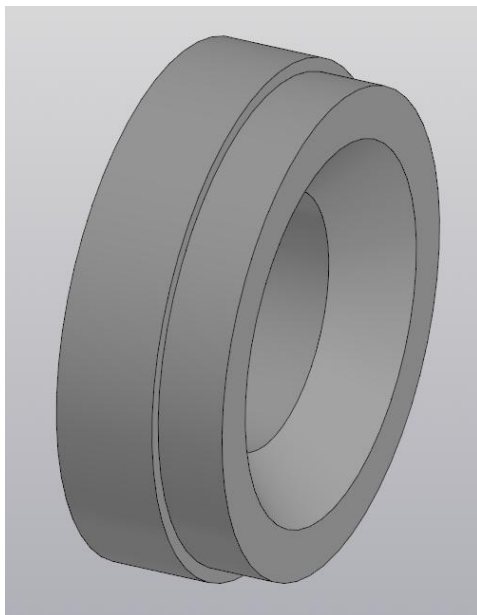
Рис. 2.3 (а,б) – загальний вид і ескіз деталі

Оброблюваний діаметр 56 мм

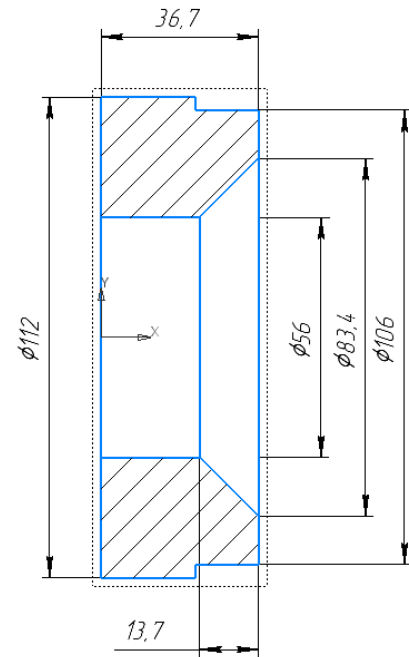
Глибина елемента обробки 36,7 мм

Різальний інструмент 880-D5600L40-02, периферична пластина 880-09 06 W12H-P-GR 4344, центральна пластина 880-09 06 08H-C-LM 1044

ОПЕРАЦІЯ 3 УТВОРЕННЯ ФАСКИ



а



б

Рис. 2.4 (а,б) – загальний вид і ескіз деталі

Зняти фаску 13,7х45° на діаметрі 83,4 мм

Різальний інструмент 495-012A16-3009L, пластина 495-09ТЗМ-ММ 1040

ОПЕРАЦІЯ 4 УТВОРЕННЯ ОТВОРІВ

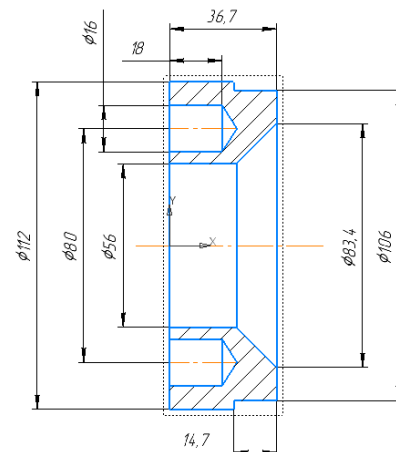
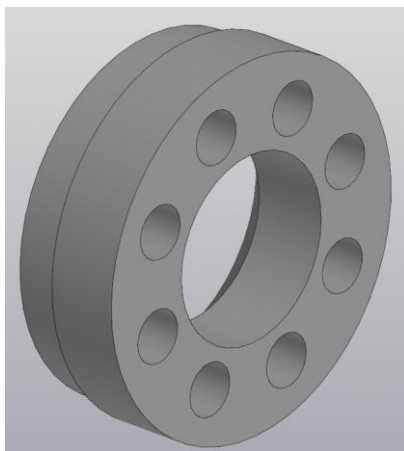


Рис. 2.5(а,б) – загальний вид і ескіз деталі

Рис. 4.6 – ескіз деталі

Оброблюваний діаметр 112 мм

Довжина отвору 22 мм

Різальний інструмент 266RFA-2020-16, пластина 266RG-16MJ01A200E 1125,
опорна пластина 5322 391-10

Всі операції були виконані на токарному верстаті HAAS ST-10



Рис. 2.7 – верстат HAAS ST-10

Висновок

В даному розділі було розглянуто технологічний процес обробки гайки, підібрані необхідні верстати і інструменти з пластинами, вказано обробку графічно, всі дані про режим різання можна знайти за каталогом. Нижче вказано кількість і найменування операцій, сумарний час обробки шестерні і необхідна кількість інструментів.

Загальна кількість операцій 5:

- ОПЕРАЦІЯ 1 ТОЧІННЯ ЗОВНІШНЄ ПОЗДОВЖНЄ І ПІДРІЗКА
ТОРЦЯ
- ОПЕРАЦІЯ 2 ОТВІР В ДЕТАЛІ ОБЕРТАННЯ
- ОПЕРАЦІЯ 3 УТВОРЕННЯ ФАСКИ
- ОПЕРАЦІЯ 4 УТВОРЕННЯ ОТВОРІВ
- ОПЕРАЦІЯ 5 НАРІЗАННЯ РІЗЬБИ

Сумарний час обробки шестерні 2 хв. 17 с.

