

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний інститут Машинобудівний факультет
(повне найменування інституту, факультету)

МЕТАЛОРИЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерського проекту (роботи)

МАГІСТР

(ступінь вищої освіти)

на тему Аналіз та розробка ефективної
конструкції циліндричної розгортки для
обробки ступінчастого отвору

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи М-218м

Спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

МЕТАЛОРИЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА СИСТЕМИ

Бавія П.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Штанкевич В.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Солоха В.В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Машинобудівний інститут. Машинобудівний факультет
Кафедра МЕТАЛОРИЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ
Ступінь вищої освіти МАГІСТР
Спеціальність 133 Галузеве машинобудування
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) МЕТАЛОРИЗАЛЬНІ ВЕРСТАТИ ТА СИСТЕМИ
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри М.В.Тс
М.В.Тс
« 05 » 12 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Бабія Павла Сергійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ
КОНСТРУКЦІЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ РОЗГОРТКИ ДЛЯ ОБРОБКИ
СТУПІНЧАСТОГО ОТВОРУ

керівник проекту (роботи) Штанкевич В.С., старш. викл.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 29 » ЖОВТНЯ 20 19 року № 344

2. Строк подання студентом проекту (роботи) ГРУДЕНЬ 2019 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Необхідність розробки ефекти-
вної конструкції циліндричної розгортки для
обробки ступеневого отвору Ø20H7mm та Ø32H7mm.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.
ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення інструменту «КОМБІНОВАНА РОЗГОРТКА» ФОРМАТ А2
ПЛАКАТ «3D МОДЕЛЬ КОМБІНОВАНА РОЗГОРТКА» ФОРМАТ А3
Креслення «ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС КОМБІНОВАНА РОЗГОРТКА» ФОРМАТ А1

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Штанкевич В.С., старш. викл.	<i>uf</i>	<i>uf</i>
2	Штанкевич В.С., старш. викл.	<i>uf</i>	<i>uf</i>
3	Штанкевич В.С., старш. викл.	<i>uf</i>	<i>uf</i>
4	Шмирко В.І. - доцент, к.т.н.	<i>В.С. 4.10.19</i>	<i>В.С. 6.11.19.</i>
5	Нормоконтроль Комочісін М.С. с.р. викл.	<i>uf</i>	<i>07.12.2019.</i>

7. Дата видачі завдання «30» вересня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Літературний огляд	15.10.19	
2	Конструкторська частина	1.11.19.	
3	Технологічна частина	29.11.19.	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	6.11.19.	

Студент(ка)

uf
(підпис)

Бабій П.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

uf
(підпис)

Штанкевич В.С.
(прізвище та ініціали)

Реферат

ПЗ: 76 сторінок, 10 таблиць, 21 малюнок, 15 джерел.

Завдання дипломного проекту - спроектувати інструмент розгортку для обробки ступеневого отвору. Об'єктом дипломного проекту є розгортка з двома $\varnothing 20H7$ мм і $\varnothing 32H7$ мм. Метою дипломного проекту є розробка конструкції комбінованої розгортки для обробки отвору.

Було проведено літературний огляд, в ході якого проаналізовано процес розгортання отвору, а так само які неточності і похибки з'являються в отворі при обробці інструментом - розгортка.

При проектуванні технологічного процесу обраний зварений пруток як заготовка, ріжучі частини виконані з швидкорізальної сталі Р6М5, а хвостовик з конструкційної вуглецевої сталі 45. Проведено розрахунок всіх параметрів проектного інструменту, розроблений маршрут виготовлення деталі який включає в себе - 21 операцію, розроблена керуюча програма на одну з операцій, створена 3D модель інструменту.

Магістерська робота також включає в себе: креслення деталі, маршрут виготовлення інструменту, плакат 3D моделі інструменту.

Передбачені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Abstract

PP: 76 pages, 10 tables, 21 figures, 15 sources.

The assignment of the diploma project is to design a reamer tool for processing a stepped hole. The object of the thesis project is a reamer with two $\text{Ø}20\text{H}7$ mm and $\text{Ø}32\text{H}7$ mm. The aim of the thesis project is to develop a design of a combined reamer for machining a hole.

A literature review was conducted, during which the process of developing the hole was analyzed, as well as what inaccuracies and errors appear in the hole when processing with a tool - a scan.

When designing the technological process, a welded bar was selected as a work piece, the cutting parts are made of high-speed steel P6M5, and the shank is made of structural carbon steel 45. All parameters of the designed tool are calculated, a part manufacturing route is developed that includes 21 operations, a control program for one of the operations, a 3D model of the tool was created.

The master's work also includes: drawing of the part, route of manufacturing the tool, a poster of the 3D model of the tool.

Occupational safety and emergency measures are foreseen.

Реферат

ПЗ: 76 страниц, 10 таблиц, 21 рисунок, 15 источников.

Задание дипломного проекта - спроектировать инструмент развертку для обработки ступенчатого отверстия. Объектом дипломного проекта является развертка с $\varnothing 20H7$ мм и $\varnothing 32H7$ мм. Целью дипломного проекта является разработка конструкции комбинированной развертки для обработки отверстия.

Был проведен литературный обзор, в ходе которого проанализирован процесс развертывания отверстия, а так же какие неточности и погрешности которые появляются в отверстии при обработке инструментом – развертка.

При проектировании технологического процесса выбран сварной пруток в качестве заготовки, режущие части выполнены из быстрорежущей стали Р6М5, а хвостовик из конструкционной углеродистой стали 45. Проведен расчет всех параметров проектируемого инструмента, разработан маршрут изготовления детали который включает в себя – 21 операцию, разработана управляющая программа на одну из операций, создана 3D модель инструмента.

Магистерская работа также включает в себя: чертеж детали, маршрут изготовления инструмента, плакат 3D модели инструмента.

Предусмотрены мероприятия по охране труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	9
1.1 Призначення і застосування.....	9
2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	22
2.1 Розрахунок проєктованого інструменту	22
2.2.1 Визначення геометричних параметрів ріжучої частини	23
2.2.2 Визначення розмірів поперечного перерізу	25
2.2.3 Вибір конуса Морзе	31
2.2.4 Вибір центруючих отворів	31
2.3 Вибір інструментального матеріалу. Хімічний склад і властивості матеріалу	32
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
3.1 Вибір методу отримання заготовки.....	36
3.2 Аналіз конструкції інструменту на технологічність	40
3.3 Маршрут виготовлення проєктованого інструменту	44
3.4 Розробка керуючої програми	46
3.5 Створення 3D моделі	50
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	51
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	51
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	53
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	55
4.4 Заходи пожежної безпеки.....	64
4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях	67
Висновок	72

ВСТУП

На теперішній час одна з головних галузей світової промисловості є машинобудування. Ця галузь є основою економіки будь-якої країни і грає вирішальну роль в створенні і оновленні її матеріально-технічної бази. Їй належить одна з головних ролей в прискоренні науково-технічного прогресу, який спрямований на впровадження прогресивних форм організації виробництва, безперервний розвиток і вдосконалення засобів виробництва, створення принципово нових машин та технологічних процесів.

Машинобудування займає перше місце серед галузей промисловості по вартості світової промислової продукції, приблизно 38%.

Провідна тенденція розвитку машинобудування — зростання обсягів виробництва при поглибленні спеціалізації і кооперації різних машинобудівних галузей і як результат розширення сфер застосування та покращення споживчих властивостей продукції.

На сучасному етапі основними тенденціями розвитку інструмента є: розробка та освоєння виробництва нових марок ріжучих матеріалів; широке застосування зносостійких покриттів; розробка нових і вдосконалення існуючих конструкцій, обладнання, технологій виготовлення інструмента.

Удосконалення конструкцій інструменту йде по шляху ускладнення робочих поверхонь і, в першу чергу, перехідних поверхонь змінних ріжучих пластин. Оптимізація конструкцій ріжучих пластин дозволяє підвищити стабільність і надійність механічної обробки.

В світі є величезний попит на продукцію машинобудування, який постійно зростає. Асортимент машинобудівної продукції налічує декілька мільйонів найменувань і є найширшим з усіх галузей промисловості.

Однією з головних умов розвитку машинобудування є забезпечення його висококваліфікованою робочою силою, як робочих, так і інженерно-технічних спеціальностей; наявність певного рівня виробничої культури, центрів наукових досліджень та розробок.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Призначення і застосування

Тема магістерського проекту «Аналіз та розробка ефективної конструкції циліндричної розгортки для обробки ступінчатого отвору», була поставлена задача, спроектувати комбіновану розгортку для обробки ступеневого отвору Ø20H7 мм та Ø32H7 мм.

Розгортка точний ріжучий інструмент, який використовують для чистової обробки різних форм отворів, надання їм необхідної точності і шорсткості. Застосування розгортки дозволяє отримувати отвори, точність поверхні яких відповідає квалітету в діапазоні 6-9, а шорсткість знаходиться в інтервалі 0,32 - 1,25 мкм (за шкалою Ra). Високої якості оброблюваної поверхні вдається досягти завдяки тому, що такий інструмент, як розгортка, відрізняється досить великою кількістю різальних крайок (4-14), за рахунок чого в процесі виконання обробки знімається невеликий припуск. Обробка за допомогою ручної або механічної розгортки по металу здійснюється не тільки за рахунок її обертання, але і за допомогою її подачі, яку здійснюють у напрямку до осі оброблюваного отвору.

За допомогою розгортання можуть оброблятися не тільки циліндричні, алей конічні отвори. У першому випадку обробку виконують із застосуванням розгортки ручних циліндричних (чи розгортки машинних циліндричних), у другому - за допомогою конічних інструментів.

Інструмент, який використовується для виконання розгортання, може бути ручним або машинним. До найбільш важливих параметрів, на які орієнтуються при виборі розгортки, відносяться тип і калібр їх ріжучої частини, кількість зубів і їх спрямованість, кути різання і нерівномірність кроку розташування зубів, а також профіль канавок і конфігурація затискної частини інструменту.

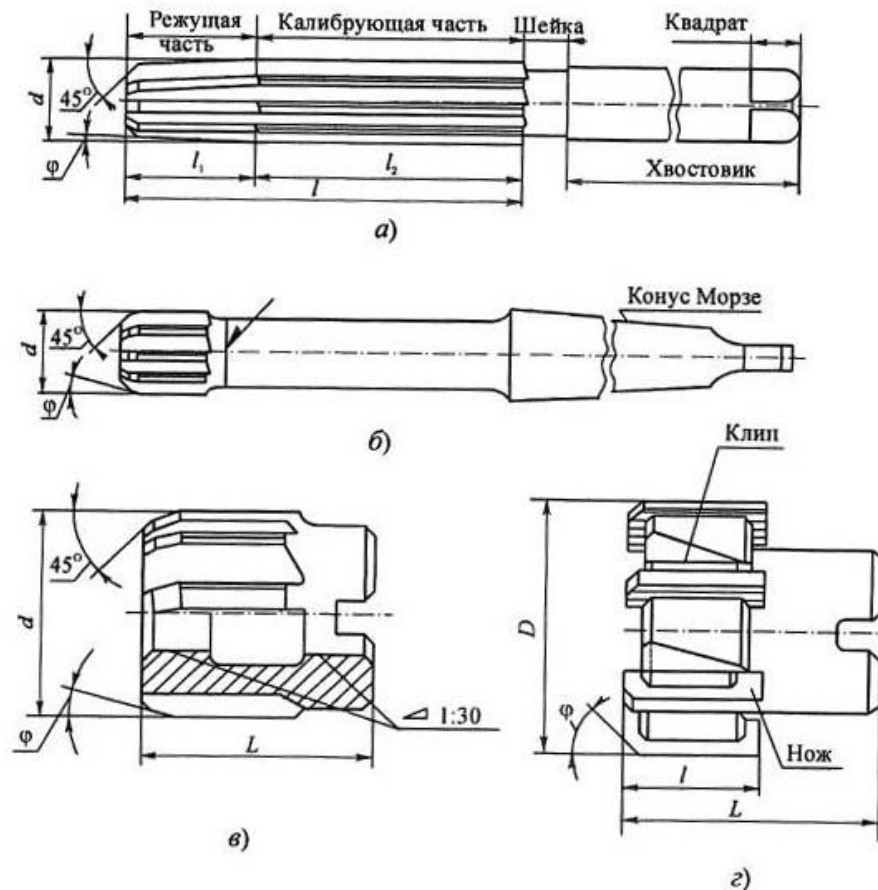
Для виготовлення машиного інструменту, який в процесі обробки відчуває значні механічні навантаження, використовується швидкорізальний

металевий сплав. Кращим за якістю використаного металу вважається машинний інструмент, зроблений ще в радянські часи, але знайти його у вільному продажу сьогодні досить проблематично.

Розгортки класифікують за такими ознаками:

- за виду приводу - ручні та машинні;
- за способом кріплення - хвостові і насадні;
- за видом оброблюваного отвору - циліндричні і конічні;
- за видом ріжучого матеріалу - швидкорізальні, твердосплавні та алмазні;
- за типом конструкції - цілісні і збірні (зі вставними ножами).

На рисунку 1.1 показані типи розгортки.



а – ручна, б – машинна, в – насадна, г – збірна

Рисунок 1.1 – Типи розгортки

Виготовлення розгорток - досить складний процес, тому що всі конструктивні частини повинні володіти високою точністю. Конструкція розгортки дозволяє проводити обробку циліндричних і конічних отворів.

Практично всі різновиди ріжучих інструментів мають практично однакову конструкцію:

- Робоча частина, яка відповідає за зняття металу. Вона представлена поєднанням декількох різальних крайок. Варто враховувати, що заточка розгорток повинна проводитися з урахуванням всіх особливостей геометрії.

- Хвостовик призначений для фіксації ріжучого інструменту в воротки або патроні. Особливості цього елемента визначають надійність кріплення і область застосування виробу.

- Головна ріжуча кромка, яка і проводить зняття металу. Вона може мати різну форму, при виготовленні застосовують метал з підвищеною точністю;

- Передня і задня поверхня, затиловочні. Саме вони визначають геометричні особливості робочої частини.

- Головний кут в плані ϕ у машинних розгорток при обробці сталі приймають від 12° до 15° , при обробці чавуну $\phi = 3-5^{\circ}$, при обробці глухих отворів $\phi = 45^{\circ}$;

- Калібруюча частина, складається з двох ділянок: циліндричної і ділянки зі зворотною конусністю;

- Стрічка на калібруючій частині калібрує і вигладжує отвір. Зменшення її ширини знижує стійкість розгортки, проте підвищує точність обробки і знижує шорсткість, тому що зменшує тертя;

- Канавки частіше виконують прямими, що спрощує виготовлення і контроль. Напрямок канавок робиться протилежним напрямку обертання щоб уникнути самозатягування і заїдання розгортки;

- Задній кут α виконують невеликий, в межах від 6° до 10° для підвищення стійкості розгортки;

- Передній кут γ в більшості випадків приймається рівний нулю;

До числа комбінованих ріжучих інструментів, відносяться інструменти одного технологічного призначення (ступінчасті свердла, зенкери, розгортки). Комбіновані інструменти дозволяють виконувати кілька переходів обробки за один робочий хід, внаслідок чого маємо економію часу на операцію.

На рисунку 1.2 представлена конструкція розгортки.

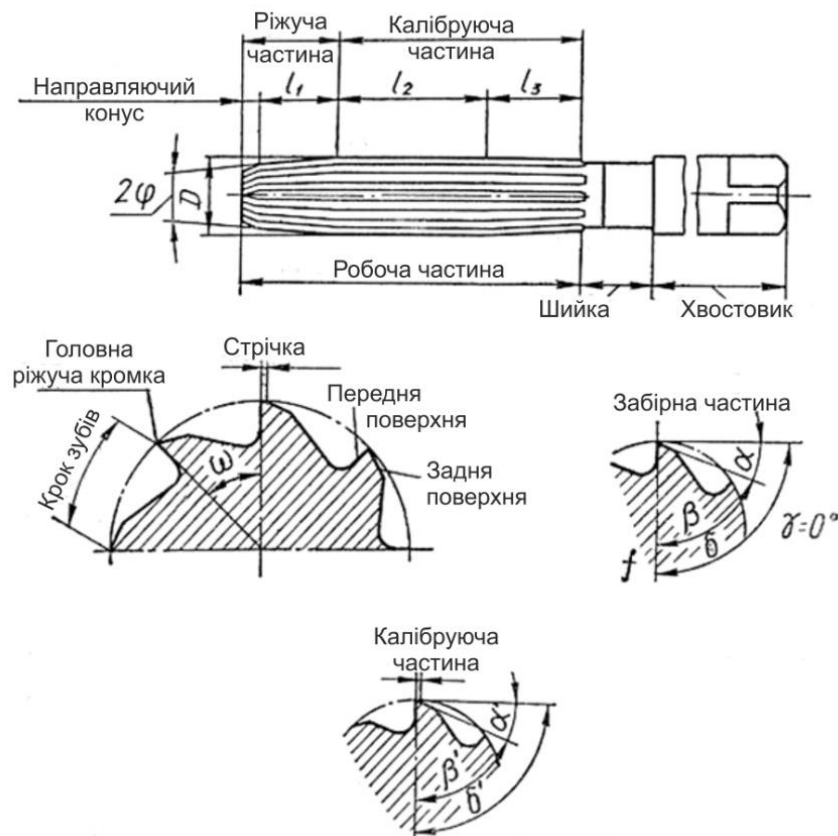


Рисунок 1.2 – Конструкція розгортки

Завдяки великому числу зубів продуктивність при розгортанні досить висока, так як машинний час зменшується за рахунок збільшення числа зубів. Для отримання високої точності отворів розгортки виготовляють з більш жорсткими допусками, ніж зенкери, а отвори під розгортання отримують свердлінням, зенкуванням або розточуванням. Розгортання безпосередньо після свердління використовують тільки при обробці отворів невеликих діаметрів.