Необхідна кількість інструментів:

- Різальний інструмент DSBNR 2525M 15 - 1 шт., пластина SNMG 15 06
24-PR 4425 - 1 шт.;
- Різальний інструмент 880-D5600L40-02 - 1 шт., периферична пластина
880-09 06 W12H-P-GR 4344 - 1 шт., центральна пластина 880-09 06 08H-C-LM
1044 - 1 шт.;
- Різальний інструмент 495-012A16-3009L - 1 шт., пластина 495-09T3M-
MM 1040 - 1 шт.;
- Різальний інструмент 880-D1600L20-02 - 1 шт., периферична пластина
880-02 02 W05H-P-GR 4334 - 1 шт., центральна пластина 880-02 02 04H-C-LM
1044 - 1 шт.;
- Ріжучий інструмент 266RFA-2020-16 - 1 шт, пластина 266RG-
16MJ01A200E 1125 - 1 шт., опорна пластина 5322 391-10 - 1 шт.

РОЗДІЛ 3. Технологічний процес обробки тонкостінного валу

3.1 Характеристика матеріалу деталі

Був вибраний матеріал – сталь 45 круглого прокату. Загальні відомості сталі показані в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Загальні відомості

Замінники
Сталі: Сталі: ст35, 45Х, 40ХН, 40ХС
Призначення
сталь 45 використовується для виготовлення покращуваних, нормалізованих, з поверхневою обробкою деталей підвищеної міцності – розподільні/колінчасті вали, кулачки, циліндри, бандажі, шпинделі, шестірні, вал-шестірні

Хімічний склад приведений в табл. 3.2

Таблиця 3.2 – Хімічний склад

Хімічний елемент	%
Кремній (Si)	0,17-0,37
Мідь (Cu)	до 0,3
Вуглець (C)	0,42-0,5
Марганець (Mn)	0,5-0,8
Нікель (Ni)	до 0,3
Фосфор (P)	до 0,035
Хром (Cr)	до 0,25
Арсен(As)	до 0,08
Сіра (S)	до 0,04

Флокеночутливість: малочутлива.

Зварюваність: важко зварювана.

3.2 Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Заготівлею для валу служить штампування, отримане на горячештамповочному пресі. Нагрівання заготівлі - полум'яне у печі, маса до 13,3 кг. Вихідними даними для визначення допусків є група сталі, маса і ступень складності паковки. Деталь виготовляється із матеріалу сталі 45, яка містить легуючих елементів до 3% і вуглецю в діапазоні до 0,5%. Ступінь складності паковки знаходимо по формулі:

$$C = \frac{m_{\text{заг}}}{m_{\text{пф}}}, \quad (2.5)$$

Масу заготовки $m_{\text{заг}}$ визначаємо по формулі:

$$m_{\text{заг}} = 1,25 \cdot m_{\text{дет}} = 4,836, \quad (2.6)$$

$$C = 0,704$$

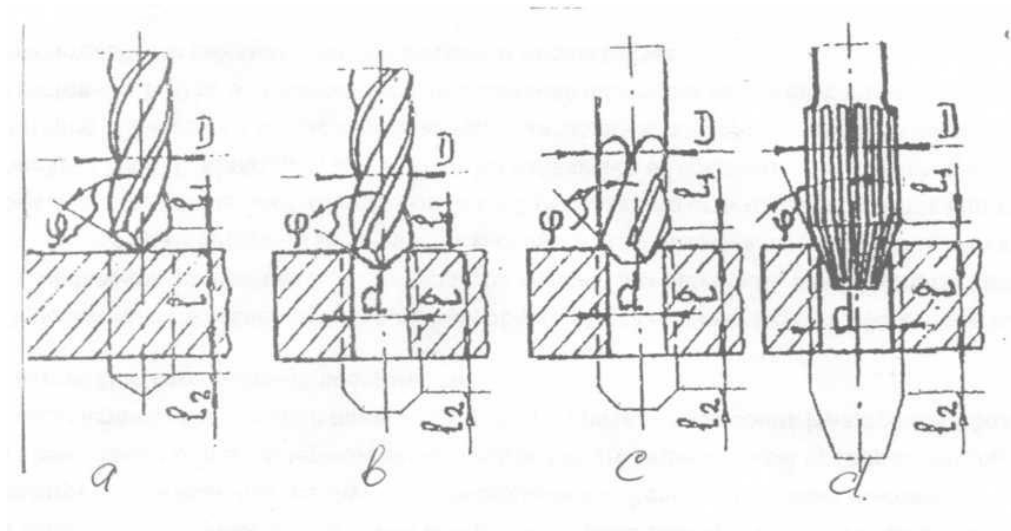
Ступінь складності – С1 так як С потрапляє в діапазон значень від 0,16 до 0,32. Група сталі – М2, клас точності паковки Т4.

1.3 Обробка свердлінням та розсвердлюванням

Отвори діаметром до 30 мм свердлять одним свердлом, отвори діаметром від 30 до 80 мм розсвердлюють другим свердлом, при свердлінні та розсвердлюванні спіральними свердлами досягається точність отворів по квалітету ISO до IT12 та шорсткість до Ra 6,3 мкм.

Схема обробки отворів свердлінням, розсвердлюванням, зенкуванням та розгортанням показана на мал. 1.1.

Припуски при різних видах обробки отворів беруть з таблиці 3.1.



Мал.1.1.Схема обробки отворів на прохід

- а) свердлінням;
- б) розсвердлюванням;
- в) зенкеруванням;
- г) розгортанням.