Комбінована розгортка забезпечує стабільну чистоту поверхні оброблюваних отворів і значно підвищує продуктивність праці.

Комбінований інструмент, може працювати за двома схемами різання:

1. Паралельна схема, при якій ступені вступають в процес різання одночасно. Переваги є висока продуктивність за рахунок зменшення машинного часу. Недоліком є збільшення складових сил різання, які ведуть до незначного вигину осі інструменту, а, відповідно, збільшують розбивання отвору. При обробці за цією схемою різання, для спрощення виготовлення розгортки, можна використовувати розгортку з рівномірним кутовим кроком. Це пояснюється тим, що сили одному шаблі впливають на роботу другого ступеня.

2. Послідовна схема різання усуває недоліки паралельної, але збільшується сумарний час. Точність обробки за цією схемою різання забезпечується формою поперечного перерізу розгортки, тому його необхідно робити з нерівномірним кроком зубів.

При обробці отворів високої точності розгортками, найбільш часто доводиться стикатися з такими погіршеннями як:

- 1) огранювання отворів;
- 2) розбивання або усадка отворів;
- 3) велика шорсткість обробленої поверхні.

Наявність зазначених похибок обробки значно збільшує відсоток бракованих деталей. З огляду на, що розгортання в більшості випадків є фінішної операцією, вартість браку значно зростає.

Огранка отворів може бути утворена тільки періодичними силами, що діють на зуби осьового інструменту. Періодичність сил може бути викликана вимушеними коливаннями або невірноваженою радіальною силою. Неважко помітити, що невірноважена радіальна сила при утворенні огранки повинна змінюватися по періодичному закону.

На рисунку 1.3 указані причини виникнення огранки.

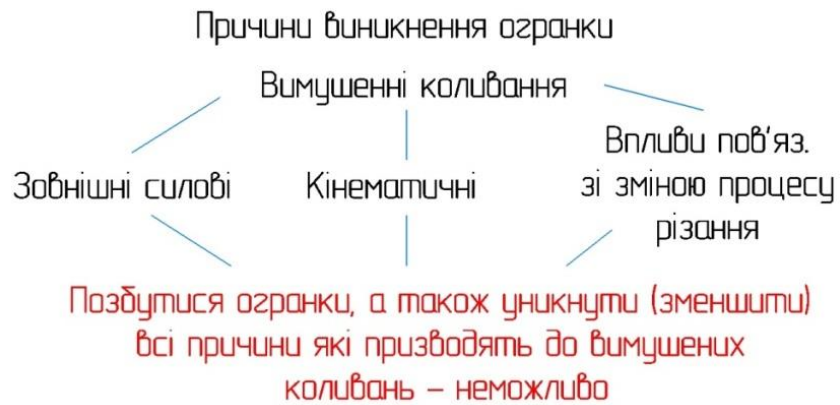


Рисунок 1.3 – Причини виникнення огранки

Після проведення дослідів д-р. техн. наук Малишко І.А. та канд. техн. наук Мірошніченко О.В., було виявлено, що незважаючи на велику кількість факторів випадкового характеру, що визначають точність отворів і шорсткість обробленої поверхні, значний вплив мають такі систематичні фактори, як режими різання, конструктивні елементи і геометричні параметри розгортки.

Огранка отворів утворюється як при жорсткому закріпленні інструменту, так і при плаваючому, коли радіальна жорсткість інструменту близька до нуля, при поясненні механізму виникнення огранки і визначенні шляхів її усунення необхідно виходити з кінематики руху інструменту в коливальному процесі. Коливання, які породжують огранку отворів, можуть бути тільки ті коливання, які змінюють суму проекцій сил різання на координатні осі v і ξ .

Причиною утворення огранки отворів є вимушені коливання або невірноважені радіальні сили. Основною причиною появи невірноваженою радіальної сили є розбіжність геометричних осей заготовки та інструмента і коливання в технологічній системі верстата.

На рисунку 1.4 показана схема радіальних коливань розгортки.

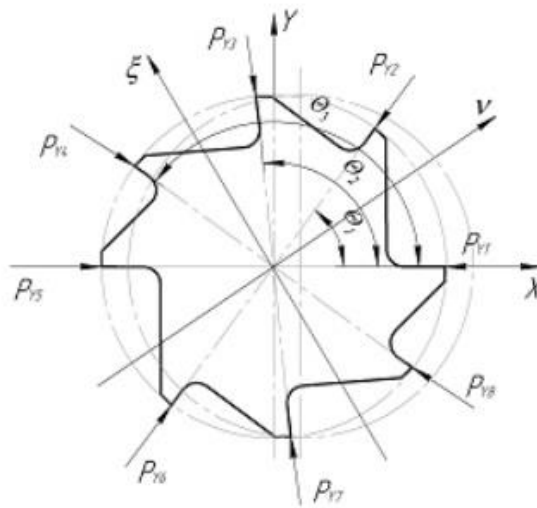


Рисунок 1.4 – Схема радіальних коливань розгортки

Зміна величини огранки отворів відбувається за рахунок різання сліду, залишеного попереднім зубом, допоміжної ріжучої крайкою наступних зубів розгортки. Тому доцільним є визначення товщини зрізу, що припадає на допоміжну ріжучу кромку кожного зуба.

В якості прикладу на рисунку 1.5 ми бачимо як при обробці 6-зубою розгорткою утворюється огранка у отворі.

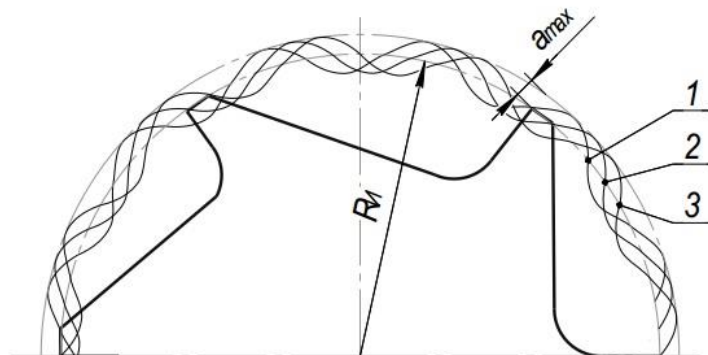


Рисунок 1.5 – Схема виникнення огранки при обробці 6-зубою розгорткою

У промисловості найбільш часто зустрічаються розгортки з числом зубів 6 – 10.

Метою їхнього дослідження є проведення аналізу впливу різниці кутових кроків зубів розгортки на зміну товщини зрізу, що в свою чергу впливає на огранку отвору.

Після ряду проведених ними експериментів були зроблені висновки, основні з яких:

- у розгортках з розподілом зубів, відповідних ДСТУ ГОСТ 7722: 2008, $\Delta\Theta < \Delta\Theta_k$, отже, у стандартного інструменту замість різання відбувається вигладжування обробленої поверхні. Таким чином, стандартний інструмент зменшує величину шорсткості, але не здатний збільшити точність обробки отворів;

- при значеннях відхилень кутового кроку $\Delta\Theta < \Delta\Theta_k$ товщина зрізу буде менше величини пружного післядії, і відповідно буде зменшуватися шорсткість поверхні, так як замість різання буде відбуватися вигладжування обробленої поверхні;

- існує критичне значення відхилень кутового кроку $\Delta\Theta_k$ зубів розгортки, при якому товщина зрізу буде дорівнювати величині пружної післядії;

- при значеннях відхилень кутового кроку зубів розгортки більше критичних товщина зрізу буде перевищувати величину пружного післядії $a_B > H_Y$. В даному випадку буде відбуватися різання сліду, залишеного попереднім зубом, величина огранки буде зменшуватися, а точність обробленого отвору - збільшуватися.

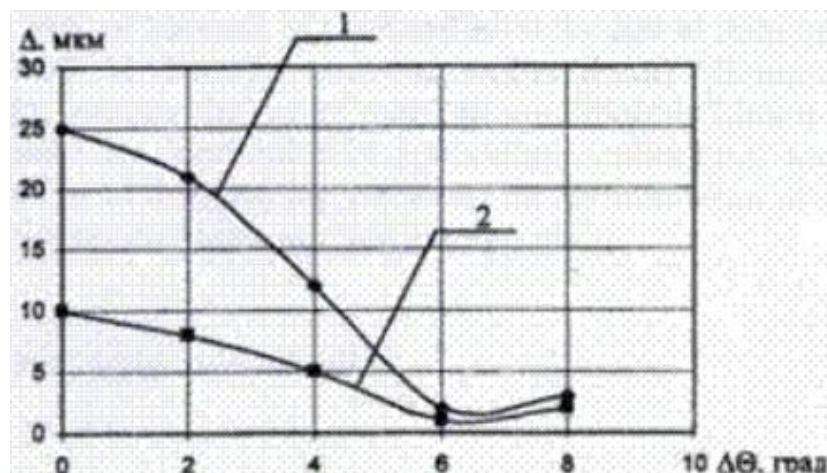
Для зменшення величини огранки застосовують розгортки з нерівномірними кроками зубів. У ряді випадків зменшення огранки відбувається за рахунок застосування кінематики руху зубів та величини їх коливань. Проте огранка залишається.

Як показали попередні дослідження найбільший вплив на величину похибок надає розподіл зубів розгортки.

Також був ще один дослід Малишко І.О. та Кисельова І.В. у якому вони розглядали вплив кутового кроку зубів розгортки на точність обробки.

Було виявлено, що крім кінематики руху зубів, на величину огранки отворів великий вплив мають динамічні процеси, що відбуваються на головній ріжучій крайці зуба розгортки. Наявність цих процесів призводить до того, що для кожного числа зубів розгортки існує мінімально допустима величина різниці кутових кроків, при якій огранка мінімальна. З урахуванням кінематики та динаміки руху зубів мінімальна величина огранки спостерігається при різниці кутових кроків - $5^{\circ} 42'$ - для розгортки з числом пар зубів $Z = 4$ і $10^{\circ} 30'$ - для розгортки з числом пар зубів $Z = 3$.

На рисунку 1.6 ми бачимо, як залежить величина огранки отвору від різниці кутових кроків розгортки.



1 - обробка чавуну СЧ 28-48; 2 - обробка сталі 45

Рисунок 1.6 - Графік залежності величини огранки від різниці кутових кроків розгортки

На рисунку 1.6 видно, що найменша величина огранки забезпечується обробкою розгорткою з різницею кутових кроків - 6° , причому подальше збільшення різниці кутових кроків при обробці сталі не призводить до

зменшення величини огранки, а при обробці чавуну огранювання навіть трохи збільшується.

У іншому досліді Малишко І.О. та Татяанченко О.Г. розглянули сучасний стан та перспективи підвищення точності чистової обробки отворів осьовим інструментом.

На рисунку 1.7 указані одні з основних шляхів підвищення точності чистової обробки отворів.

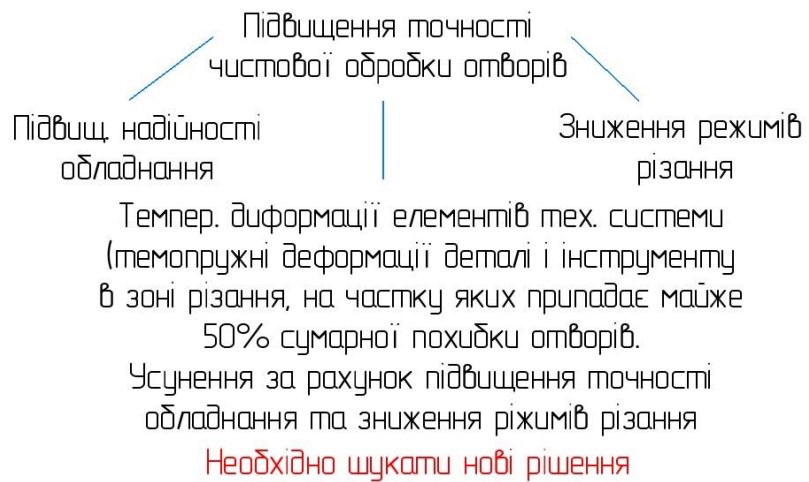


Рисунок 1.7 – Підвищення точності чистових отворів

Для вирішення цієї проблеми авторами були проведені комплексні дослідження робочих процесів в зоні різання при чистовій обробці отворів осьовим інструментом, з метою створення нових способів обробки, що дозволяють забезпечити підвищення точності як поперечного, так і поздовжнього профілю отвору.

Для усунення похибок поперечного перерізу використовують осьовий інструмент з диференційованим розподіленням зубів по колу з чергуванням зростаючих та убуюаючих кутових кроків.

Стандартні значення кутових кроків наведені у таблиці 1.8.

Таблиця 1.1 – Стандартні значення кутових кроків

Z	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅	W ₆	W ₇	W ₈	W ₉	W ₁₀
4	87°55'	92°05'	–	–	–	–	–	–	–	–
5	71°32'	73°51'	70°23'	74°19'	69°56'	–	–	–	–	–
6	58°02'	59°53'	62°05'	–	–	–	–	–	–	–
7	51°04'	52°32'	49°57'	53°04'	50°20'	52°54'	50°09'	–	–	–
8	41°53'	44°05'	46°06'	47°56'	–	–	–	–	–	–
9	39°40'	41°	38°40'	41°20'	39°	40°40'	39°20'	41°40'	38°40'	41°40'
10	33°15'	34°32'	36°	37°38'	38°45'	–	–	–	–	–
11	32°37'	33°33'	31°32'	33°49'	32°11'	33°33'	31°38'	33°49'	31°55'	33°49'
12	27°33'	28°28'	23°34'	30°30'	31°25'	32°30'	–	–	–	–

Мінімальна величина відхилення кутових кроків визначається зі співвідношення:

$$\Delta\theta_{min} \geq 2\pi/z^2 \quad (1.1)$$

А максимальна:

$$\Delta\theta_{max} = \Delta\theta_{min} \left(\frac{z}{2} - 1 \right) \quad (1.2)$$

Значення кутових кроків для непарних зубів однієї половини поперечного перерізу розгортки визначається залежністю:

$$\theta_k = \frac{\pi - \sum_{i=1}^{z/2} i \Delta\theta_{min}}{z/2} + (k+1) \cdot \Delta\theta_{min}/2 \quad (1.3)$$

для парних зубів:

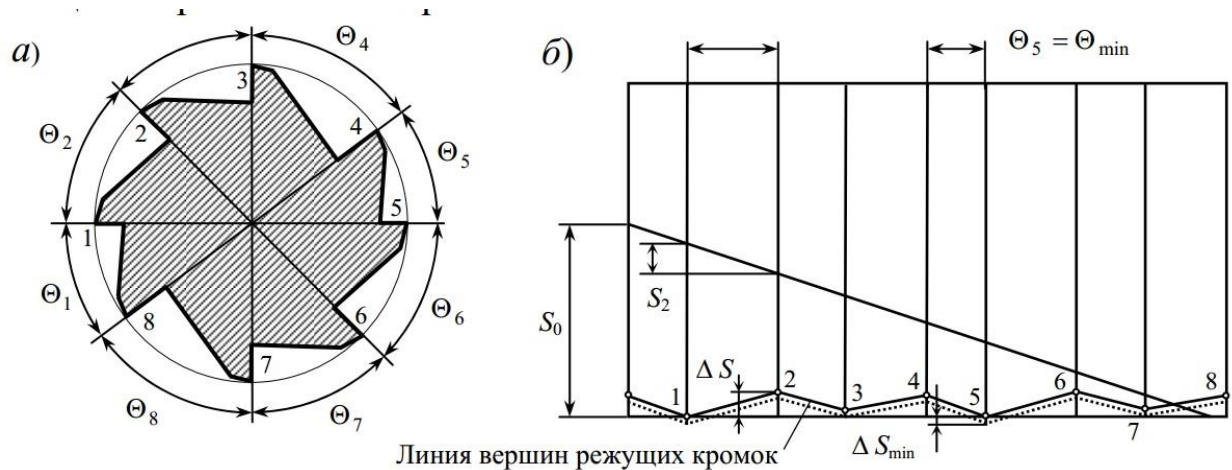
$$\theta_k = \frac{\pi + \sum_{i=1}^{z/2} i \Delta\theta_{min}}{z/2} - k \cdot \Delta\theta_{min}/2 \quad (1.4)$$

де k – порядковий номер зуба

Диференційована розбивка кутових кроків дозволяє усунути огранювання і овальність поперечного перерізу, однак підвищує шорсткість обробленої поверхні за рахунок прогресивної схеми різання, при якій на окремі зуби доводиться різна величина подачі. Наслідком нерівних умов роботи зубів є нерівномірний знос зубів, збільшення шорсткості поверхні і різна температура в зоні різання зубів. Для усунення цих недоліків була

запропонована диференційована заточка зубів осьового інструменту по задній поверхні, згідно з якою кожна i -я пара зубів, розташована в одній діаметральній площині, виконана зміщеною уздовж осі інструменту щодо пари зубів, наступних за мінімальним кутовим кроком.

На рисунку 1.8 показана схема диференційованої заточування розгортки з нерівномірним розподіл зубів.



а) поперечний переріз; б) розгортка бічної поверхні

Рисунок 1.8 - Схема диференційованої заточування розгортки з нерівномірним розподіл зубів:

Оскільки головною причиною спотворення поздовжнього профілю отвори є термопружні деформації інструменту і деталі в зоні різання, основним сучасним технічним рішенням, що дозволяє підвищити якість поздовжнього профілю отвору, є зниження температури в зоні різання за рахунок зменшення тепловиділення при зниженні режимів різання. Тому для підвищення точності поздовжнього профілю при розгортанні була запропонована конструкція двоступеневої розгортки і спосіб обробки, що дозволяє мінімізувати тепловиділення на другий чистової ступені.

Досвідчені випробування такої конструкції двоступеневої розгортки на різних інструментальних і машинобудівних заводах показало, що в

порівнянні з обробкою одноступінчатої розгорткою розбивка отвори зменшується до 3,6 раз, а бочко образність – до 3,9 раз. За рахунок використання зворотного схеми різання при використанні двоступеневої розгортки шорсткість обробленої поверхні зменшилася до 1,8 рази, а за рахунок диференційованої заточки підвищилася стійкість інструменту.

В даному магістерському проекті було запропоновано спроектувати комбіновану машинну розгортку з конічним хвостовиком, яка включає в себе усі переваги попередніх дослідів.

2 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок проектного інструменту

При розрахунку комбінованої розгортки вихідними даними є:

- діаметри ступенів оброблюваного отвору d_1 та d_2 ;
- довжини ступенів оброблюваного отвору l_1 та l_2 ;
- опрацьований матеріал;
- чистота оброблених поверхонь Ra.

Оброблювана деталь складається з двох отворів, перше має діаметр Ø20H7 мм, друге Ø32H7 мм згідно ГОСТ 25347-82.

Отвір Ø20H7 мм:

Максимальний діаметр одержуваного отвору буде дорівнювати:

$$D_{\max \text{ отв}} = 20,021 \text{ мм}$$

Мінімальний діаметр оброблюваного отвору дорівнює:

$$D_{\min \text{ отв}} = 20,018 \text{ мм}$$

Отвір Ø32H7 мм:

Максимальний діаметр одержуваного отвору буде дорівнює:

$$D_{\max \text{ отв}} = 32,025 \text{ мм}$$

Мінімальний діаметр оброблюваного отвору дорівнює:

$$D_{\min \text{ отв}} = 32,021 \text{ мм}$$

Розраховуємо максимальний діаметр розгортки для Ø20 мм:

$$d_{\max} = D_{\max \text{ отв}} - 0,15TD = 20,021 - 0,003 = 20,018 \text{ мм} \quad (2.1)$$

Отже, мінімальний діаметр для Ø20 мм розгортки буде дорівнювати:

$$d_{\min} = d_{\max} - Td = 20,018 - 0,007 = 20,011 \text{ мм} \quad (2.2)$$

Розраховуємо максимальний діаметр розгортки для Ø32H7 мм:

$$d_{max} = D_{max\text{ отв}} - 0,35TD = 32,025 - 0,004 = 32,021\text{ мм}$$

Отже, мінімальний діаметр для Ø32H7 мм розгортки буде дорівнювати:

$$d_{min} = d_{max} - Td = 32,021 - 0,009 = 32,012\text{ мм}$$

На рисунку 2.1 зображена конструкція комбінованої розгортки.

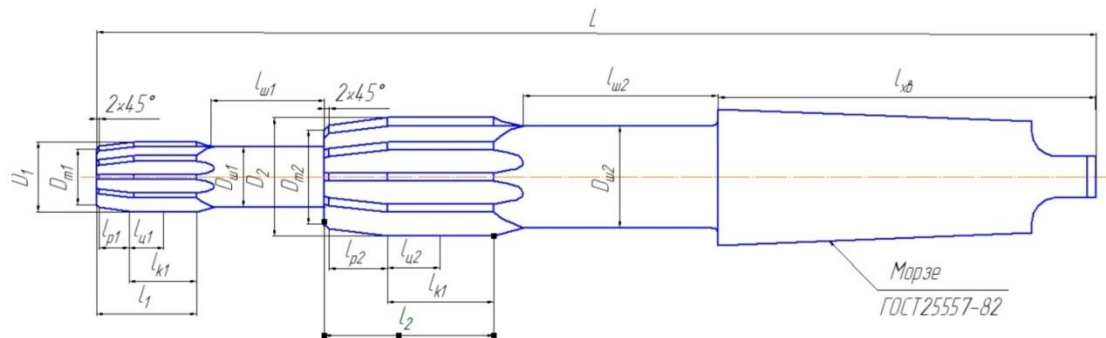


Рисунок 2.1 – Комбінована розгортка

2.1.1 Визначення геометричних параметрів ріжучої частини

Головний кут в плані ϕ .

Величина головного кута в плані ϕ безпосередньо впливає на стійкість розгортки, чистоту оброблюваної поверхні і зусилля, необхідне для розгортання.

Величина кута ϕ вибирається залежно від типу розгортки, марки оброблюваного матеріалу, виду отвори. Для ручних розгортки $\phi = 1 - 6^\circ$.

Для машинних розгортки $\phi = 12 - 15^\circ$ - при обробці сталі; $\phi = 3 - 5^\circ$ - при обробці чавуну; при обробці глухих отворів $\phi = 45^\circ$.

В даному випадку машинна розгортка. Приймаємо $\phi = 15^\circ$ для Ø20 мм, $\phi = 45^\circ$ для Ø32 мм так як отвір є глухим.

У всіх розгортки, що мають головний кут в плані відмінний від 45° , на передньому торці робляться фаски під кутом 45° для полегшення входу розгортки в отвір.

Забірна частина розгортки здійснює основну роботу різання. У місці сполучення забірної частини розгортки і її частини, що калібрує створюється плавний перехід.

Задній кут α .

Величина заднього кута на ріжучої частини вибирається залежно від оброблюваного матеріалу. При обробці вуглецевих і легованих сталей з $\sigma_B = 500$ МПа $\alpha = 6-15^\circ$, при обробці титану $\alpha = 6-10^\circ$, при обробці алюмінієвих сплавів $\alpha = 10-15^\circ$. Для чистових розгортки значення заднього кута зменшується, для чорнових збільшується.

Для більш тривалого збереження виконавчого розміру розгортки задній кут на калібрує приймається невеликим $\alpha = 2-5^\circ$.

Ріжучі кромки на ріжучої частини розгортки заточуються гостро; на ріжучих крайках калібрує залишається стрічка δ шириною від 0,08 до 0,4 мм.

В даному випадку для машинної розгортки приймаємо:

$\alpha = 8^\circ$ для $\varnothing 20$ мм; $\alpha = 10$ для $\varnothing 32$ мм.

Передній кут γ і кут нахилу стружкової канавки ω .

Передній кут в більшості випадків приймається рівним нулю.

$\gamma = 7 - 10^\circ$ виконується тільки у чорнових розгортки при обробці в'язких матеріалів.

На рисунку 2.2 зображено поперечний переріз розгортки.

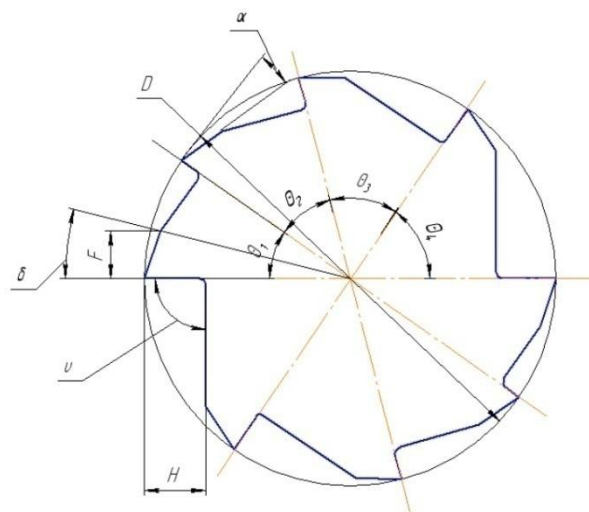


Рисунок 2.2 – Поперечний переріз розгортки

Більшість розгорток мають прямі стружкові канавки з $\omega = 0$. Гвинтові канавки роблять у котельних розгорток, призначених для обробки не суцільних отворів. В цьому випадку для виключення явища самозатягування розгортки, напрямок гвинтовий стружкової канавки має бути протилежним напрямку обертання розгортки. Кут нахилу гвинтових канавок вибирається: для розгортання твердих матеріалів рівним $\omega = 7 - 8^\circ$; для - розгортання в'язких матеріалів рівним $\omega = 14 - 16^\circ$.

Приймаємо $\gamma = 0$; $\omega = 0$.

Кут спинки зуба ν .

Канавки розгорток діаметрів до 20 мм фрезеруються кутовою фрезою з кутом профілю $\nu = 80^\circ$. У розгорток діаметром понад 20 мм канавки утворюються фрезами, профіль яких виконаний по радіусу $R = 25$ мм.

2.1.2 Визначення розмірів поперечного перерізу.

Розгортка є чистовим інструментом, тому до неї пред'являються підвищені вимоги по величині і розташуванню поля допуску на зовнішній діаметр.

При призначенні допусків на розгортку слід мати на увазі наступне:

розгортка, як правлю, розбиває отвір, тому максимальний діаметр розгортки виконується менше найбільшого діаметра отвору;

розгортка повинна допускати якомога більшу кількість переточувань, тобто повинна мати певний запас на знос;

розгортка повинна мати допуск на виготовлення такої величини, щоб отримання її на круглошліфувальних або доводочному верстатах не викликало труднощів;

при зміні розмірів від переточувань в межах запасу на знос розгортка повинна забезпечувати задану точність і шорсткість отвору.

Номінальний діаметр розгортки d приймають рівним номінальному діаметру оброблюваного отвору. Розташування допусків і поле допуску на діаметр повинні враховувати розбивку отвору під час обробки, зменшення

діаметру інструменту при переточуваннях і т.д. У зв'язку з цим поле допуску на зовнішній діаметр розгортки зміщують до верхнього краю поля допуску на оброблюваний отвір. Для збільшення запасу на знос нижнє відхилення діаметру зношеної розгортки вибирають нижче нижнього відхилення діаметра отвору.

Отже приймаємо:

$$d_{\emptyset 20} = 20,018 \text{ мм};$$

$$d_{\emptyset 32} = 32,021 \text{ мм}.$$

Торцевий діаметр розгортки.

Для полегшення входу розгортки в отвір в початковий момент торцевий діаметр розгортки d_m повинен бути менше діаметра попередньо обробленого отвору. Його величина дорівнює:

$$d_m = d - (2,6 \dots 2,8)t, \text{ мм} \quad (2.3)$$

де t - глибина різання

$$d_{m \emptyset 20} = 20,018 - 2,7 * 0,02 = 19,964 \text{ мм}$$

$$d_{m \emptyset 32} = 32,021 - 2,7 * 0,02 = 31,967 \text{ мм}$$

Зворотна конусність.

Для зменшення сил тертя між калібруючої частиною розгортки і обробленим отвором і, отже, для зменшення розбивки отвору і зносу інструменту, діаметр калібруючої розгортки зменшують у напрямку до хвостовика. На кінці калібруючої діаметр її дорівнює:

$$d_i = d - (0,04 \dots 0,08), \text{ мм} \quad (2.4)$$

$$d_{i \emptyset 20} = 20,018 - 0,05 = 20,013 \text{ мм}$$

$$d_{i \emptyset 32} = 32,021 - 0,05 = 31,971 \text{ мм}$$

У машинних розгортках зворотна конусність утворюється після циліндричної ділянки довжиною $l_{ц}$.

Довжина розгортки.

Довжина забірної частини розгортки встановлюється рівною:

$$l_{pi} = \frac{d_i - d_{mi}}{2} \operatorname{ctg} \varphi + m, \text{ мм} \quad (2.5)$$

де $m = 1 \dots 3$ мм (у залежності від діаметру розгортки)

$$l_{p \varnothing 20} = \frac{20,018 - 19,964}{2} \operatorname{ctg} 15^\circ + 3 = 3,1 \text{ мм}$$
$$l_{p \varnothing 32} = \frac{32,021 - 31,967}{2} \operatorname{ctg} 45^\circ + 3 = 3,027 \text{ мм}$$

Довжина робочої частини машинних розгортки:

$$l_i = (0,8 \dots 3) * d_i, \text{ мм} \quad (2.6)$$

$$l_{i \varnothing 20} = 3 * 20 = 60 \text{ мм}$$

$$l_{i \varnothing 32} = 2,4 * 32 = 77 \text{ мм}$$

Довжина циліндричної частини:

$$l_{цi} = (0,25 \dots 0,5) l_{ki} \quad (2.7)$$

$$l_{цi \varnothing 20} = 0,4 * 54,9 = 21,96 \text{ мм}$$

$$l_{цi \varnothing 32} = 0,4 * 71,9 = 29,76 \text{ мм}$$

Довжина робочої частини розгортки:

$$l_i = l_{pi} - l_{ki} - 2, \text{ мм} \quad (2.8)$$

$$l_{i\varnothing 20} = 60 - 3,1 - 2 = 54,9 \text{ мм}$$

$$l_{i\varnothing 32} = 77 - 3,1 - 2 = 71,9 \text{ мм}$$

Довжина перехідної шийки $l_{ш1}$ приймається такою, щоб на момент закінчення роботи другого ступеня калібруюча частина першого ступеня повністю вийшла з отвору.

Число зубів розгортки.

Число зубів розгортки завжди парне. Це пояснюється тим, що в цьому випадку радіальні складові сил різання двох зубів, що лежать на одному діаметрі, взаємно врівноважуються. В результаті запобігається можливість відведення осі розгортки і підвищується точність обробленого отвору. Крім того, парна кількість зубів полегшує контроль діаметра розгорнення.

Число зубів можна орієнтовно визначити за формулою:

$$z = 1,5\sqrt{D} + (2 \dots 4) \quad (2.9)$$

$$z_{\varnothing 20} = 1,5\sqrt{20} + 2 \approx 8,4 = 8$$

$$z_{\varnothing 32} = 1,5\sqrt{32} + 2 \approx 10,42 = 10$$

Велика величина z приймається для розгорток підвищеної точності.

Для зменшення величини огранки отвору розгортки роблять нерівномірним кутовим кроком. Величина кутового кроку змінюється в межах 180° так, щоб на одному діаметрі обов'язково знаходилося два зуба. Різниця між сусідніми кутовими кроками визначається залежністю:

$$\Delta \theta = \frac{360^\circ}{z^2} \quad (2.10)$$

$$\Delta \theta_{\varnothing 20} = \frac{360^\circ}{8^2} = 5,625$$

$$\Delta \theta_{\varnothing 32} = \frac{360^\circ}{10^2} = 3,6$$

Значення кутових кроків для непарних зубів однієї половини поперечного перерізу розгортки визначається залежністю:

$$\theta_k = \frac{\pi - \sum_{i=1}^{z/2} i \Delta\theta_{min}}{z/2} + (k + 1) \cdot \Delta\theta_{min}/2 \quad (2.11)$$

для парних зубів:

$$\theta_k = \frac{\pi + \sum_{i=1}^{z/2} i \Delta\theta_{min}}{z/2} - k \cdot \Delta\theta_{min}/2 \quad (2.12)$$

де k – порядковий номер зуба

Розраховуємо θ_{ki} для $\varnothing 20$ мм:

$$\theta_{k1} = \frac{180^\circ - 33,75}{8/2} + (1 + 1) \cdot \frac{5,625}{2} = 42,19^\circ = 42^\circ 11' 24''$$

$$\theta_{k2} = \frac{180^\circ + 33,75}{8/2} - 2 \cdot \frac{5,625}{2} = 47,81^\circ = 47^\circ 48' 36''$$

$$\theta_{k3} = \frac{180^\circ - 33,75}{8/2} + (3 - 1) \cdot \frac{5,625}{2} = 47,81^\circ = 47^\circ 48' 36''$$

$$\theta_{k4} = \frac{180^\circ - 33,75}{8/2} - 4 \cdot \frac{5,625}{2} = 42,19^\circ = 42^\circ 11' 24''$$

Розраховуємо θ_{ki} для $\varnothing 32$ мм:

$$\theta_{k1} = \frac{180^\circ - 36}{10/2} + (1 + 1) \cdot \frac{3,6}{2} = 32,4^\circ = 32^\circ 24' 0''$$

$$\theta_{k2} = \frac{180^\circ - 36}{10/2} - 2 \cdot \frac{3,6}{2} = 37,2^\circ = 37^\circ 12' 0''$$

$$\theta_{k3} = \frac{180^\circ - 36}{10/2} + (3 + 1) \cdot \frac{3,6}{2} = 36^\circ = 36^\circ 0' 0''$$

$$\theta_{k4} = \frac{180^\circ - 36}{10/2} - 4 \cdot \frac{3,6}{2} = 36^\circ = 36^\circ 0' 0''$$

$$\theta_{k5} = \frac{180^\circ - 36}{10/2} + (5 + 1) \cdot \frac{3,6}{2} = 38,4^\circ = 38^\circ 24' 0''$$

Глибина стружкової канавки.