Машинний (технологічний час) необхідний для свердління на прохід (мал.1.1.а) рахують по формулі:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2}{s * n} * i; \text{хв} \quad (1.1)$$

де:

l – довжина отвору (мм);

l_1 – довжина путі (шляху) врізання свердла (мм);

$$l_1 = \frac{D}{2} * ctg\varphi + (0,5 \dots 2); \text{ мм} \quad (1.2)$$

φ – головний кут свердла у плані дорівнює $2\varphi = 115^\circ - 130^\circ$; $\varphi = 60^\circ$ при обробці сталі;

D – діаметр свердла (мм);

l_2 – довжина перебігу свердла (мм) ($l_2 = 1 \dots 3$ мм);

s – подача (мм/об) Таблиця 3.2;

n – число обертів свердла у хвилину.

$$n_g = \frac{V * 1000}{\pi * D}; \text{об/хв}, \quad (1.3)$$

де:

V – швидкість різання при свердлінні (м/хв.) Таблиця 3.2;

i – число проходів.

Для потрібної деталі проводимо розрахунок.

$$T_0 = \frac{L}{S_{cm} \cdot n_{cm}}, \text{ хв.}$$

де L – довжина робочого ходу супорта, мм;

$$T_0 = \frac{110 + 2 + 3}{0,4 \cdot 1000} = 0,29 \text{ хв.}$$

Інші режими різання по кожній з операції визначаються аналогічно.
Результати розрахунків подані у таблиці 2.3.

Таблиця 3 – Режими різання

Опера-	Найменування	t,	S,	n, хв.	V, м/хв.	S _м ,	T _о ,
--------	--------------	----	----	--------	----------	------------------	------------------

ція	операції, переходу, позиції	мм	мм/об	¹		мм/хв.	хв.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фрезерно-центрувальна	2,0	0,2	800	125,6	160	0,51
	Фрезерувати торці	3,2	0,12	1000	25,12	120	0,1
	Свердлити отвори						
010	Токарна						
	Точити по контуру	1,0	0,4	1000	125,6	400	0,29
015	Токарна						
	Точити по контуру	1,0	0,4	800	120,7	320	0,31
020	Токарна						
	Точити по контуру	0,5	0,2	1200	139,4	240	0,48
025	Токарна						
	Точити по контуру	0,5	0,2	1000	147,6	200	0,49
030	Токарна	0,5	0,4	800	120,7	320	0,11
	Точити канавки						
035	Шпоночно-фрезерна	5,0	0,04	1250	19,63	50	1,81
	Фрезерувати шпоночні пази	5,5	0,04	1000	18,84	40	1,95
040	Круглошліфувальна	0,2	0,025	160	$V_{кр} = 17,5$ $V_{\delta} = 25,12$	0,3	1,32
	Шліфування поверхонь						
045	Круглошліфувальна	0,1			$V_{кр} = 17,5$	0,22	
	Шліфування поверхонь		0,01	160	$V_{\delta} = 25,12$		1,96

Таблиця 3.1.- Припуски при різних видах обробки отворів

Метод обробки	Припуск на діаметр, мм							
	Інтервал діаметрів, мм							
	Від 6 до 10	Понад 10 до 18	Понад 18 до 30	Понад 30 до 50	Понад 50 до 80	Понад 80 до 120	Понад 120 до 180	Понад 180
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Розгортання								
Чорнове	-	0,1	0,2	0,	0,	0,	-	-
чистове	-	0,0	0,0	0,	0,	0,	-	-
Шліфування після термічної обробки								
Завчасне	-	0,2	0,2	0,	0,	0,	0,	0,4
Чорнове	-	0,1	0,1	0,	0,	0,	0,	0,3
Хонінгування								
Чорнове	-	0,0	0,0	0,	0,	0,	0,	0,07
Чистове	-	0,0	0,0	0,	0,	0,	0,	0,04
Розточування до термічної обробки під шліфування при								
До	Чо	0,	1,0	1,1	1,	1,	1,	1,5
	чи	0,	0,3	0,3	0,	0,	0,	0,6
Понад 50 до	Чо	-	1,0	1,1	1,	1,	1,	1,6
	чистове	-	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6
Понад 100 до	Чо	-	-	1,2	1,	1,	1,	1,6
	чистове	-	-	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7
Понад 300 до	Чо	-	-	1,3	1,	1,	1,	1,6
	чистове	-	-	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
Зенкування при довжині отвору								
До 3мм	1,	1,2	1,4	1,	1,	1,	2,	2,5
Понад 3мм	1,	1,4	1,7	1,	2,	2,	2,	2,6

Таблиця 3.2 – Режими різання при свердлінні свердлами із швидкоріжучої сталі.

Діаметр свердла (мм)	Оброблюємий матеріал			
	Сталь $\sigma_B=750$ МПа		Сірий чавун HB 190	
	Подача, мм/об	Швидкість різання, м/хв.	Подача, мм/об	Швидкість різання, м/хв.
до 10	0,05...0,15	50...30	0,10...0,20	45...30
10...15	0,10...0,20	40...25	0,15...0,25	35...25
15...20	0,15...0,30	35...23	0,30...0,40	27...21
20...25	0,20...0,35	30...20	0,40...0,50	24...20
більше 25	0,25...0,50	25...18	0,50...0,80	23...18

Примітки:

1. Свердління сталі здійснюють з охолодженням
2. Зі збільшенням та зменшенням твердості (міцності) оброблюемого матеріалу табличні швидкості необхідно відповідно зменшити чи збільшити, але не більше ніж на 30%.
3. При глибині отвору понад трьох його діаметрів подачу зменшують на 10...30%, а швидкість різання - на 20...50%.
4. При роботі міцносплавними свердлами швидкість різання збільшують у 2...3 рази.

Машинний (технологічний час) необхідний для розсвердлювання на прохід (мал.1.1.b) рахують по формулі 1.1:

де:

S – подача (мм/об) Таблица 1.3;

V – швидкість різання при розсвердлюванні (м/хв.) Таблица 1.3.

Таблиця 1.3. – Режими різання при розсвердлюванні отворів свердлами із швидкоріжучої сталі.

Діаметр оброблюемого отвору, мм	Оброблюємий матеріал			
	Сталь $\sigma_B= 750$ МПа		Сірий чавун	
	Подача, мм/об	Швидкість різання, м/хв.	Подача, мм/об	Швидкість різання, м/хв.
1	2	3	4	5

До 25	0,2	35...40	0,2	38...40
	0,3	30...32	0,3	32...33
	0,4	26...28	0,5	27...28
25 – 40	0,3	30...34	0,3	34...37
	0,4	25...29	0,4	30...32
	0,6	21...24	0,6	25...27

Продовження таблиці 1.3.

1	2	3	4	5
40 – 50мм	0,334	7...32	0,3	31...34
	0,4	24...28	0,4	28...30
	0,6	19...23	0,7	23...26
Більше 50	0,3	26...29	0,3	30...31
	0,4	23...25	0,4	25...26
	0,6	19...20	0,7	21...22

1.4 Розрахунок подачі

За даними нашої деталі та розміру перерізу різця табличне значення подачі встановлює:

$S=0,2-0,5$ мм/об. По паспорту верстата приймаємо $S_{ст}=0,4$ мм/об.

1.5 Вибір різця

На даному етапі обробки обираємо різці 36x22 T5K10 і 36x25 T15K6, це різці прохідні відігнуті застосовуються для попередньої чорнової та чистової обробки зовнішніх та торцевих поверхонь деталей при поздовжній та поперечній подачах, а також виконується підрізка торців та буртиків, зняття фасок, обточування ступінчастих деталей. ГОСТ 18877-73

1.6 Розрахунок швидкості різання

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3, \text{ м/хв.}$$

де $V_{табл}$ – таблицна швидкість різання, м/хв.;

k_1, k_2, k_3 – коефіцієнти, що залежать від оброблювального матеріалу, від стійкості та марки твердого сплаву та від виду обробки відповідно.

$$V_{табл} = 115 \text{ м/хв.}; k_1 = 0,7; k_2 = 1,55; k_3 = 1,05.$$

$$V = 115 \cdot 0,7 \cdot 1,55 \cdot 1,05 = 131 \text{ м/хв.}$$

Розрахуємо частоту обертання шпинделю:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ хв.}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 131}{3,14 \cdot 40} = 1043 \text{ хв.}^{-1}$$

За паспортом верстата приймаємо $n_{ст} = 1000 \text{ хв.}^{-1}$

Дійсна швидкість різання складає:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000}, \text{ м/хв.,}$$

де D – діаметр оброблюваної ділянки валу, мм.

Дійсна швидкість різання для кожної із ділянок валу:

$$V_d = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 125,6 \text{ м/хв.}$$

1.7 Розрахунок сили різання

Силу різання визначаємо за формулою:

$$P_z = P_{z.табл} \cdot k_1 \cdot k_2, \text{ Н,}$$

де $P_{z.табл}$ — табличне значення зусилля різання, Н;

k_1, k_2 — коефіцієнти, що залежать від оброблювального матеріалу, від швидкості різання та переднього кута при точінні сталей твердосплавним інструментом відповідно. Приймаємо $P_{z.табл} = 2500 \text{ Н; } k_1 = 0,9; k_2 = 1,0$.

$$P_z = 2500 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 2250 \text{ Н.}$$

1.8 Розрахунок споживчої потужності верстату

Потужність різання визначається по формулі:

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_d}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

Підрахуємо потужність різання:

$$N_p = \frac{2250 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 4,6 \text{ кВт.}$$

Потужність верстата з урахуванням коефіцієнту корисної дії $\eta=0,75\dots0,85$ складає $N_{\text{ст}}=17\cdot0,8=13,6$ кВт та умови $N_{\text{ст}} > N_9$ ($13,6>4,6$) виконується.

1.9 Розрахунок частоти обертів

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 142}{3,14 \cdot 110} = 411 \text{ с}^{-1},$$

де D – максимальний діаметр оброблюємої поверхні;
 V – швидкість різання.

2 Чистова токарна операція

2.1 Розрахунок режимів різання

Силу різання визначаємо за формулою:

$$P_z = P_{z.\text{табл}} \cdot k_1 \cdot k_2, \text{ Н},$$

де $P_{z.\text{табл}}$ – табличне значення зусилля різання, Н;

k_1, k_2 – коефіцієнти, що залежать від оброблювального матеріалу, від швидкості різання та переднього кута при точінні сталей твердосплавним інструментом відповідно. Приймаємо $P_{z.\text{табл}} = 2500$ Н; $k_1 = 0,9$; $k_2 = 1,0$.

$$P_z = 2500 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 2250 \text{ Н}.$$

2.2 Обертовий момент

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p$$

C_M – поправочний коефіцієнт, дорівнює 0,0345

$$M_{кр} = 10C_M D^q S^y K_p = 10 * 0,0345 * 32^2 * 0,35^{0,8} = 4 \text{ Н} * \text{м}$$

2.3 Частота обертів

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000*57}{\pi*32} = 505 \text{ об/хв}$$

2.4 Потужність різання

Потужність різання визначається по формулі:

$$N_3 = \frac{P_z \cdot V_o}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (2.6)$$

Підрахуємо потужність різання:

$$N_3 = \frac{2250 \cdot 125,6}{1020 \cdot 60} = 4,6 \text{ кВт.}$$

Потужність верстата з урахуванням коефіцієнту корисної дії $\eta=0,75\dots0,85$ складає $N_{ст}=17 \cdot 0,8=13,6 \text{ кВт}$ та умови $N_{ст} > N_3$ ($13,6 > 4,6$) виконується.