У розгортку зі змінним кутовим кроком глибину стружкової канавки роблять також змінної, що дозволяє використовувати для всіх канавок одну і ту ж фрезу з постійним профілем. Глибину канавок можна визначити з формули:

$$H_K = \frac{d}{2} \left(1 - \frac{\sin(\delta + \nu + \theta_i)}{\sin \nu} \right), \text{ мм} \quad (2,13)$$

де $\delta = \frac{180^\circ}{\pi D} F$ – кут, відповідний ширині спинці зуба, град;

F – ширина спинки зуба (див. табл.1), мм;

$\nu = 80^\circ$ – кут профілю фрези, град.

У Таблиці 2.1 представлені значення ширини спинки зуба F.

Таблиця 2.1 - Значення ширини спинки зуба, мм

Діаметр, мм	Число зубів z	Ширина спинки F				
		z1	z2	z3	z4	z5
до 10	6	0,8	1	1,2	-	-
11-17	8	0,8	1,1	0,9	1	-
18-24		1,0	1.3	1,1	1,2	
25-28		1,2	1.6	1,3	1,4	
св.30	10	1,3	1,7	1,5	1,4	1,6

Розрахунок глибини стружкових канавок для Ø20 мм:

$$H_{K1} = \frac{20}{2} \left(1 - \frac{\sin(2,87 + 80 + 42,19)}{\sin 80} \right) = 1,69 \text{ мм}$$

$$H_{K2} = \frac{20}{2} \left(1 - \frac{\sin(3,73 + 80 + 47,81)}{\sin 80} \right) = 2,4 \text{ мм}$$

$$H_{K3} = \frac{20}{2} \left(1 - \frac{\sin (3,15 + 80 + 47,81)}{\sin 80} \right) = 2,33 \text{ мм}$$

$$H_{K4} = \frac{20}{2} \left(1 - \frac{\sin 3,44 + 80 + 42,19}{\sin 80} \right) = 1,75 \text{ мм}$$

Розрахунок глибини стружкових канавок для Ø32 мм:

$$H_{K1} = \frac{32}{2} \left(1 - \frac{\sin (2,33 + 80 + 32,4)}{\sin 80} \right) = 1,24 \text{ мм}$$

$$H_{K2} = \frac{32}{2} \left(1 - \frac{\sin (3,05 + 80 + 37,2)}{\sin 80} \right) = 1,96 \text{ мм}$$

$$H_{K3} = \frac{32}{2} \left(1 - \frac{\sin (2,69 + 80 + 36)}{\sin 80} \right) = 1,75 \text{ мм}$$

$$H_{K4} = \frac{32}{2} \left(1 - \frac{\sin (2,51 + 80 + 36)}{\sin 80} \right) = 1,72 \text{ мм}$$

$$H_{K5} = \frac{32}{2} \left(1 - \frac{\sin (2,87 + 80 + 38,4)}{\sin 80} \right) = 2,11 \text{ мм}$$

2.1.3 Вибір конуса Морзе

При проектуванні інструментів розміри хвостовиків вибираються з ряду їх стандартних значень. Згідно ГОСТ 25557-82 приймаємо конус Морзе №1 з середнім діаметром Ø 31,6 мм і довжиною 102,5 мм.

На рисунку 2.3 представлений вид Конуса Морзе.

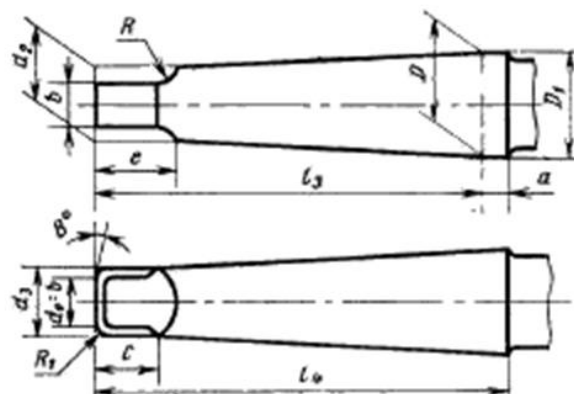


Рисунок 2.3 – Конус Морзе

2.1.4 Вибір центруючих отворів

Вибір розмірів центруючих отворів згідно ГОСТ 14034-74. Згідно ГОСТ приймаємо $d_2 = 10$ мм, $l_2 = 4,03$ мм.

На рисунку 2.4 представлено вид центрального отвору, тип В.

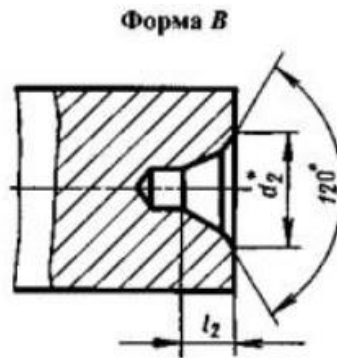


Рисунок 2.4 – Отвори центруючі. Тип В

2.3 Вибір інструментального матеріалу. Хімічний склад і властивості матеріалу.

Ефективність ріжучого інструменту, що визначається його працездатністю при максимально можливої стійкості, залежить головним чином від матеріалу робочої частини.

Інструментальні матеріали відіграють вирішальну роль в підвищенні ріжучих властивостей інструменту і продуктивності праці, у формуванні точних параметрів і якісних характеристик оброблюваних деталей. Для отримання інструментів з високими ріжучими властивостями інструментальні матеріали повинні відповідати таким основним вимогам:

- мати високу теплостійкість і зносостійкість;
- бути високо твердими і міцними;
- мати можливість оброблятися в холодному і нагрітому стані;
- мати достатню теплопровідність, малою чутливістю до циклічних коливань температури;
- бути економічними.

Застосування того чи іншого інструментального матеріалу в конкретних виробничих умовах обумовлюється службовим призначенням верстата і ріжучого інструменту, необхідної ефективністю процесу обробки, необхідною якістю і точністю оброблюваних поверхонь, матеріалом і видом заготовок.

Матеріал оброблюваної деталі - легована сталь 9ХС.

Розгортка є зварений. Ріжучі частини виконані з швидкорізальної сталі Р6М5, хвостовик з конструкційної вуглецевої сталі 45.

Сталь Р6М5 є швидкорізальною і відноситься до одного з видів інструментальної сталі. Вона володіє високим запасом міцності, який дозволяє їй обробляти тверді матеріали. Швидкість роботи шліфувальних, свердлильних приладів, де її застосовують, при цьому перевершує в рази швидкість, яку дає звичайний сплав.

Вона володіє унікальними властивостями, які дозволяють виготовляти такі інструменти, як фрези, мітчики або розгортки. Виготовлені з цього сплаву, вони будуть служити власнику вірою і правдою дуже довго.

До характеристик стали марки Р6М5 відносяться:

- твердість сталі марки Р6М5 при нагріванні. Ця швидкоріжуча сталь здатна нагріватися до 6000 ° С, зберігаючи свої початкові властивості і не втрачаючи фортеці;
- підвищений опір накаливанню при досить високих температурах;
- дуже добре тримає заточення;
- має високу в'язкість;
- відмінно обробляється на шліфувальному обладнанні;
- тримає навантаження від удару на відмінно.

Хімічний склад швидкорізальної сталі Р6М5 представлений в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Хімічний склад в% матеріалу Р6М5 ГОСТ 19265-73

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	V	Co	Cu
0,82 - 0,9	0,2 - 0,5	0,2 - 0,5	до 0,6	до 0,025	до 0,03	3,8 - 4,4	4,8 - 5,3	5,5 - 6,5	1,7 - 2,1	до 0,5	до 0,25

Температура критичних точок матеріалу Р6М5:

$$Ac_1 = 815^{\circ}C \quad Ar_1 = 730^{\circ}C$$

Твердість Р6М5 після відпалу становить $HB \ 10^{-1} = 255 \text{ МПа}$

З метою економії хвостовик виготовляється з конструкційної вуглецевої сталі 40 ГОСТ 1050-88.

Хімічний склад конструкційної вуглецевої сталі 45 представлений в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Хімічний склад у % стали 45

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
0,42 - 0,5	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	до 0,25	до 0,035	до 0,035	до 0,25	до 0,25	до 0,08	~ 97

Твердість матеріалу $HB \ 10^{-1} = 170 \text{ МПа}$

Температура критичних точок

Зварюваність матеріалу: обмежено зварювана. Способи зварювання: РДС, АДС під флюсом і газовим захистом, ЕШС. Рекомендується підігрів і подальша термообробка.

Обробка різанням: у гарячекатаному стані при $HB \ 170$ і $\sigma_B = 520 \text{ МПа}$,

$$K_{U \text{ тв.спл}} = 1,2 \text{ и } K_{Uб. ст} = 1,05$$

Фізичні властивості стали 45 наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Фізичні властивості сталі 45

T, град	$E \cdot 10^{-5}$, Мпа	$\alpha \cdot 10^6$ (1/Град)	λ (Вт/(м· град))	P (кг/м ³)	C (Дж/(кг· град))
20	2	-	-	7826	-
100	2,01	11,9	48	7799	473
200	1,93	12,7	47	7769	494
300	1,9	13,4	44	7735	515
400	1,72	14,1	41	7698	536
500	-	14,6	39	7625	583
600	-	14,9	36	7625	578
700	-	15,2	31	7587	611
800	-	-	27	7595	720
900	-	-	26	-	708

В іншому випадку розглядається цілісний інструмент який виготовляється з інструментальної швидкоріжучої сталі Р6М5К5 ГОСТ 19265 – 73. Сталь має підвищену схильність до знеуглецювання, добру в'язкість, підвищений опір зносу, добру шліфуємість.

Хімічний склад інструментальної швидкоріжучої сталі Р6М5К5 представлений в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Хімічний склад у % сталі Р6М5К5

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	W	V	Co	Cu
0.86- 0.94	0.2– 0.5	0.2- 0.5	до 0.6	до 0.03	до 0.03	3.8- 4.3	4.8- 5.3	5.7- 6.7	1.7- 2.1	4.7- 5.2	до 0.25

Твердість матеріалу Р6М5К5 становить $HB\ 10^{-1} = 269\ \text{МПа}$

Температура ковки: початок 1160°C кінець 850°C . Охолодження у колодязях при $750 - 780^{\circ}\text{C}$.

Температура критичних точок матеріалу Р6М5К5:

$$Ac_1 = 840\ Ac_3 (Ac_m) = 875\ Ar_3 (Arc_m) = 805\ Ar_1 = 765$$

Фізичні властивості сталі Р6М5К5 наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Фізичні властивості сталі Р6М5К5

Т, град	$E\ 10^{-5},$ Мпа	$\alpha 10^6 (1/\text{Град})$	$\lambda (\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{град}))$	$P (\text{кг}/\text{м}^3)$	$R\ 10^9$ (Ом · м)
20	2,2	-	-	8200	458
100	-	-	27	-	-
200	-	-	28	-	-
300	-	-	29	-	-
400	-	-	30	-	-
500	-	-	32	-	-
600	-	-	36	-	-
700	-	-	34	-	-
800	-	-	-	-	-
900	-	-	29	-	-

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Вибір методу отримання заготовки

Заготовка - предмет праці, з якого шляхом механічної обробки, зміною розмірів, форми і властивостей отримують деталь відповідно до креслення.

Отримання заготовки – має багато варіантів. Завжди існує кілька конкуруючих методів. Обраний метод отримання заготовки повинен відповідати таким вимогам:

- метод повинен забезпечувати такі властивості заготовки, при яких деталь після обробки буде виконувати всі свої службові функції відповідно до технічних вимог;
- метод повинен бути технічно реалізуємо;
- метод повинен бути економічно доцільний в конкретній виробничій ситуації.

Порівняння різних способів отримання заготовок необхідно для визначення економічно найбільш вигідного методу отримання заготовок.

Ескіз розгортки представлений на рисунку 3.1.

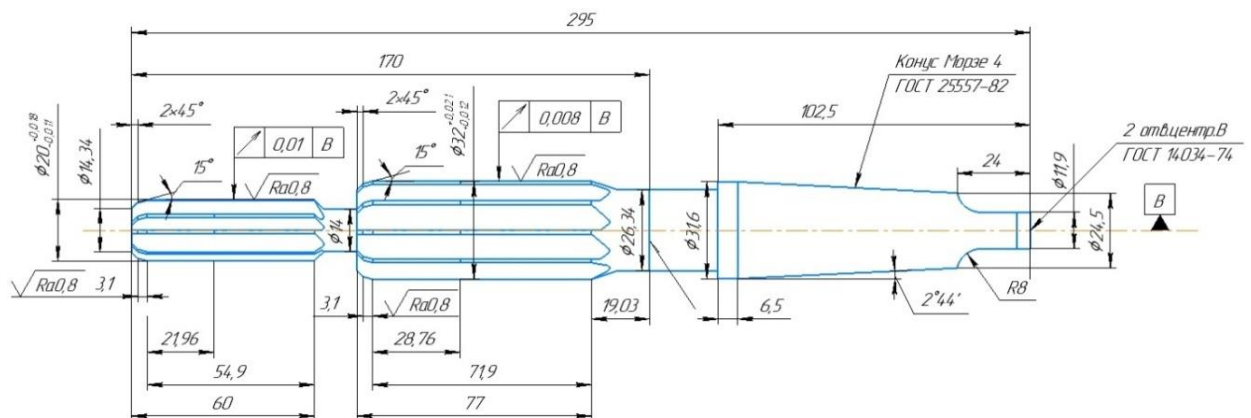


Рисунок 3.1 – Ескіз розгортка

Тепер порівняємо два суміжних методу отримання заготовки:

1. Прокат - зварна заготовка, що ріже частина з швидкорізальної сталі Р6М5, хвостовик з конструкційної вуглецевої сталі 45;

2. Прокат - цілісна заготовка зі швидкорізальної інструментальної сталі P6M5K5.

Для визначення, коефіцієнта використання матеріалу, необхідно знати масу деталі, а так само заготовки.

Масу деталі, а так же заготовок я визначив за допомогою програми SolidWorks, завантаживши в неї 3D модель заготовок, інструменту, вибравши потрібний мені матеріал, і отримав такі результати:

Маса зварної заготовки = 2,24 кг

Маса зварної заготовки представлена на рисунку 3.2.

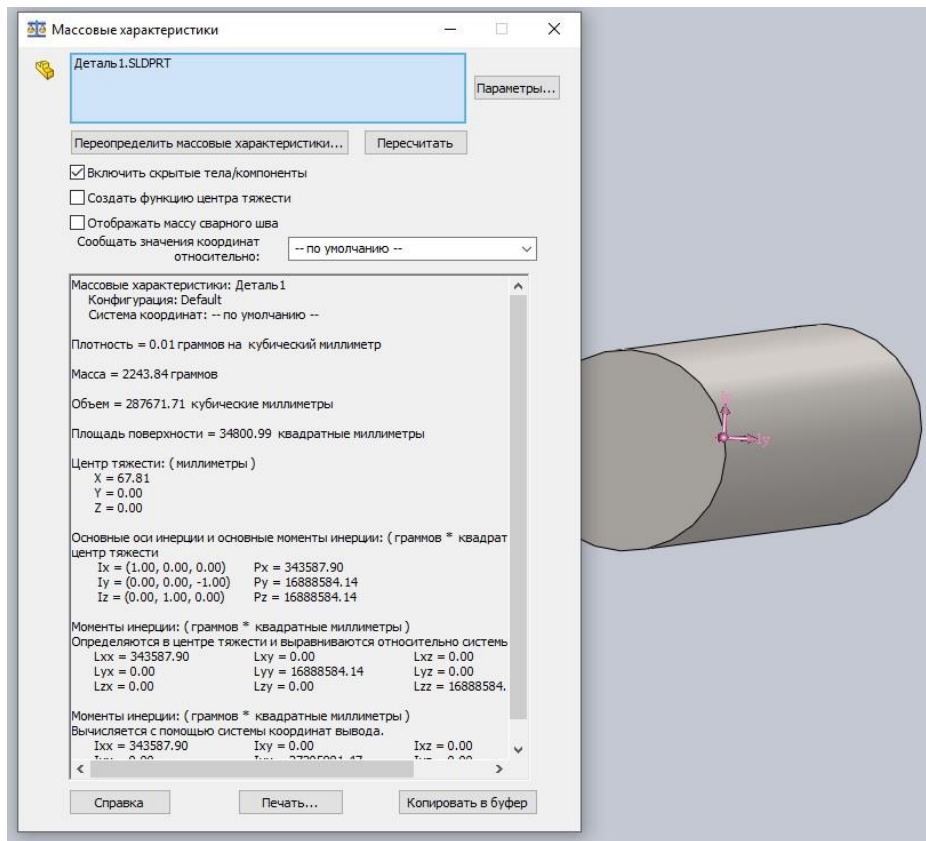


Рисунок 3.2 – Маса зварної заготовки

Маса цільної заготовки = 2,56 кг

Маса цільної заготовки представлена на малюнку 3.3.