3. Розрахунок норм часу

Технічні норми часу в умовах масового і серійного виробництва визначаються розрахунково-аналітичним методом.

У серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу:

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п-з}}}{n} + T_{\text{шт}}$$

де $T_{\text{п-з}}$ – підготовчо-завершальний час, хв.;

n – кількість деталей в партії, шт.;

$T_{\text{шт}}$ – штучний час, хв.

Для обробки на токарному верстаті деталі, яка кріпиться в самоцентруючому патроні $T_{\text{п-з}}$ складає 23 хв. (операція 010).

Кількість деталей в партії визначається по формулі:

$$n = \frac{N \cdot a}{253}$$

де N – річна програма випуску, шт.;

a – періодичність запуску в днях, приймаємо $a = 3$ день.

$$n = \frac{10000 \cdot 3}{253} = 118,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість деталей в партії $n = 120$ шт.

Штучний час визначається по формулі:

$$T_{\text{шт}} = T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{об}} + T_{\text{ом}},$$

де T_0 – основний час, хв.;

T_d – допоміжний час, хв.;

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

$T_{от}$ – час перерв на відпочинок і особисті потреби, хв.

Основний час був розрахований раніше і складає $T_0=0,29$ хв.

Допоміжний час визначається по формулі:

$$T_d = (T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{вим}) \cdot k$$

де T_{yc} – час на установку і знаття деталі, хв.;

$T_{зо}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, хв.;

$T_{уп}$ – час на прийом управління, хв.;

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, хв.;

$k=1,85$ – коефіцієнт для серійного виробництва.

Час на установку деталі масою до 20 кг в самоцентруючому патроні $T_{yc}=0,22$ хв., на закріплення і відкріплення деталі $T_{зо}=0,024$ хв.

Час на управління верстатом складає $T_{уп}=0,32$ хв. (ввімкнення і вимкнення верстата кнопкою, підведення і відведення різця в горизонтальному напрямі, поворот різцетримача в наступну позицію обробки).

Час на вимірювання складається з вимірювання калібром-скобою і калібром-пробкою і має значення $T_{вим}=0,13+0,13 \cdot 2=0,26$ хв.

Таким чином, допоміжний час складає:

$$T_{\partial} = (0,22 + 0,024 + 0,32 + 0,26) \cdot 1,85 = 1,52 \text{ хв.}$$

Отже, оперативний час складає:

$$T_{\text{оп}} = T_{\text{o}} + T_{\text{д}} = 0,29 + 1,52 = 1,81 \text{ хв.}$$

У серійному виробництві значення $T_{\text{об}}$ і $T_{\text{от}}$ окремо не визначаються. У нормативах дається сума цих двох складових ($T_{\text{об.от.}}$) у відсотках від оперативного часу:

$$T_{\text{об.от.}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от.}}}{100}$$

де $P_{\text{об.от.}}$ – витрати часу на обточування робочого місця і відпочинок у відсотках від оперативного.

В даному випадку $P_{\text{об.от.}} = 7\%$, отже

$$T_{\text{об.от.}} = \frac{1,81 \cdot 7}{100} = 0,13 \text{ хв.}$$

Штучний час складає:

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{o}} + T_{\text{д}} + T_{\text{об}} + T_{\text{от}} = 0,29 + 1,52 + 0,13 = 1,94 \text{ хв.}$$

Визначаємо склад підготовчо-завершального часу: на наладку верстата, інструменту і пристосувань при закріпленні деталі в центрах – 9 хв.; на додаткові прийоми – 4 хв.; отримання інструменту і пристосувань до початку і здача після закінчення обробки – 10 хв.

Таким чином, штучно-калькуляційний час на 010 токарну операцію складає

$$T_{\text{ш-к}} = \frac{T_{\text{п-з}}}{n} + T_{\text{шт}} = \frac{23}{120} + 1,94 = 2,13$$

Норми часу на інші операції механічної розробки деталей розраховані аналогічно і зведені в таблицю 4.

Таблиця 4 – Технічні норми часу в хвилинах

Опера-ція	Найменування операції	T ₀	T _д	T _{оп}	T _{об} +T _{от} , %	T _{шт}	T _{п-з}	T _{ш-к}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Фрезерно-центрувальна	0,61	0,35	0,96	7	1,03	21	1,2
010	Токарна	0,29	1,52	1,81	7	1,94	23	2,13
015	Токарна	0,31	1,52	1,83	7	1,96	23	2,15
020	Токарна	0,48	1,52	2,0	9,4	2,19	23	2,38
025	Токарна	0,49	1,52	2,01	9,4	2,2	23	2,39
030	Токарна	0,11	1,52	1,63	7	1,74	23	1,94
035	Шпоночно-фрезерна	3,76	1,2	4,96	7,5	5,33	16	5,47
040	Круглошліфувальна	1,32	0,44	1,76	9,4	1,93	19	2,08
045	Круглошліфувальна	1,96	0,44	2,4	9,4	2,63	19	2,78
Разом:		9,33	10,03	19,36				22,52

Як видно з таблиці, загальна трудомісткість виготовлення деталі складає 22,52 хвилин.

4. Запропонований технологічний процес

005 Фрезерно-центрувальна

Фрезерувати поверхні з двох боків одночасно витримуючи розмір 1;
свердлити отвори з двох боків одночасно витримуючи розміри

Фрезерно-центрувальний напівавтомат мод. МР-71М; пневматичні опори; центрувальне свердло $\varnothing 6,3$ мм ГОСТ 14952-75; фреза торцева $\varnothing 80$ мм ГОСТ 22085-76.

010 Токарна

Точити поверхні попередньо витримуючи розміри

Токарний гідро-копіювальний напівавтомат мод. 1Н713; патрон 3-и кулачковий, центр; різець прохідний упорний прямий з кутом в плані 90° ГОСТ 18879-73.

015 Токарна

Точити поверхні попередньо витримуючи розміри

Токарний гідро-копіювальний напівавтомат мод. 1Н713; патрон 3-и кулачковий, центр; різець прохідний ГОСТ 20872-80; різець прохідний упорний прямий з кутом в плані 90° ГОСТ 18879-73.

020 Токарна

Точити поверхні остаточно витримуючи розміри . Точити фаску

Токарний гідро-копіювальний напівавтомат мод. 1Н713; центр рифлений, центр; різець прохідний упорний прямий з кутом в плані 90° ГОСТ 18879-73; різець прохідний ГОСТ 20872-80.

025 Токарна

Точити поверхні остаточно витримуючи розміри . Точити фаску .

Токарний гідро-копіювальний напівавтомат мод. 1Н713; центр рифлений; різець прохідний упорний прямий з кутом в плані 90° ГОСТ 18879-73; різець прохідний ГОСТ 20872-80.

030 Токарна

Точити канавки витримуючи розміри

Токарно-гвинторізний верстат 16К20; центр рифлений; різець канавочний.

035 Шпонково-фрезерна

Фрезерувати шпонкові пази витримуючи розміри

Шпонково-фрезерний консольний верстат мод. 692М; пневматичні опори;
фреза шпонкова $\phi 12$, $\phi 14$ мм ГОСТ 18372-73.

040 Кругло-шліфувальна

Шліфувати поверхні попередньо витримуючи розміри.

Круглошліфувальний верстат мод. 3М153; рифлений центр, центр задній;
круг шліфувальний типу ПП $\phi 500$ мм ГОСТ 2424-73

045 Кругло-шліфувальна

Шліфувати поверхні остаточно витримуючи розміри

Круглошліфувальний верстат мод. 3М153; рифлений центр, центр задній;
круг шліфувальний типу ПП $\phi 500$ мм ГОСТ 2424-73.

055 ДЕФЕКТОСКОПІЯ

Устаткування: магнітний дефектоскоп УМДЭ-1000.

060 СЛЮСАРНА

Устаткування: слюсарний верстат, машина ручна пневматична шліфувальна.

6. Проектування гнучкої автоматизованої лінії механообробки заданої деталі

Таблиця 2.3 – Додаткові дані

Типи операцій	t_{0i} , %	t_{0i} , хв..	Період
---------------	--------------	-----------------	--------

	отн.		стійкості, хв T_{res}
Токарні	87	80,4	40
Свердлильно-фрезерні	3	15,6	50

Шліфувальні	6	7,2	40
Миття, контрольна	4	4,8	-
Σ	100	120	-

6.1 Розрахунок необхідної кількості основного технологічного обладнання основного виробництва

6.4 Проектування роботизованих технологічних комплексів

Токарний РТК. Поняття РТК механічної обробки охоплює широкий діапазон області застосування – від окремих функціонуючих комплексів типу «верстат – робот» до роботизованих ліній та цехів.

При розробці та впровадженні РТК ставиться завдання автоматизації робіт, пов'язаних з операціями зміни виробів на верстатах, з транспортними операціями з переміщення виробів у процесі обробки, контролю, видалення стружки.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Темою дипломного проекту є «Модернізація пристрою для ультразвукового вигладжування». У процесі виконання роботи було досліджено характеристики пристрою для ультразвукового вигладжування. Використовується даний пристрій на токарних станках, роботах маніпуляторах.

Без охорони праці, зараз не ведеться робота ні на одному підприємстві. Чому охорона праці є такою важливою складовою усіх підприємств-тому що, виконуючи правила та вимоги охорони праці значно зменшується ризик отримання травм. Це грає велику роль для роботодавців, яким вигідне зменшення травматизму на робочому місці, а також і для робітників, бо так вони збережуть здоров'я та життя.

Виконуючи дипломну роботу було проведено аналіз приміщення. За нього було взято кімнату площею 18 м². Саме така кімната буде використана в подальшому для аналізу мікроклімату, пожежної безпеки та інших важливих розділів для істинної інформації в розділі «Охорона праці».

5.1 Електробезпека

Для забезпечення максимальної безпеки працівників при роботі з електричними установками та приладами потрібно постійно проводити ряд дій та технічних заходів. Тобто: проводити своєчасне ввімкнення та вимикання пристрою або установки, а також їх елементів від джерел струму. В обов'язковому порядку на всіх пристроях повинні бути попереджувальні знаки, при необхідності огороження. На елементах живлення повинні бути таблички/наклейки з їхніми характеристиками. Струмopовідні елементи мають бути в ізоляції, також

потрібно виконувати роботу з приведенням їх в належний стан та відповідний догляд. На робочих, а також у доступних для персоналу місцях мають бути встановлені аварійні резервні вимикачі та електричний щиток із запобіжником. Останній повинен бути підключений так, щоб вимикати подачу електричного струму по приміщенню, окрім світла. Підлога біля верстатів повинна бути дерев'яною решіткою з діелектричним гумовим килимом.

Заземлення в робочому приміщенні має відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

Електробезпека електронно-обчислюваної техніки повинна відповідати всім вимогам, згідно НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».

5.2 Пожежна безпека

Не потрібно забувати про пожежну безпеку також. Робота з електроустановками які доглядаються неналежним чином, людський фактор, випадкова несправність, все це може привести до пожежі.