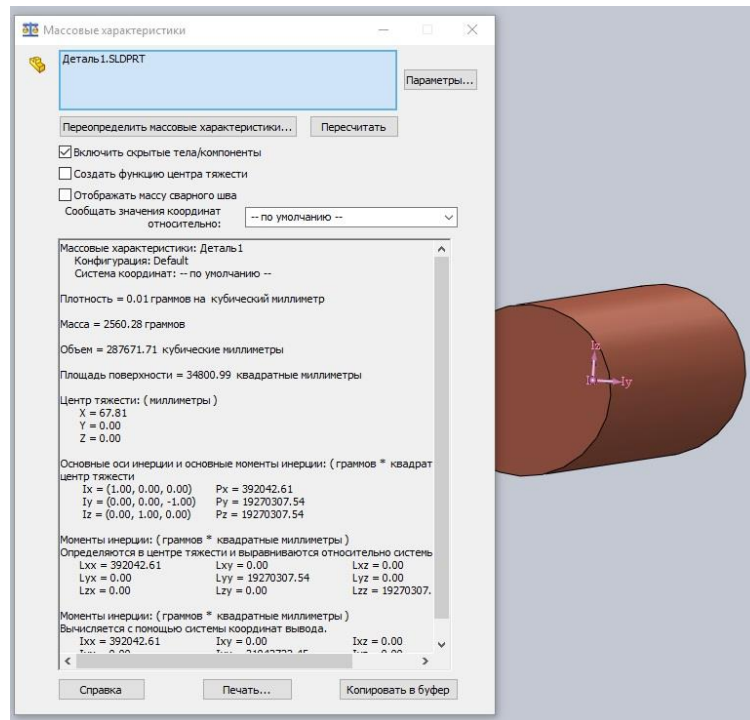


Рисунок 3.3 – Маса цільної заготовки

Маса готового інструменту (зварна заготовка) $Q_d = 1,03$ кг

Маса готового інструменту (зварна заготовка) представлена на рисунку

3.4.

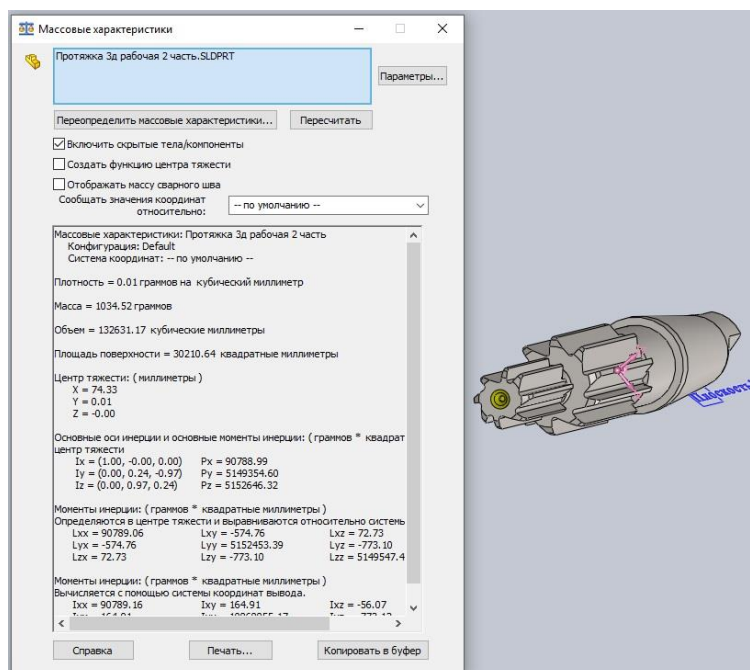


Рисунок 3.4 – Маса готового інструменту (зварна заготовка)

Маса готового інструменту (цільна заготовка) $Q_d = 1,08$ кг

Маса готового інструменту (цільна заготовка) представлена на рисунку 3.5.

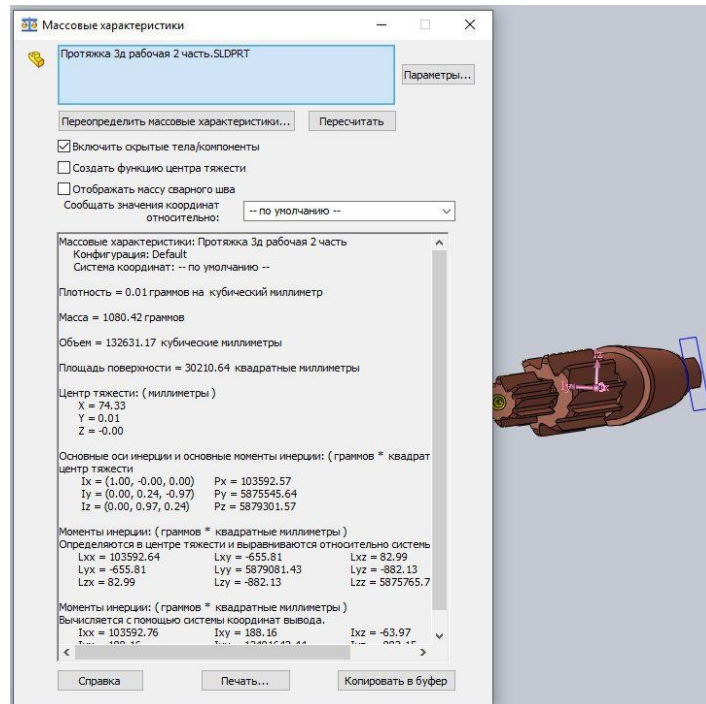


Рисунок 3.5 - Маса готового інструменту (цільна заготовка)

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу за формулою (3.1):

$$\eta = \frac{q}{Q} \quad (3.1)$$

де q - маса деталі, кг;

Q - маса заготовки, кг.

Коефіцієнт використання матеріалу для зварного інструменту:

$$\eta = \frac{1,03}{2,24} = 0,46$$

Коефіцієнт використання матеріалу для цільного інструменту:

$$\eta = \frac{1,08}{2,56} = 0,42$$

Розрахунки показали, що для виготовлення заготовки доцільно приміряти заготовку звареної конструкції.

3.2 Аналіз конструкції інструменту на технологічність

Під технологічністю конструкції виробу розуміють сукупність конструктивних особливостей виробу, яке забезпечує зручність в експлуатації, ремонт і технічне обслуговування при використанні економічних і продуктивних методів обробки. Існує два види оцінки технологічності деталі:

- якісна;
- кількісна.

Якісна оцінка включає до себе оброблення її конструкції з метою максимальної уніфікації елементів (діаметральні розмірів, різь, фасок, канавок, шліцьових з'єднань та інше); правильний вибір і проставляння розмірів, оптимальних допусків і шорсткості поверхонь; дотримання всіх вимог, які пред'являються до заготовок; до технологічності елементів при механічній обробці (доступність обробки, можливість входу і виходу інструменту, наявність надійних поверхонь для кріплення деталі при механічній обробці) та інше.

Кількісна оцінка визначається за коефіцієнтами за формулою:

$$K_{\text{тех}} = \frac{K_{\text{у.э}} + K_{\text{т}} + K_{\text{ш}} + K_{\text{из}}}{4} > (0,6 \dots 1), \quad (3.2)$$

де $K_{\text{у.э}}$ - коефіцієнт уніфікованих елементів;

$K_{\text{т}}$ - коефіцієнт точності;

$K_{\text{ш}}$ - коефіцієнт шорсткості;

$K_{\text{из}}$ - коефіцієнт виготовлення заготовки

Коефіцієнт уніфікації визначається за формулою:

$$K_{\text{у.э}} = \frac{Q_{\text{уэ}}}{Q_{\text{общ}}} \geq 0,6, \quad (3.3)$$

де $K_{\text{у.э}}$ - коефіцієнт уніфікації;

$Q_{\text{у.э.}}$, $Q_{\text{общ.}}$ - відповідно кількість уніфікованих елементів і загальна кількість елементів.

Коефіцієнт точності визначається за формулою:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}} > 0,8, \quad (3.4)$$

де K_m - коефіцієнт точності;

A_{cp} - середній квалітет точності

Середній квалітет точності визначається за формулою:

$$A_{cp} = \frac{15 \cdot n_1 + 14 \cdot n_2 + \dots + 6 \cdot n_i}{\Sigma n}, \quad (3.5)$$

де $n_{1...n}$ - кількість розмірів, які мають відповідний квалітет;

Σn - кількість всіх розмірів;

Коефіцієнт шорсткості визначається за формулою:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} < 0,32 \quad (3.6)$$

де B_{cp} - середній квалітет точності

Середній квалітет шорсткості визначається за формулою:

$$B_{cp} = \frac{K_4 \cdot n_1 + K_5 \cdot n_2 + \dots + K_7 \cdot n_n}{\Sigma n} \quad (3.7)$$

де $K_{4...7}$ - клас шорсткості

Коефіцієнт виготовлення визначається за формулою:

$$K_{из} = \frac{q}{Q} > 0,8 \quad (3.8)$$

де q - маса деталі, кг;

Q - маса заготовки, кг.

Деталь вважається технологічною, якщо загальний рівень технологічності становить $k_{техн} > (0,6...1)$

Показники точності геометричних розмірів і якості поверхонь розгортки наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Параметри деталі

Поверхня	Квалітет точності	Шорсткість	Клас шорсткості	Уніфіковані елементи
$\varnothing 20^{+0,018}_{-0,011}$	6	0,8	8	+
$\varnothing 32^{+0,021}_{+0,012}$	6	0,8	8	+
$\varnothing 26,34$	14	1,6	6	+
$\varnothing 14$	14	1,6	6	+
54,9	6	0,8	8	+
71,9	6	0,8	8	+
19,03	14	1,6	6	+
13,97	14	1,6	6	+

Виконуємо якісну оцінку:

1. Деталь має геометричну форму середньої складності, відноситься до класу «валів»;
2. Деталь має жорстку конструкцію;
3. Деталь нормальної точності;
4. Уніфіковані елементи фаски, які виконані з урахуванням можливості обробки;
5. Деталь можна обробляти звичайним інструментом;
6. Всі поверхні деталі доступні для обробки.

Виконуємо кількісну оцінку технологічності деталі:

Коефіцієнт уніфікації визначаємо за формулою (3.3):

$$K_{yz} = \frac{8}{8} = 1 > 0,6$$

За даним коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт точності визначаємо за формулами (3.4, 3.5):

$$A_{cp} = \frac{14 \cdot 4 + 8 \cdot 4}{8} = 11$$

$$K_T = 1 - \frac{1}{11} = 0,91 > 0,6$$

За даним коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт шорсткості визначається за формулами (3.6, 3.7):

$$B_{cp} = \frac{6 \cdot 4 + 8 \cdot 4}{8} = 7$$

$$K_{ш} = \frac{1}{7} = 0,14 < 0,32$$

За даним коефіцієнту деталь технологічна.

Коефіцієнт виготовлення заготовки визначаємо за формулою (3.8):

$$K_{из} = \frac{q}{Q} = \frac{1,03}{2,24} = 0,46 < 0,8$$

Так як $K_{из} < 0,8$, то деталь за даним показником вважається технологічною.

Загальний рівень технологічності визначаємо за формулою (3.2):

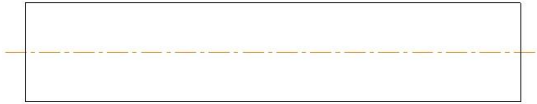
$$K_{tex} = \frac{1 + 0,91 + 0,14 + 0,46}{4} = 0,63 \geq 0,6$$

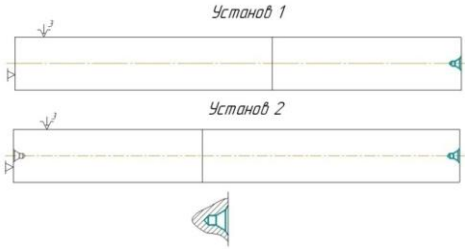
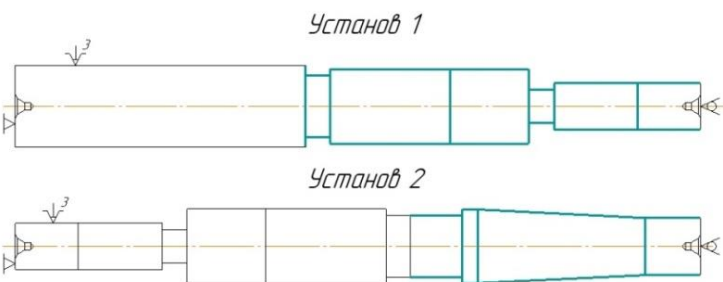
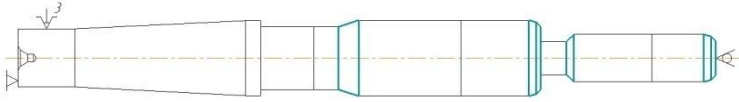
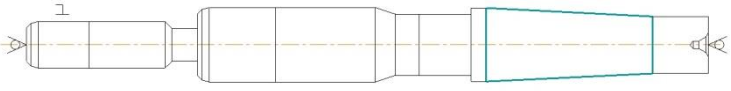
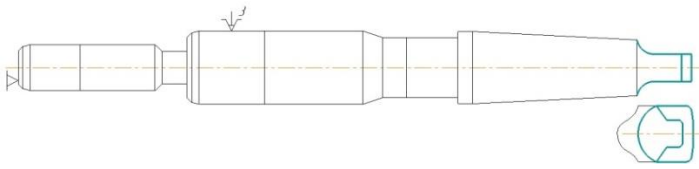
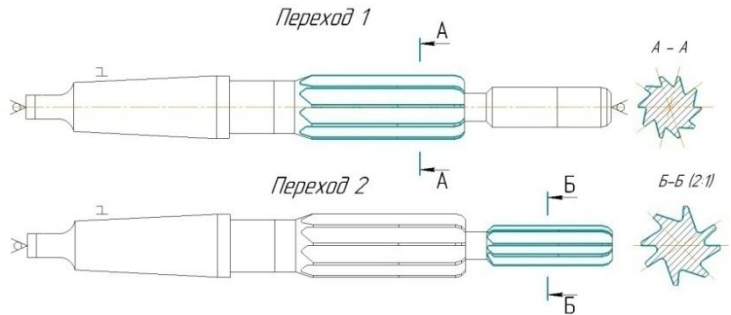
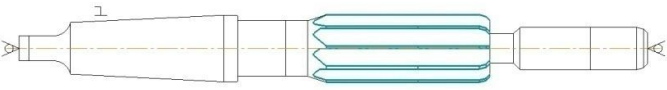
На підставі вище викладених якісної і кількісної оцінки технологічності, конструкції можна зробити висновок, що деталь - технологічна.

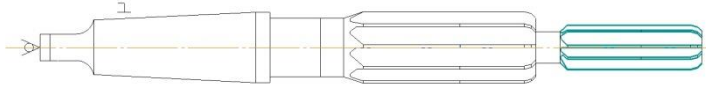
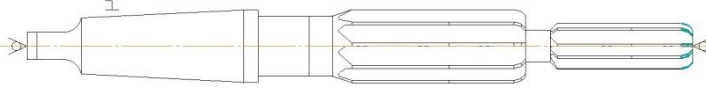
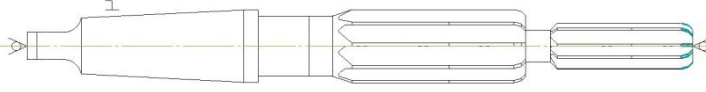
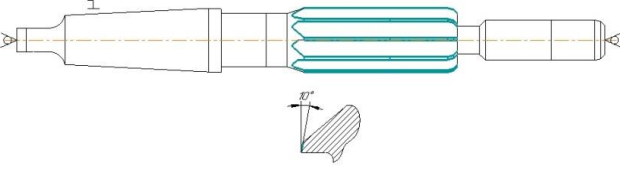
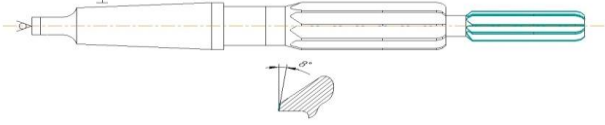
3.2 Маршрут виготовлення проектного інструменту

У таблиці 3.2 представлено маршрут виготовлення інструменту.