Приміщення що було взяте для дослідження по призначенню є кімнатою гуртожитку. Тут встановлені ПК(персональний комп'ютер), тому таке приміщення відноситься до категорії В. Такі приміщення повинні відповідати вимогам по пожежній безпеці, і мати наявність пожежної сигналізації з оповіщенням і телефонний зв'язок.

На основі ДСТУ Б В.1.1-36:2016 "Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою" будівля відповідає II степені вогнестійкості, що потребує від будівельників конструкції норм вогнестійкості (часу опору вогню):

- несучі стіни, стіни сходових кліток і колони - 2 год.
- зовнішні стіни навісних панелей - 0.25 год.
- сходові клітки, сходи, балки і марші у сходових клітках - 1 год.

- внутрішні і зовнішні стіни (перегородки) - 0.25 год.
- плити, настили та інші несучі конструкції - 0.25 год
- плити і настили конструкцій міжповерхових перекриттів – 0.75 год.

Необхідний час евакуації складає –40 секунд.

Для такого приміщення я підібрав Вогнегасник вуглекислотний ВВК-1,4 (ОУ 2) .
Кількість- 2 шт.

В доступних місцях обов'язково повинні бути встановлені всі необхідні види вогнегасників, цистерна з піском. З персоналом повинен бути проведений інструктаж з пожежної безпеки. На видних місцях повинен знаходитись план евакуації, відповідно до нього на стінах, дверях та вікнах повинна бути нанесена правильна розмітка.

Протипожежний захист на підприємстві та його ділянках повинен дотримуватись згідно документів:

1. НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».
2. ДБН В.1.1.7-2016 «Протипожежні норми проектування будівель та споруд».

5.3 Техніка безпеки під час роботи з пристроєм

У дипломному проекті використовується пристрій для ультразвукового вигладжування. Він не являється окремим агрегатом, його використовують в комплектації з токарними станками, станками з числовим програмним керуванням або ж з роботами маніпуляторами. При роботі з цими агрегатами, якими б надійними і оснащеними захисними пристосуваннями, необхідно не забувати про техніку безпеки. Основними небезпечними факторами при роботі з вищенаведеними установками є: травмування очей відлітаючими залишками роботи; травмування погано закріпленими деталями, пристроями, різцями та іншими рухомими елементами; опіки від високих температур оброблюваних деталей. Для запобігання нещасних випадків та шкоди для здоров'я працівників

обов'язково потрібно: використовувати спецодяг(захисні окуляри, халат, фартук з наруківниками, елементи захисту голови, захисні рукавиці). Важливою частиною роботи зі станками є те, що вони доволі шумні. Для убереження від псування слухового апарату, робітники повинні бути забезпечені навушниками або ж берушами.

Вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах токарної групи викладені у главі 3 розділу II Правил охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями (НПАОП-0.00-1.71-13).

5.4 Мікроклімат

Для людини нормальною температурою вважають 36,6-37°C. Температура залежить не тільки від стану здоров'я, але й температура навколишнього середовища. Дуже важливо підтримувати її для забезпечення комфортних умов праці. На температуру в приміщенні впливає багато чинників - від освітлення до електродвигунів та оброблюваних матеріалів.

За основу було взято приміщення загальною площею 18 м². Об'єм даної кімнати визначено в 42 м³. В даному приміщенні передбачено відповідні норми і параметри чистоти повітря та температури. Згідно державних санітарних норм "Влаштування і обладнання кабінетів комп'ютерної техніки в навчальних закладах та режим праці учнів на персональних комп'ютерах" ДСанПіН 3.3.2.00798 - площа на одне робоче місце з ПК для дорослих користувачів повинна складати не менше 6.0 м², а об'єм – не менше 20 м³. З цього я роблю висновок, що розміри приміщення повністю відповідають санітарним нормам.

Норми мікроклімату приміщення підприємства потрібно брати опираючись на ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» розглянемо норми мікроклімату на підприємстві.

Провівши аналіз, я визначив, що середня температура в приміщенні в теплий період року складає 22°C. Відносна вологість повітря 47%.

В холодний період року ці характеристика є такими: середня температура 23°C, відносна вологість повітря 60%. Дані дослідження наведені в Табл.5.1.

Таблиця 5.1.- Мікроклімат кімнати в різні пори року

Період року	Температура, °C			Відносна вологість, %	
	Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Фактична
		Верхня межа	Нижня межа		
Холодний	21-24	22	20	40-60	47
Теплий	23-28	30	24	40-60	60

Дослідження показали, що найкращими показниками для терморегуляції в організмі людини є 17-20°C. Дотримуватись таких температур на сучасних підприємствах взагалі не викликає труднощів.

Оскільки робота за станками які використовуються є доволі запиленою, потрібно також потурбуватись зі встановленням вентиляції та системи кондиціонування в приміщенні де виконуються роботи, а також проводити планові очистки та прибирання робочих місць.

5.5 Висновок

У даному розділі «Охорона праці» я розглянув умови та правила для забезпечення надійної безпеки праці в приміщенні для виконання дипломного проекту. Проаналізовано загальний мікроклімат приміщення, пожежну безпеку, надав правила користування пристроями, та правила електробезпеки. Після проведеного аналізу дійшов до висновку, що всі характеристики відповідають державним нормам.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У результаті виконання дипломного проекту було розраховано, спроектовано та удосконалено пристрій для ультразвукового вигладжування. Було проведено розрахунки та зроблено креслення.

2. Було проведено аналіз питання, а саме – інструментальне оснащення пристрою та самої ультразвукової зміцнюючої обробки вигладжуванням. Зроблено аналіз форм заточки вигладжувального інструменту.

3. Проаналізовано основні причини виходу інструменту з ладу та базова технологія заточування інструменту.

4. Розроблено спосіб покращення пристрою для ультразвукового вигладжування шляхом зменшення його ваги.

ЛІТЕРАТУРА

1. Костецький Б.І., Колесніченко Н.Ф. Якість поверхні та тертя в машинах. "Техніка", 1969, 216 с.
2. Папшев Д.Д. Оздоблювально-зміцнююча обробка поверхнево – пластичним деформуванням. - М.: Машинобудування, 1978.-152с.
3. Одинцов, Л.Г. Фінішна обробка деталей алмазним вигладжуванням та вібровигладжуванням / Л.Г. Одінців. М.: "Машинобудування", 1981. - 160 с.(202)
4. Торбіло, В.М. Алмазне вигладжування/В.М. Торбило. - М.: "Машинобудування", 1972. -104 с. (206)
5. Торбіло, В.М. Геометрія області контакту сферичного індентора, що рухається, при алмазному вигладжуванні / В.М. Торбило // Машинознавство. - 1981. - № 4. - С. 111. - 117.
6. www.valmaz.ru
7. www.tomaltools.ru
8. Анурьев В.І. Довідник конструктора-машинобудівника. В 3 т. Т.3.-8-е видання, перероб. і доп. ред.. І.Н. Жестковой, 2001- 864 с.
9. <https://www.ecoroll.de/ecoroll.html>
10. Марков, А.І. Ультразвукова обробка матеріалів. - М: Машинобудування, 1975. 237 с.
11. Агранат Б.А. [та ін] Основи фізики та техніки ультразвуку. - М.:Вища школа, 1987. - 352 с.
12. Про механізм зміцнення при поверхневому пластичному деформуванні/М.А. Балтер, Л.Я. Гольдштейн, А.А. Чернякова [та ін.] // Фізика металів та металознавство. - 1969. - Т. 28. - № 5. - С. 926-930.
13. Балтер М.А. Зміцнення деталей машин. - 2-ге вид., перероб. та дод. Машинобудування, 1978. - 184 с.

14. Марков, А.І. Ультразвукове алмазне вигладжування деталей та ріжучого інструменту / О.І. Марков, І.Д. Устинів. - М.: Машинобудування, 1979. -54 с.
15. Нерубай, М.С. Фізико-технологічні особливості застосування ультразвуку при механічній обробці, зміцненні та складання / М.С.
16. Ультразвук. Маленька енциклопедія: гол. ред. І.П. Голямін – М.:
- 17.«Радянська енциклопедія. 1979 – 400 с.
18. Кисельов, Є.С. Інтенсифікація процесів механічної обробки раціональним використанням енергії ультразвукового поля / Є.С. Кисельов - Ульяновськ: УлГТУ, 2003. - 186 с.
19. Кисельов, Є.С. Використання ультразвуку для обробки заготовок шліфуванням та вигладжуванням / О.С. Кисельов, В.М. Ковальногов, З.В.
20. Степчева // Зміцнюючі технології та покриття. - 2007-№8. - С. 43-53.
21. Селіванов А.С. Підвищення ефективності ультразвукового вигладжування на верстатах із ЧПУ на основі управління дислокаційно-енергетичним станом поверхневого шару. Дис. канд. техн. наук. -Ульяновськ, 2011. - 174 с.
22. Малишев В.І., Левашкін Д.Г., Селіванов А.С. Автоматизація гібридних та комбінованих технологій на основі модернізації верстатного обладнання та вибору кінематичних зв'язків // Вектор науки ТГУ. - Тольятті: ТГУ, 2010. - № 3 (13). - С. 70-74.
23. Малишев В.І., Селіванов А.С. Автоматизована система управління процесом ультразвукового вигладжування на верстаті з ЧПК // Вектор Науки ТГУ. - Тольятті: ТГУ, 2011. - № 1 (). - С. - .
- 24.Патент РФ № 2385213 «Спосіб оздоблювально-зміцнювальної обробки вигладжуванням зовнішніх циліндричних поверхонь», А.С. Селіванів, В.І. Малишев, Левашкін, Д.Г. Керівництво оператора системи ЧПК "ІНТЕГРАЛ".
- 25.Навчальний посібник для роботи з токарною групою верстатів./ Левашкін, Д.Г., Малишев, В.І, Селіванов А.С.: - Тольятті, ТГУ, 2009 р., 53 с.

26. Левашкін, Д.Г. Основи програмування у системі ЧПУ «ІНТЕГРАЛ».
27. Навчальний посібник з роботи з токарною групою верстатів. Д.Г., Малишев, В.І, Селіванов А.С.: - Тольятті, ТГУ, 2009 р., 85 с.
28. Стратієвський І.Х., Юр'єв В.Г., Зубарєв Ю.М. Абразивне оброблення: довідник. М: Машинобудування, 2010. 352 с.
29. <https://www.nortonabrasives.com/en-gb/norton-winter>
30. Dr. Mike Hitchiner Why grinding is often the solution for difficult-to-machine applications //Grinding Journal, Summer 2010, p 19. - 23.
31. Malkin S., Guo, C, Grinding Technology: Theory and Applications of
32. Machining with Abrasives, Second Edition. Industrial Press, New York, 2008. - p.372.
33. Малишев, В.І. Технологія виготовлення різального інструменту /В.І. Малишев/Тольятті: ТГУ, 2013 – 368 с.
34. Маслов Є.М. Теорія шліфування. - М.; Машинобудування, 1978 – 320 с.
- <https://isopromat.ru/dm/lekcii-po-detalyam-mashin/raschet-zaklepocnyh-soedinenij>