Таблиця 3.2 - Маршрут виготовлення інструменту

№ опе р	Назва ТО	Тип, модель верст	Схема
1	2	3	4
005	Заготовка Відрізати матеріал на заг. Р6М5	Прокат 175x35	
010	Заготовка Відрізати матеріал на заг. сталь 45	Прокат 130x35	
015	Токарна Підрізати торець під зварюв з одного боку на заг. Р6М5	Haas ST- 20Y	
020	Токарна Підрізає торець під зварюв з одного боку на заг. сталь 45	Haas ST- 20Y	
025	Зварювання		
030	Відпал		
035	Слюсарна Зачистить кант врівень		
040	Токарна 1.Точити і підрізати торець з одного боку 2.Точити і підрізати торець з другого боку	Haas ST- 20Y	 Установ 1  Установ 2

Продовження таблиці 3.2			
1	2	3	4
045	Токарна 1.Зацентрувати з одного боку 2.Зацентрувати з іншого боку	Haas ST-20Y	
050	Токарна 1.Виточити за кресленням попередньо і остаточно з одного боку 2. Виточити за кресленням попередньо і остаточно з іншого боку	Haas ST-20Y	
055	Токарна Обробити фаски	Haas ST-20Y	
060	Кругло-шліфувальна Шліфувати хвостовик	Palmary GU32-42-60S	
065	Горизонтально-фрезерна Фрезерувати лапку хвостовика	Haas EC-400	
070	Горизонтально-фрезерна Перехід 1 - Фрезерувати зуби на Ø32 Перехід 2 - Фрезерувати зуби на Ø20	Haas EC-400	
075	Плоско-шліфувальна Шліфувати і полірувати канавки на Ø32	NORMAC F600	

Продовження таблиці 3.2			
1	2	3	4
080	Плоско-шліфувальна Шліфувати і полірувати канавки на Ø20	NORMAC F600	
085	Кругло-шліфувальна Шліфувати і полірувати фаски на Ø32	Jainnher JHU-2706CNC	
090	Кругло-шліфувальна Шліфувати і полірувати фаски на Ø20	Jainnher JHU-2706CNC	
095	Заточувальна Заточити задній кут 10° на Ø32	LUREN LHS-3040	
100	Заточувальна Заточити задній кут 8° на Ø20	LUREN LHS-3040	
105	Контрольна		

2.4 Розробка керуючої програми

Для розробки керуючої програми на одну з операцій я скористався, двома програмами, такими як SolidWorks для створення 3D моделі деталі, а так само Feature - CAM для створення коду КП.

Спочатку вибираються параметри заготовки (розміри, матеріал), потім імпортується деталь, створюється Установ для закріплення деталі. Після чого, покроково обробляються задані поверхні з потрібними параметрами і певним інструментом. Режими різання для інструменту я вибрав з каталогу SandvikCoromant, а так же скористався калькулятором на сайті виробника інструменту.

Після того як задані параметри для обробки вибирається постпроцесор для написання КП для даної деталі.

Згенерований код КП зберіг і вніс в записку.

У таблиці 3.3 представлений код КП на операцію 050.

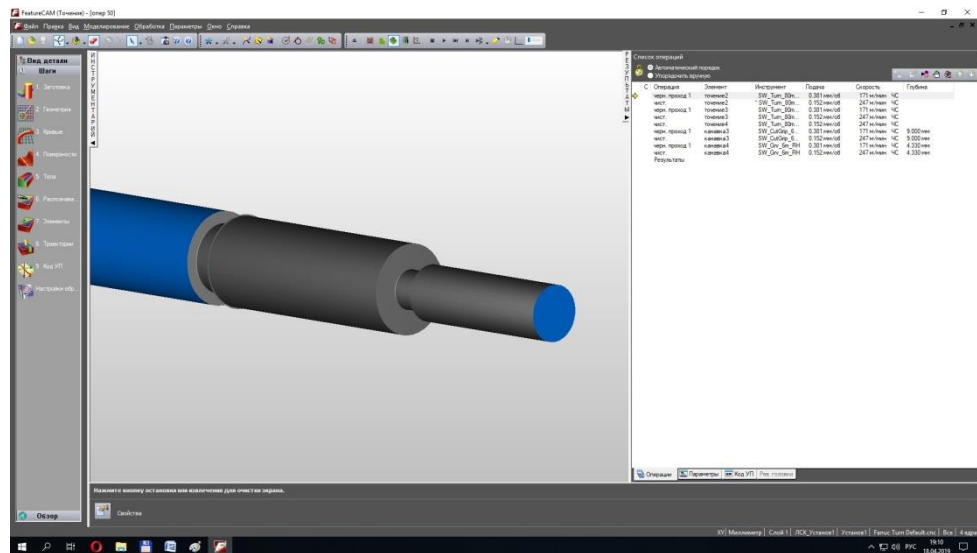
Таблиця 3.3 - Код КП для шпинделя і противошпинделя 050 операції

Код КП для шпинделя	Код КП для противошпинделя
1	2
% (TURN ROUGH ТОЧЕНИЕ2) (T1 = SW_Turn_80m_RH) N25 T101 N30 G1 N35 G50 S4000 N40 G97 S2039 M03 N45 M8 N50 G00 X1.0472 Z0.1181 N55 G96 S559 N60 G01 Z-2.4803 F0.015 N65 X1.2992 N70 X1.3271 Z-2.4664 N75 G00 Z0.1181 N80 G01 X0.7953 N85 Z-2.4803 N90 X1.0472 N95 X1.0751 Z-2.4664 N100 G00 Z0.1181 (TURN FINISH ТОЧЕНИЕ2) N110 G50 S4000 N115 G96 S810 N120 X0.7874 N125 G01 Z-2.4803 F0.006 N130 X0.9544 Z-2.3968 N135 G00 X1.5354 (TURN ROUGH ТОЧЕНИЕ3) N145 G50 S4000 N150 G96 S559 N195 X1.0472 N200 X1.0751 Z-2.8959 N205 G00 Z-2.3622 (TURN FINISH ТОЧЕНИЕ3) N215 G50 S4000 N220 G96 S810 N225 X0.7874 N230 G01 Z-2.9098 F0.006 N235 X0.9544 Z-2.8263 N240 G00 X1.5354 (TURN FINISH ТОЧЕНИЕ4) N250 G50 S4000 N255 G96 S810 N260 Z-2.7917 N265 X1.2598 N270 G01 Z-6.2819 N275 X1.4269 Z-6.1984 N280 G00 X1.5354 N285 M9 N290 G28 U0. N295 G28 W0. (GROOVE: OUTER ROUGH КАНАВКА3) (T2 = SW_CutGrip_6m_RH)	% (TURN ROUGH ТОЧЕНИЕ1) (T1 = SE_BackTurn_80m_RH) N25 T101 N30 G1 N35 G50 S4000 N40 G97 S1684 M03 N45 M8 N50 G00 X1.2677 Z-0.1181 N55 G96 S559 N60 G01 Z4.0783 F0.015 N65 X1.2992 N70 X1.3271 Z4.0644 N75 G00 Z-0.1181 N80 G01 X0.9724 N85 Z0.9867 N90 X1.2676 Z3.8202 N95 G02 X1.2677 Z3.8224 R0.0433 N100 G01 X1.2956 Z3.8085 N105 G00 Z-0.1181 (TURN FINISH ТОЧЕНИЕ1) N115 G50 S4000 N120 G96 S810 N125 X0.9646 N130 G01 Z0.9868 F0.006 N135 X1.2597 Z3.8204 N140 G02 X1.2598 Z3.8224 R0.0394 F0.0018 N145 G01 Z4.0783 F0.006 N150 X1.4826 Z3.967 N155 G00 X1.5354 N160 M9 N165 G28 U0. N170 G28 W0. (GROOVE: OUTER ROUGH КАНАВКА1) (T2 = SE_Grv_6m_RH) N185 T202 N190 G50 S4000 N195 G97 S1391 M03 N200 M8 N205 Z4.2791 N210 G96 S559 N215 G01 X1.0606 F0.015 N220 G00 X1.5354 N225 Z4.4681 N230 G01 X1.0606 N235 G00 X1.5354 N240 Z4.6571 N245 G01 X1.0606 N250 G00 X1.5354 N255 Z4.8461 N260 G01 X1.0606 N265 G00 X1.5354

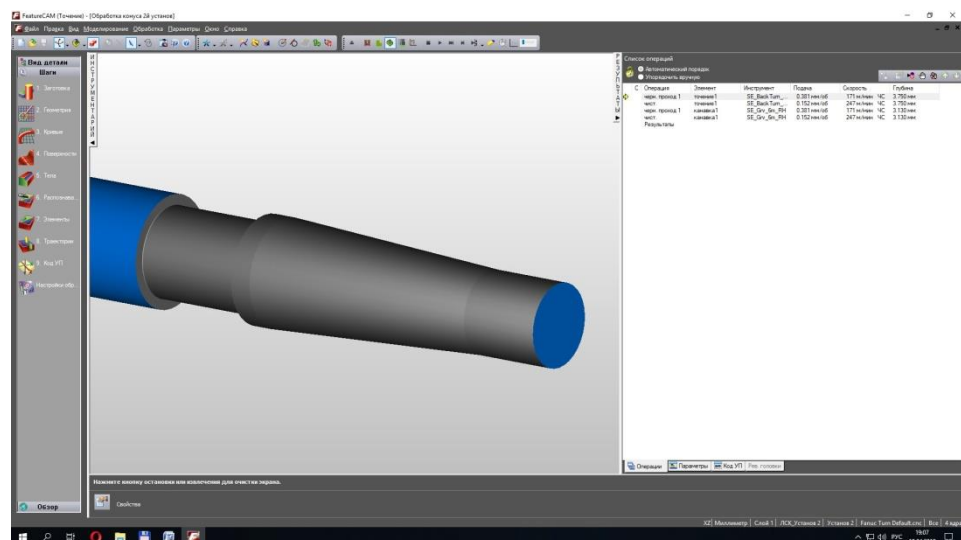
Продовження таблиці 3.3	
1	2
N320 G97 S1427 M03 N N420 M9 N425 G28 U0. N430 G28 W0. (GROOVE: OUTER ROUGH КАНАВКА4) (T3 = SW_Grv_6m_RH) N445 T303 N450 G50 S4000 N455 G97 S1391 M03 N460 M8 N465 X1. N510 G96 S810 N515 Z-6.6906 N520 G01 X0.9583 F0.006 N525 G00 X1.5354 N530 Z-6.5181 N535 X1.4961 N540 G01 X0.9583 N545 Z-6.6906 N550 G00 X1.5354 N555 M9 N560 G28 U0. N565 G28 W0. M5 N575 M30 %	N280 G00 X1.5354 N285 Z5.224 N290 G01 N370 M9 N375 G28 U0. N380 G28 W0. M5 N390 M30 % X1.0606 N295 G00 X1.5354 N300 Z5.3283 N305 G01 X1.0606 N310 G00 X1.5354 (GROOVE: OUTER FINISH КАНАВКА1) N320 G50 S4000 N325 G96 S810 N330 Z5.3323 N335 G01 X1.0528 F0.006 N340 G00 X1.5354 N345 Z4.2752 N350 X1.4961 N355 G01 X1.0528 N360 Z5.3323 N365 G00 X1.5354 M5 M 390 M30 %

Після генерації коду, зробив візуалізацію обробки деталі в програмі Feature – CAM, вона дозволяє наглядно та приближено до реальності побачити як виконується обробка.

На рисунку 3.6, зображений підсумок обробки в шпинделі верстата, на операцію 050, на якому ми бачимо попередню обробку двох ріжучих частин інструменту.



На рисунку 3.7, зображений підсумок обробки у противошпінделі верстата, на операцію 050, на якому можна спостерігати попередню обробку державки інструменту, в даному випадку конуса.



Візуалізація обробки в віртуальній реальності дозволяє нам наочно побачити процес обробки наближений до реальності. Ми так само можемо завчасно побачити всі помилки за кодом КП, ходу обробки і іншим потрібним нам параметрам, а так же відредагувати їх.

2.5 Створення 3D моделі

Для створення 3D моделі інструменту я скористався програмою SolidWorks.

Для початку вибирається площину, в якій буде проводитися проектування. Вибирається інструмент ескіз, після чого малюється сам ескіз.

Наступним етапом ескіз повертається на 360°. Далі шляхом роботи з площинами, ескізом, округленнями, заглибленнями, видаленням зайвих частин отримуємо готову 3д модель.

Далі з бібліотеки вибираємо центрові отвори, знаючи потрібний нам тип отвору і його параметри, перетягуємо його на робочу область.

В кінці вибираємо матеріал деталі.

На рисунку 3.8 представлена 3D модель комбінованої розгортки.

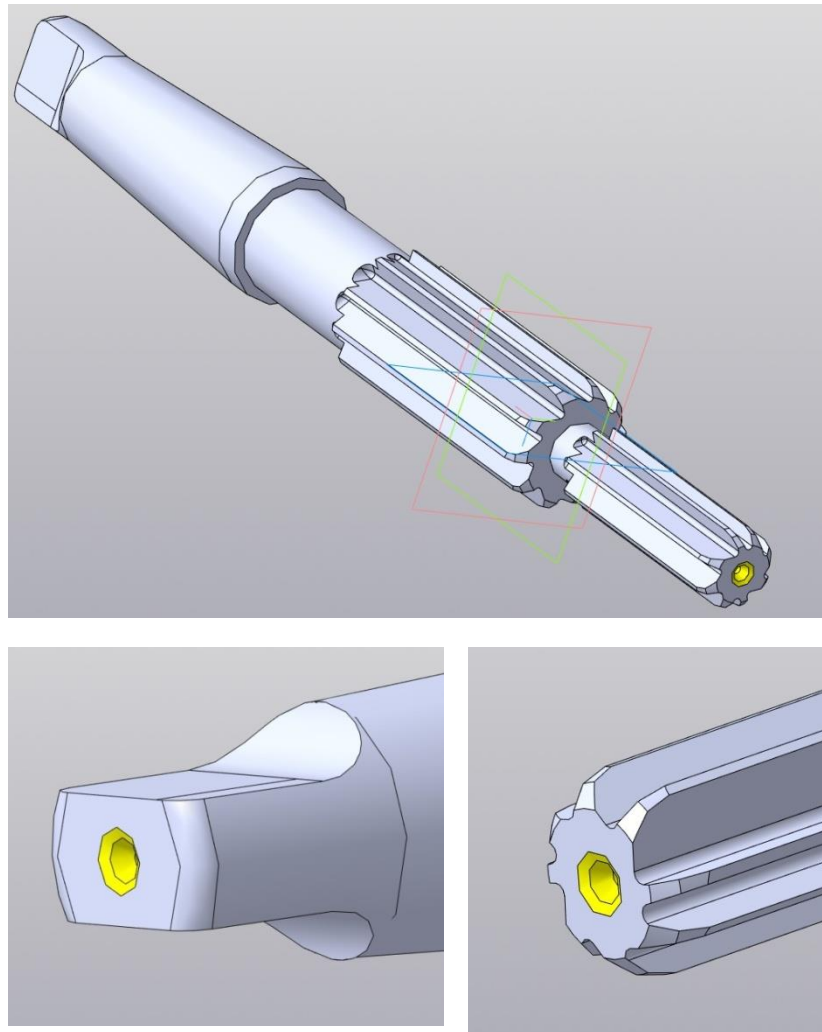


Рисунок 3,8– 3D модель комбінованої розгортки

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз потенційних небезпек

Тема дипломного проекту «Аналіз та розробка ефективної конструкції циліндричної розгортки для обробки ступінчастого отвору», об'єктом дослідження є розгортка яка має два діаметра Ø20 мм та Ø32 мм.

Розглянемо заходи з техніки безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної безпеки при виготовленні інструменту - розгортка.

На основі аналізу роботи існуючого обладнання та технологічних процесів інструментального цеху у якому може виготовлятися розгортка, згідно ГОСТ 12.0.003-74 (1999) «ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Класифікація», виявлено такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори, здатні привести до травм або шкоди здоров'ю робітників і завдати шкоди зовнішньому середовищу:

- при роботах на фрезерних, токарно-револьверних, токарних з ЧПУ операціях може виникнути небезпека захоплення одягу робочого при дотику до рухомих частин верстата, а також заготовлях що обертаються;

- при точінні металу (сталі), що має високу температуру нагрівання (400 - 600°C) являє собою серйозну небезпеку для робочого і для осіб, які перебувають поблизу верстата отримати поранення, травми очей або частин тіла металевою стружкою, так як стружка від верстата розлітається на значній відстані. При роботі на високих швидкостях відстань може досягати 3-5 м;

- виникає небезпека травми робочого осколками інструменту при поломці різців;

- при роботах на заточувальних, шліфувальних операціях виникає небезпека розриву шліфувального круга, що може травмувати обличчя і тіло робітника, небезпека ураження шкіри і очей робочого дрібними розпеченими відлітаючими частинками шліфувального круга;

- при неправильній експлуатації електроустановок, що може призвести до ураження електричним струмом, порушення технологічного процесу підготовки поверхні, приготування розчинів, порушення температури повітря, недостатнє освітлення;

- можливе отримання травми при виконанні транспортування заготовок та деталей в цеху;

- на підлозі цеху можуть бути розлита рідина, мастило це може призвести до падіння працівника, а в подальшому до травм;

- негативний вплив недостатнього освітлення робочої зони на зір та продуктивність роботи працюючого, внаслідок несправності освітлювальних приладів або неправильного проектування освітлювальної системи;

- негативний вплив підвищеного рівня шуму на психоемоційний стан працюючого, який пов'язаний з використанням застарілої периферійної техніки, кондиціонерів, копіювальної техніки, освітлювальних приладів;

- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони. При напайці виникає небезпека потрапляння в зону дихання робочого аерозолів флюсів, що може стати причиною гострих і хронічних професійних захворювань і отруєнь. При використанні високочастотної установки робітник може піддаватися впливу зміни електромагнітних полів;

- при термічних операціях, які виконуються в основному в печах, що можуть викликати підвищену температуру матеріалу, підвищений рівень теплового випромінювання. Також виникає небезпека отримання опіків при викидах розплаву в разі порушення технологічного процесу, при дотику до нагрітої деталі або до частин печей;

- негативний вплив на опорно-руховий апарат працюючого при недостатній рухливості протягом робочого часу, незадовільній ергономічності робочого місця та неправильній організації робочого часу;

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Дипломним проектом передбачається широке застосування пневмоприводів та гідроприводів для затиску заготовок, обладнані запобіжними пристроями по ДСТУ EN ISO 4414:2018 «Пневмоприводи. Загальні правила застосування та вимоги щодо безпеки для систем та їхніх складових частин».

Розгортка експлуатується в приміщенні з підвищеною небезпекою, що характеризується наявністю струмопровідних підлог (залізобетонні), металевий пил в повітрі та ін. Відповідно до «Правил улаштування електроустановок» опір заземлювального пристрою, до якого приєднані нейтралі генератора або трансформатора або висновки джерела однофазного струму, в будь-який час року має бути 4 Ом. Цей опір має бути забезпечено з урахуванням використання природних заземлювачів, а також заземлювачів повторних заземлень PEN- або PE-провідника ВЛ напругою до 1 кВ при кількості ліній, що відходять не менше двох. Опір заземлювача, розташованого в безпосередній близькості від нейтралі генератора або трансформатора або виведення джерела однофазного струму, повинно бути не більше 15, 30 і 60 Ом відповідно при лінійних напругах 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму.

Місця для підключення до електричної мережі переносних електроприймачів струму повинні мати написи, що вказують про напругу мережі та вид струму.

Стумовідні частини обладнання повинні бути ізольовані або огорожені. Металеві частини обладнання, які можуть внаслідок пошкодження ізоляції потрапити під напругу, повинні бути заземлені (занулені).

Згідно з НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями»:

- верстати повинні бути обладнані захисними пристроями (екранами), заблокованими з пуском верстата. Захисні пристрої не повинні обмежувати технологічні можливості верстата і викликати незручності під час виконання робіт, прибирання, налагоджування та призводити у разі відкривання їх до забруднення мастильно-охолоджувальною рідиною;

- передачі, розміщені поза корпусами верстатів, повинні мати огороження (суцільне, із жалюзі, з отворами), обладнане пристроями для зручного та безпечного відкривання, знімання, переміщування та встановлення;

- внутрішні поверхні дверцят, що закривають рухомі елементи верстатів, повинні бути пофарбовані з нанесенням знаків безпеки відповідно до вимог Технічного регламенту знаків безпеки;

- огороження різальних інструментів, яке необхідно відкривати або знімати для замінювання та виправлення інструменту, повинно бути заблоковане з пусковими та гальмівними пристроями;

- при обробленні заготовок завдовжки понад 2 м для подавання та прибирання готового матеріалу перед верстатом та позаду нього слід установлювати опори у вигляді підставок або столів з роликами;

- прутковий матеріал, який подається для обробки на верстат, не повинен мати кривизни;

- оброблювані деталі та пристосування, особливо базові та кріпильні поверхні, що прилягають одна до одної, перед установленням на верстат необхідно очищувати від стружки та мастила для забезпечення правильного установлення їх та досягнення міцності закріплення;

- при використанні для закріплювання деталей пневматичних, гідравлічних та електромагнітних пристосувань трубки, по яких подається повітря або рідина, а також електрична проводка повинні бути захищені від механічних пошкоджень;

- встановлювати оброблювані деталі на верстат та знімати їх з нього під час роботи верстата допускається тільки у разі використання спеціальних

позиційних пристроїв (поворотних столів, конвеєрів тощо), верстати повинні бути обладнані пристроями, які повертають шпindel у початкове положення після його подавання. За відсутності зазначеного оснащення установлювати та знімати деталі дозволяється тільки після вимкнення та повного зупинення верстата;

- вставляти чи виймати інструмент із шпинделя верстата дозволяється тільки після повного припинення обертання шпинделя.

Для забезпечення безпеки роботи на верстаті необхідно виконувати техніку безпеки а також застосовувати окуляри для захисту очей, використовувати спеціальний захисний одяг, який не матиме висячих частин. Систематично вести контроль над станом одягу. При прибиранні стружки потрібно застосовувати спеціальні гачки, щітки. Зона обробки повинна бути захищена захисним огородженням.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

Згідно з вимогами ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 «Гігієнічна класифікація праці за Показник шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу»:

- з огляду на наявні шкідливі виробничі фактори, згідно до вимог ДСП 173-96 «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» підприємство відноситься до IV санітарному класу виробництва з санітарно-захисною зоною 100 м;

- метеорологічні умови в робочому приміщенні цеху відповідно до вимог ДСН 3.3.6-042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», ГОСТ 12.1.005-88 (1991) "ССБТ. Загальні санітарно гігієнічні вимоги до повітря робочої зони ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»

Метеорологічні умови в приміщенні цеху поділяються на 2 пори року:

1. Холодний період. Температура повітря 18 - 20°C. Відносна вологість 40 - 60% . Швидкість повітря 0,2 м/с.

2. Теплий період. Температура повітря 21 - 23 °С. Відносна вологість 40 - 60% . Швидкість повітря 0,3 м/с.

Допустимі норми температури, вологості і швидкості руху повітря на робочому місці це: температура повітря на робочому місці 19 - 24 °С; температура повітря 17 - 23 °С; відносна вологість 75%; швидкість повітря 0,1 – 0,3 м/с.

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» забезпечення необхідної освітленості відбувається за рахунок встановлених штучних джерел світла в темну пору і природного в світлий час доби. Норми освітленості робочих місць поділяються на 4 групи за характеристикою роботи:

1. Роботи високої точності. Розміри об'єктів 0,3 – 0,5мм. Розряд зорових робіт – 3. Освітленість загальна 400лк, комбінована 5000лк.

2. Роботи точні. Розміри об'єктів 0,5 – 1,0мм. Розряд зорових робіт – 4. Освітленість загальна 350 лк, комбінована 4000лк.

3. Роботи малої точності. Розміри об'єктів 1 – 5мм. Розряд зорових робіт – 5. Освітленість загальна 150 лк, комбінована 350лк.

4. Грубі роботи. Розміри об'єктів більше 5мм. Розряд зорових робіт – 6. Освітленість загальна 100 лк, комбінована 100 лк.

Найбільш точним методом для розрахунку загального рівномірного освітлення, що враховує прямий світловий потік світильників та відбите світло від стін і стелі, вважається метод світлового потоку, він дозволяє визначити оптимальну кількість ламп та потужність освітлювальної установки при рівномірному розміщенні світильників загального освітлення.

Початкові данні:

$A = 35\text{м}$ – довжина приміщення;

$B = 25\text{м}$ – ширина приміщення;

$H = 4\text{м}$ – висота приміщення;

$E_n = 400$ лк нормативна мінімальна освітленість приміщення за вимогами ДБН В.2.5–28–2018.

Рішення задачі виконують шляхом вирішення наступних питань:

1. Система освітлення.

Вибір системи освітлення залежить від зорових робіт і визначається за ДБН В.2.5–28– 2006 "Природне і штучне освітлення".

Виконання в приміщенні робіт I розряду, підрозділ – г. слід застосовувати систему комбінованого освітлення.

2. Рівень нормованої освітленості (E_n)

За умовою задачі $E_n = 400$ лк

3. Джерело світла

Люмінесцентні лампи у складі світильників при загальному освітленні рекомендовані у приміщеннях висотою до 6 м. Вони мають наступні переваги: висока світловіддача (до 75 лм/Вт), висока стабільність світлового потоку, термін експлуатації до 10000 годин, високий індекс передачі кольору.

Обираю – Люмінесцентні лампи, тип: ЛБ, 80Вт, 1.5м

4. Тип світильника

ЛВП, довжина світильника при потужності 80Вт – 1,6м; світильник має 2 лампи.

5. Оцінка коефіцієнта запасу та коефіцієнта нерівномірності (мінімального) освітлення.

Так як показники приміщення такі що, відсутність парів кислот і лугів, запиленість менше 1 мг/м^3 , приміщення – навчальне, то коефіцієнт запасу обираю від 1,4 до 1,7, приймаю $k_z = 1,5$; коефіцієнт нерівномірності освітлення $z = 1,1$.

6. Оцінка коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення (від: стелі – ρ_c ; стін – $\rho_{ст}$; підлоги – $\rho_{п}$).

Так як за умовою задачі у мене аудиторія учбового закладу, тому коефіцієнти відбиття поверхонь обираю для світлог оприміщення:

$\rho_c = 70\%$; $\rho_{ст} = 50\%$; $\rho_{п} = 30\%$;

7. Чисельне значення індексу приміщення:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)} \quad (4.1)$$
$$i = \frac{35 * 25}{1,43(35 + 25)} = 10$$

де А – довжина приміщення, м;

В – ширина приміщення, м;

h – висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м

а) кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H-h_p)*[L/h]} \quad (4.2)$$

де [L/h] – числове значення коефіцієнта світильника

$$N_p = \frac{25}{(4-0,8)*1,3} = 6 \text{ рядів}$$

б) максимальна припустиму відстань між рядами світильників:

$$L_{max} = \frac{B}{N_p} \quad (4.3)$$

$$L_{max} = \frac{25}{6} = 4,2$$

в) висота підвісу світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{max}}{[L/h]} \quad (4.4)$$

$$h = \frac{4,2}{1,3} = 3,1$$

г) висота звисання світильника від стелі

$$h_3 = H - h_p - h \quad (4.5)$$

$$h_3 = 4 - 0,8 - 3,1 = 0,1$$

8. Значення коефіцієнта використання світлового потоку η вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, коефіцієнтів відбиття поверхонь приміщення та індексу приміщення.

$$\eta = 0,63$$

9. Світловий потік лампи та загальну кількість світильників:

а) сумарний світловий потік освітлюваної установки у даному виробничому приміщенні:

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{E_H \cdot S \cdot k_z \cdot z}{\eta} \quad (4,6)$$
$$\Phi_{\Sigma} = \frac{400 \cdot 875 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{0,63} = 916666$$

б) умовна загальна кількість світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N^* = AB / L_{max}^2 \quad (4,7)$$

$$N^* = \frac{35 \cdot 25}{4,2^2} = 49,6$$

$$N_{\phi} = 54 \text{ шт} - \text{фактична кількість світильників}$$

в) світловий потік умовного джерела світла:

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{\Phi_{\Sigma}}{N_{\text{л}}} , \text{ лм} \quad (4,8)$$

де $N_{\text{л}}$ - загальна кількість ламп у приміщенні, шт.;

$$N_{\text{л}} = N^* \cdot n \quad (4,9)$$

n – кількість ламп у світильнику;

$$\Phi_{\text{л}}^* = \frac{916666}{108} = 8487,7 \text{ лм}$$

$$N_{\text{л}} = 54 \cdot 2 = 108 \text{ шт}$$

г) Тип стандартної лампи з найближчим значення фактичного світлового потоку лампи $\Phi_{\text{л}}$ і знайшов коефіцієнт m (співвідношення між розрахунковим світловим потоком лампи $\Phi_{\text{л}}^*$ та фактичним світловим потоком вибраної стандартної лампи $\Phi_{\text{л}}$):

$$m = \frac{\Phi_{\text{л}}^*}{\Phi_{\text{л}}} \quad (4,10)$$

$$m = \frac{8487,7}{5400} = 1,57$$

10. Загальну розрахункову освітленість E_p у приміщенні, що створюється при застосуванні стандартних ламп:

$$E_p = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot N_{\text{л}} \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z}, \text{ лк} \quad (4.11)$$

$$E_p = \frac{5400 \cdot 108 \cdot 0,63}{875 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 414,1 \text{ лк}$$

11. Загальну потужність освітлюваної установки:

$$P_{\Sigma} = N_{\text{л}} \cdot P_{\text{л}}, \text{ Вт} \quad (4.12)$$

$$P_{\Sigma} = 108 \cdot 80 = 8640 \text{ Вт}$$

12. Ескіз розташування світильників на плані приміщення, враховуючи розмір світильників, дивись рисунок 4.1.

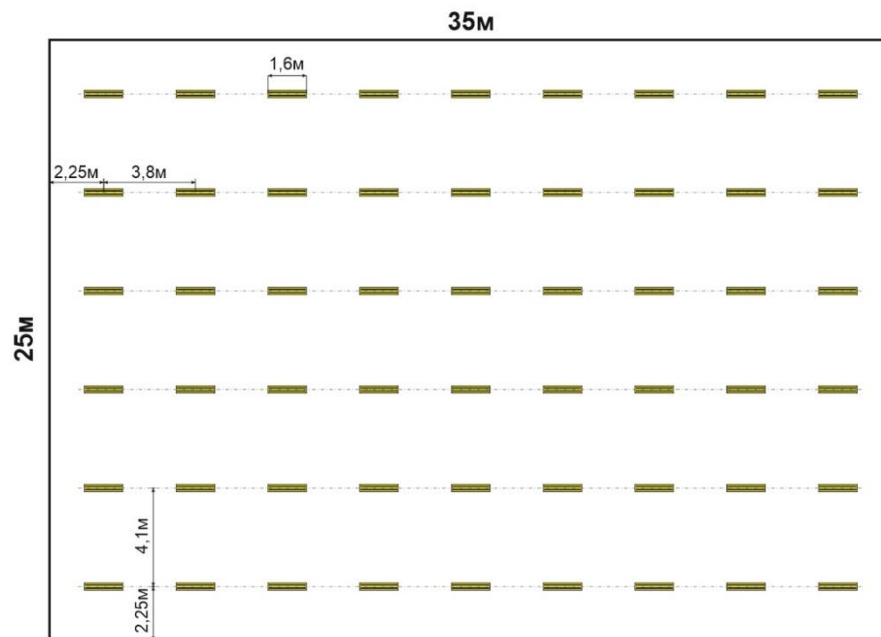


Рисунок 4.1 – Схема розміщення світильників у приміщенні

Таким чином, було розраховане загальне рівномірне освітлення для аудиторії учбового закладу, визначено оптимальну кількість ламп та потужність освітлювальної установки при рівномірному розміщенні світильників загального освітлення, запропонована схема розміщення світильників у приміщенні, що забезпечить комфортні умови для навчання.

- відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» і ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности», вибираємо методи колективного та індивідуального захисту від шуму робочого в інструментальному цеху. Засоби колективного захисту по відношенню до джерела збудження шуму поділяються на: кошти, що знижують шум в джерелі його виникнення; а також кошти, що знижують шум на шляху його поширення від джерела до об'єкта, що захищається. Такими засобами захисту від шуму є звукоізолюючі герметичні стіни, вікна, екрани. Засоби, що знижують шум в джерелі його виникнення, в залежності від характеру шуму освіти поділяються на засоби знижують шум: вібраційного (механічного), аеродинамічного, електромагнітного, гідродинамічного походження. Акустичними засобами захисту від шуму в залежності від принципу дії підрозділяються на засоби: звукоізоляції, звукопоглинання, віброізоляції, демпфірування, і глушники шуму.

У виробничих приміщеннях (цех, ділянка) в якості засобів для звукоізоляції в залежності від конструкції використовують: звукоізолюючі огорожі будівель та приміщень, звукоізолюючі кожухи, звукоізолюючі кабінки, акустичні екрани. Засобами звукопоглинання в залежності від конструкції є: звукопоглинальні облицювання, об'ємні (штучні) поглиначі звуку. Для зменшення рівня вібрацій або повністю ізолювання вібрацій використовують виброизолирующие опори, пружні прокладки, конструкційні розриви.

Організаційно-технічні методи захисту від шуму включають в себе: застосування малошумних технологічних процесів (зміна технології виробництва, способу обробки і транспортування матеріалу і ін.). Оснащення гучних машин засобами дистанційного керування і автоматичного контролю, застосування малошумних машин, зміна конструктивних елементів машин, і їх складальних одиниць, використання раціональних режимів праці та відпочинку працівників на галасливих підприємствах.

Засобами індивідуального захисту від шуму в залежності від конструктивного виконання використовують протишумові навушники, що закривають вушну раковину зовні, протишумні вкладиші, що перекривають зовнішній слуховий прохід або прилеглі до нього, протишумні шоломи і каски, протишумні костюми.

Протишумові навушники за способом кріплення на голові діляться на: незалежні, мають жорстке і м'яке наголов'я вбудовані в головний убір або в інший захисний пристрій.

Протишумові вкладиші в залежності від характеру використання поділяються на: багаторазове і одноразове користування.

При виконанні заходів з охорони праці, а також використання засобів захисту шуму колективного та індивідуального забезпечують безпечні та комфортні умови праці персоналу;

- відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» і ДСТУ EN 14253-2018 «Вібрація механічна, вимірювання та обчислювання впливу на здоров'я загальної виробничої вібрації. Практична настанова» віробезпечного праці на підприємствах повинна забезпечуватися:

- дотриманням правил і умов експлуатації машин і введення технологічних процесів, використанням машин тільки відповідно до їх призначення, передбаченим НД;

- підтриманням технічного стану машин, параметрів технологічних процесів і елементів виробничого середовища на рівні, передбаченому НД, своєчасним проведенням планового і попереджувального ремонту машин;

- вдосконаленням режимів роботи машин і елементів виробничого середовища, винятком контакту працюючих з вібруючими поверхнями за межами робочого місця або зони введенням огорожень, попереджувальних знаків, використанням попереджувальних написів, забарвлення, сигналізації, блокування і т.п .;

- поліпшенням умов праці (в т.ч. зниженням або виключенням дії супутніх несприятливих чинників);
- застосуванням засобів індивідуального захисту від вібрації;
- введенням і дотриманням режимів праці та відпочинку, в найбільшій мірі знижують несприятливу дію вібрації на людину;
- контролем вібраційних характеристик машин і вібраційного навантаження на оператора, дотриманням вимог вібробезпечного і виконанням передбачених для умов експлуатації заходів.

При недостатності цих заходів повинні використовуватися методи і засоби боротьби з вібрацією в джерелі і на шляхах її поширення;

- згідно з ДСН 3.3.6-096-2002 «Державні санітарні норми при роботі з Джерелами електромагнітних полів», ДСН 476-2002 «Державні санітарні норми и правила при роботі з Джерелами електромагнітних полів» і ГОСТ 12.1.006-84 (1999) « ССБТ. Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю »рівні постійних магнітних полів протягом робочого дня не повинні перевищувати 8 кА / м.

Захист персоналу від впливу ЕМП досягається шляхом проведення організаційних, інженерно-технічних заходів, а також використання засобів індивідуального захисту. До організаційних заходів належать: вибір раціональних режимів праці установок, обмеження місця і часу перебування персоналу в зоні опромінення і т.д. Інженерно-технічні заходи включають раціональне розміщення обладнання, використання засобів, які обмежують надходження електромагнітної енергії на робочі місця персоналу (поглинаючі матеріали, екранування). До засобів індивідуального захисту відносяться захисні окуляри, щитки, шоломи, захисний одяг (комбінезони, халати з металлосодержащего тканини; окуляри з металовмісних склом). Засіб захисту в кожному конкретному випадку повинен визначатися з урахуванням робочого діапазону частот, характеру робіт, необхідної ефективності захисту;

- відповідно до ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення», до складу санітарно-

побутових приміщень входять гардеробні, душові, умивальні, убиральні, курильні, місця для розміщення напівдушів, пристроїв питного водопостачання, приміщення для обігріву або охолодження, обробки, зберігання і видачі спецодягу. У гардеробних число відділень в шафах або гачків вішалок для домашнього і спеціального одягу прийнято рівним облікової чисельності працюючих, вуличного одягу - чисельності в двох суміжних змінах. Число душових, умивальників і спеціальних побутових пристроїв, прийнято за чисельністю працюючих в зміні або частини цієї зміни, що одночасно закінчують роботу. Душові обладнані відкритими душовими кабінами. До 20% душових кабін передбачені закритими. Убиральні в багатоповерхових побутових, адміністративних і виробничих будівлях знаходяться на кожному поверсі. Відстань від робочих місць у виробничих будівлях до убиральень, приміщень для куріння, приміщень для обігріву або охолодження, напівдушів, пристроїв питного водопостачання прийнято не більше 75 м, для інвалідів з порушенням роботи опорно-рухового апарату і сліпих - не більше 60 м, а від робочих місць на майданчику підприємства - не більше 150 м. Стіни і перегородки гардеробних спецодягу, душових, переддушових, умивальних, убиральень, приміщень для сушіння, знепилення та знешкодження спецодягу виконані на висоту 2 м з матеріалів, що допускають їх миття горя чий водою із застосуванням миючих засобів. Стіни і перегородки зазначених приміщень вище відмітки 2 м, а також стелі мають водостійке покриття.

4.4 Заходи пожежної безпеки.

Підрозділ «Заходи з пожежної безпеки» розробляється відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Згідно з ДСТУ EN 2:2014 «Класифікація пожеж (EN 2:1992, EN 2:1992/A1:2004, IDT)» та відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухо пожежною та пожежною небезпекою» ділянку цеху для виготовлення

інструментів відноситься до категорії Д (речовини і матеріали, які можуть при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти в такій кількості, що їх питома пожежна навантаження для твердих і рідких горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10м² кожна не перевищує 180 МДж / м², а також негорючі речовини і / або матеріали в холодному стані);

За ступенем пожежної безпеки виробництва, відповідно до ДБН Б В.1.1-7:2017 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» ділянку цеху для виготовлення інструментів відноситься до І першого ступеня вогнестійкості, так як несучі та огорожувальні конструкції виконані з залізобетону з використанням листових і плитних негорючих матеріалів;

Відповідно до ДБН В.1.1-7:2017 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» евакуація людей в разі пожежі передбачається по шляхах евакуації через евакуаційні виходи. Частини будинку різного призначення, відділені протипожежними стінами 1-го типу (протипожежні відсіки), забезпечені самостійними шляхами евакуації. Приміщення, розділені на частини перегородками, які трансформуються, або протипожежними завісами (екранами) мають самостійні евакуаційні виходи з кожної частини. Евакуаційні виходи, шляхи евакуації мають позначення з використанням знаків пожежної безпеки за НАПБ А.01.003-2009 «Правила улаштування та експлуатації систем оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей в будинках та спорудах». З приміщення передбачаються два евакуаційні виходи. Евакуаційні виходи розташовуються розосереджено. Висота і ширина в освіті евакуаційних виходів (дверей) встановлюється відповідними НД. При цьому висота цих виходів не менш 2,0 м, а ширина - 0,8 м. Двері евакуаційних виходів і двері на шляхах евакуації відчиняються в напрямку виходу людей з будинку.

Згідно СНиП 2.09.02-85 «Виробничі будівлі» відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу з приміщення безпосередньо назовні або в сходову клітку не перевищує 50 м;

- відповідно до ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту» проектом передбачається влаштування пожежної сигналізації на ділянці і в допоміжних приміщеннях із застосуванням димових, які встановлюються (з розрахунку 1 сповіщувач на 65 м площі) і замикаються на приймальну станцію пожежної сигналізації типу Т1ОЛ-10/100;

Відповідно до «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», затверджених наказом МВСУ 15.01.2018 № 25 та зареєстрованих в МЮУ 23.02.2018 р. за № 225/31677 з засобів пожежогасіння на ділянці передбачається:

а) протипожежне постачання:

Норма витрати води на одну пожежу для будівель зі ступенем вогнестійкості І категорії виробництва Д становить 15 літрів / сек. Протипожежний водопровід розраховується за планом зазначеної кількості води протягом трьох годин. На ділянці встановлено три пожежних крана з рукавами і брандспойтами.

б) на кожні 5000 м для механічних цехів прийнято:

вогнегасник - 3 шт .;

ящик з піском - 1 шт .;

кошма (протипожежне полотно) 2х2 - 1 шт .;

лом - 2 шт .;

багор - 3 шт .;

сокиру - 2 шт.

Вуглекислотні вогнегасники призначені для гасіння тільки електроустановок. В електроустановках передбачені наступні заходи пожежної безпеки:

- все іскрять частини обладнання укладені в пилонепроникні ковпаки;
- силова розводка виконана прихованої в трубах;
- силова апаратура забезпечена захистом від короткого замикання.

На видному місці, на ділянці розташовується бойовий розрахунок добровільної пожежної дружини.

4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Єдина державна система цивільного захисту, її складові та режими функціонування.

ЄДС ЦЗ (єдина державна система цивільного захисту) забезпечує реалізацію державної політики у сфері громадянського захисту, вона складається з функціональних та територіальних підсистем та їх ланок. В залежності від масштабів прогнозованих або надзвичайних ситуацій які можуть статися, ЄДС ЦЗ може функціонувати у наступних режимах:

- повсякденного функціонування;
- підвищеної готовності;
- надзвичайної ситуації;
- надзвичайного стану.

Режим повсякденного функціонування встановлюється при нормальній продуктивності промислової, радіаційної, хімічної, сейсмічної, гідро-геологічної, гідро-метеорологічної, техногенної і помилкової обстановці, та при відсутності епідемії.

Режим підвищеної готовності встановлюється тимчасово, частково або у повному обсязі при загрозі виникнення надзвичайних ситуацій, для окремих територіальних підсистем ЄДС ЦЗ.

Режим надзвичайної ситуації встановлюється тимчасово, частково або у повному обсязі при виникненні надзвичайної ситуації, для окремих територіальних підсистем ЄДС ЦЗ.

Режим надзвичайного стану встановлюється тимчасово, частково або у повному обсязі, в межах території на якій введено правовий режим надзвичайного положення, для окремих територіальних підсистем ЄДС ЦЗ.

Повноваження суб'єктів забезпечення цивільного захисту.

Безпосередньо керівництво ЄДС ЦЗ здійснює центральний орган виконавчої влади забезпечує формування та реалізацію державної політики у

сфері цивільного захисту тобто ДС НС(державна служба України з надзвичайних ситуацій).

Забезпечення цивільного захисту на відповідних територіях належить до повноважень органів місцевої державної адміністрації у сфері цивільного захисту.

Організаційні заходи цивільного захисту об'єктів господарської діяльності здійснюються підрозділами або посадовими особами відповідальними за їхній цивільний захист. Вони створюють і призначають керівників цих об'єктів, з урахуванням таких вимог:

на об'єктах з кількістю робітників більше ніж 3000 осіб, створюються підрозділи цивільного захисту;

на об'єктах з кількістю робітників від 200 до 3000 осіб призначаються посадові особи з приводу питань цивільного захисту;

на об'єктах з кількістю робітників до 200 осіб призначаються позаштатні особи з приводу питань цивільного захисту;

в учбових закладах з кількістю 500 та більше студентів денної форми навчання призначаються посадові особи з приводу питань цивільного захисту.

Громадяни України та особи без громадянства зареєстровані як підприємці виконують заходи цивільного захисту індивідуально.

Основні завданнями єдиної державної системи цивільного захисту:

1. Забезпечення готовності міністерств та інших центральних та місцевих органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування, підпорядкованих їм сил і засобів до дій, спрямованих на запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;

2. Забезпечення реалізації заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;

3. Навчання населення щодо поведінки та дій у разі виникнення надзвичайної ситуації;

4. Виконання державних цільових програм, спрямованих на запобігання надзвичайним ситуаціям, забезпечення сталого функціонування підприємств, установ та організацій, зменшення можливих матеріальних втрат;

5. Опрацювання інформації про надзвичайні ситуації, видання інформаційних матеріалів з питань захисту населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій;

6. Прогнозування і оцінка соціально-економічних наслідків надзвичайних ситуацій, визначення на основі прогнозу потреби в силах, засобах, матеріальних та фінансових ресурсах;

7. Створення, раціональне збереження і використання резерву матеріальних та фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на надзвичайні ситуації;

8. Оповіщення населення про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій, своєчасне та достовірне інформування про фактичну обстановку і вжиті заходи;

9. Захист населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій;

10. Проведення рятувальних та інших невідкладних робіт щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, організація життєзабезпечення постраждалого населення;

11. Пом'якшення можливих наслідків надзвичайних ситуацій у разі їх виникнення;

12. Здійснення заходів щодо соціального захисту постраждалого населення;

13. реалізація визначених законом прав у сфері захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій, в тому числі осіб (чи їх сімей), що брали безпосередню участь у ліквідації цих ситуацій;

14. Інші завдання, визначені законом.

До сил цивільного захисту відносяться:

1. Оперативно рятувальна служба цивільного захисту. Функціонують у системі ДС НС. Вона складається з органів управління, аварійно рятувальних формувань спеціального призначення, аварійно рятувальних формувань центрального підпорядкування.

2. Аварійно рятувальні служби. Створюються:

- державні – ДС НС;
- регіональні - обласними державними адміністраціями;
- комунальні - органами місцевого самоврядування міст, районів міст, селищ;
- об'єктові - об'єктів підвищеної небезпеки;
- громадські організації - громадські організації.

Аварійно рятувальні служби об'єктів та окремих територій, на яких існує небезпека виникнення надзвичайних ситуацій здійснюється на договірній основі.

3. Формування цивільного захисту, створюються для виконання великого об'єму робіт по ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, вони поділяються на об'єктові і територіальні. Об'єктові створюються суб'єктом господарської діяльності. Територіальні створюються на відповідній території, шляхом об'єднання об'єктів формування цивільного захисту.

4. Спеціалізовані служби цивільного захисту, створюються для проведення спеціалізованих заходів та робіт з цивільного захисту. Вони можуть бути об'єктовими, галузевими та територіальними.

5. Пожежні рятувальні підрозділи і частини.

6. Добровільні формування цивільного захисту, створюються при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій, для проведення допоміжних заходів. Добровільні формування цивільного захисту формуються на добровільних засадах.

Висновки: Були визначені потенційні небезпеки, що виникають при виготовленні інструменту, а також роботи цього самого інструменту. Та зазначені заходи з охорони праці та цивільного захисту, з метою усунення або мінімізації негативного впливу небезпечних і шкідливих чинників на організм людини та навколишнє середовище.

Завдяки дотримання нормативно-правових актів, ДСТУ з охорони праці в яких викладені правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, які є обов'язковими до виконання, травматизм зводиться до мінімуму.

ВИСНОВОК

Була спроектована комбінована машинна розгортка з конічним хвостовиком, для обробки ступеневого отвору $\varnothing 20H7$ мм та $\varnothing 32H7$ мм.

При обробці отворів високої точності розгортками, найбільш часто доводиться стикатися з такими погрішностями як:

- огранювання отворів;
- розбивання або усадка отворів;
- велика шорсткість обробленої поверхні.

Завдяки проведеному літературному огляду, та ознайомлення з проведеними дослідями, були знайдені шляхи вирішення та мінімізації неточностей при обробці отворів комбінованим інструментом.

Для зменшення величини огранки застосовують розгортки з нерівномірними кроками зубів. У ряді випадків зменшення огранки відбувається за рахунок застосування кінематики руху зубів та величини їх коливань. Проте огранка залишається.

Як показали попередні дослідження найбільший вплив на величину похибок надає розподіл зубів розгортки.

Найменша величина огранки забезпечується обробкою розгорткою з різницею кутових кроків - 6° , причому подальше збільшення різниці кутових кроків при обробці сталі не призводить до зменшення величини огранки, а при обробці чавуну огранювання навіть трохи збільшується.

Також зроблений розрахунок інструменту, створений маршрут виготовлення інструменту, розроблена керуюча програма, а також 3D модель самого інструменту, виконані графічні матеріали такі як: креслення інструменту, маршрут обробки, а також плакат 3D моделі інструменту.

У останньому розділі були визначені потенційні небезпеки, що виникають при виготовленні інструменту, а також роботи цього самого інструменту. Та зазначені заходи з охорони праці та цивільного захисту, з

метою усунення або мінімізації негативного впливу небезпечних і шкідливих чинників на організм людини та навколишнє середовище.

Завдяки дотримання нормативно-правових актів, ДСТУ з охорони праці в яких викладені правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, які є обов'язковими до виконання, травматизм зводиться до мінімуму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Справочник технолога – машиностроителя: / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 1 т.: ил.
2. Справочник технолога – машиностроителя: / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 2 т.: ил.
3. Справочник инструментальщика / под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленинград. отд-ние, 1987.–846 с.
4. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учеб. пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»/ под общ. ред. Г. Н. Кирсанова — М.: Машиностроение, 1986. — 288 с.
5. Технология инструментального производства: / под ред. А.И. Барсов – Изд. 4-е, испр. и доп. М.: Машиностроение, 1975. – 269 с.
6. Заточка режущего инструмента [Текст]: С. А. Попов, Л.Г. Диблер, А.С. Каменкович. – М., Высш. Школа, 1970. – 320 с.
7. Методичні вказівки до практичної роботи «Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення виробничих приміщень методом світлового потоку» з дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів всіх форм навчання / Укл. В.І. Шмирко, О.В. Коробко, А.Є. Островська. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 34 с.
8. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [На заміну НАПБ Б.03.002-2007 ; чинний від 2017-01-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2016. 66 с. (Державний Стандарт України)
9. ДСТУ EN ISO 4414:2018 Пневмоприводи. Загальні правила застосування та вимоги щодо безпеки для систем та їхніх складових частин.

10. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14> (Державні санітарні норми та правила)

11. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [прийнятий від 01.12.1999] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99> (Державні санітарні норми та правила)

12. ДСТУ EN 14253-2018 «Вібрація механічна, вимірювання та обчислювання впливу на здоров'я загальної виробничої вібрації. Практична настанова» (Державний Стандарт України)

13. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [На заміну ДБН В.1.1.7-2002 ; чинний від 2017-06-01]. К. : Мінрегіон України, 2017. 47 с. (Державні будівельні норми)

14. Правила експлуатації та типових норм належності вогнегасників. [На заміну НАПБ Б.03.001-2004 ; чинний від 2018-02-23]. К. : МВС України, 2018. 23 с. (Правила)

15. Збірник наукових праць. Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем / під ред. Равська Н.С. Гузенко В.С. та ін.. – вып. № 22 Краматорськ, 2007. – 238 с.