

Міністерство освіти і науки України
Державний університет "Житомирська політехніка"
Кафедра механічної інженерії

«На правах рукопису»

УДК 539.621.311

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
механічної інженерії


(підпис)

Мельник О.Л.
(прізвище, ініціали)

БАКАЛАВРСЬКА
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: «Конструкторсько-технологічна підготовка серійного
виробництва ковша для міні-екскаватора»

МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00 -ПЗ

Студент групи

ПМ-140

(шифр групи)

Вайднер Ілля В'ячеславович

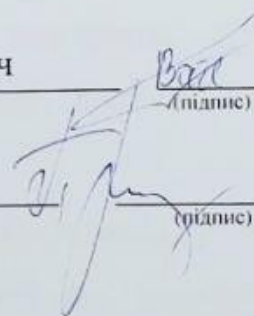
(прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Керівник

д.т.н., проф. Мельничук П.П.

(науковий ступінь та вчене звання, прізвище, ініціали)


(підпис)

Житомир 2023

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра механічної інженерії
Освітній ступінь: «Бакалавр»
Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри
механічної інженерії

 Мельник О.Л.
(підпис) (прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Вайднер Ілля В'ячеславович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Конструкторсько-технологічна підготовка серійного виробництва ковша для міні-екскаватора».

Керівник роботи: Мельничук Петро Петрович, д.т.н., проф.

Затверджена наказом по університету від «02» 03 2023 р. №101/0

2. Строк подання студентом роботи - згідно графіку захисту.

3. Вихідні дані до роботи: відомості про базові технології виготовлення ковшів для спецтехніки; характеристики основного технологічного обладнання для виготовлення ковшів; характеристики матеріалів, що використовуються для виготовлення ковшів; інформаційні джерела в напрямку конструювання та виготовлення ковшів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): виконати огляд літературних джерел на предмет технологій конструювання та виготовлення ковшів; виконати 3D моделювання та 2D документації для ковша; розробити технологію виготовлення ковша міні-екскаватора; проаналізувати пристосування для

зварювання ковша; виконати дослідження напружено-деформованого стану ковша засобами САПР;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Складальне креслення ківш Mini-50 – 1 арк. А3; 2. Зварне креслення ковша -1 арк. А3; 3. Креслення деталі основа – 1 арк. А3; 4. Креслення деталі стінка бокова – 1 арк. А4; Креслення деталі ніж боковий – 1 арк. А4; Креслення деталі ніж – 1 арк. А3; Креслення деталі накладка – 1 арк. А4; Плакат методика виготовлення ковша міні-екскаватора – 1 арк. А1; Креслення деталі вухо – 1 арк. А3; Креслення деталі втулка – 1 арк. А4; Креслення деталі палець – 1 арк. А4; Креслення деталі кронштейн – 1 арк. А4; Креслення деталі обмежувач – 1 арк. А4; Креслення деталі стержень – 1 арк. А4; Зварне креслення деталі палець – 1 арк. А3; Креслення деталі труба – 1 арк. А4;

6. Дата видачі завдання 14 березня 2023 року.

Студент

Вайс
(підпис)

Вайднер І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник работ

Мельничук
(підпис)

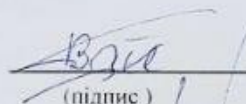
Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Виконання загально технологічного розділу	07.04.23 р.	
2.	Виконання конструкторського розділу	20.04.23 р.	
3.	Виконання спеціального розділу	26.05.23 р.	
4.	Кінцеве оформлення змісту, висновків, графічної частини бакалаврської роботи	03.06.23 р.	
5.	Підготовка доповіді, ілюстративного матеріалу та презентації	07.06.23 р.	
6.	Подання бакалаврської роботи на кафедру	12.06.23 р.	
7.	Захист кваліфікаційної роботи в ЕК	Згідно графіка	

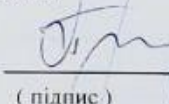
Студент


(підпис)

Вайднер І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Мельничук П.П.

(прізвище та ініціали)

Форм	Зона	Поз	Познака	Найменування	Кіл.	Приміт.
			<u>Документація</u>			
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-	Пояснювальна записка	1	
			<u>Конструкторська документація</u>			
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 01-	Специфікація	1	
A3			MI 131.00.1/Б 101/С 002 01-	Ківш Mini-50	1	
A3			MI 131.00.1/Б 101/С 002 02-	Ківш	1	
A3			MI 131.00.1/Б 101/С 002 03-	Палець	2	
A3			MI 131.00.1/Б 101/С 002 04-	Вухо	2	
A3			MI 131.00.1/Б 101/С 002 01-	Основа	1	
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 02-	Стінка бокова	2	
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 03-	Ніж боковий	2	
A3			MI 131.00.1/Б 101/С 002 04-	Ніж	1	
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 05-	Накладка	5	
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 06-	Кронштейн	2	
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 07-	Обмежувач	2	
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 08-	Втулка	4	
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 09-	Стержень	2	
A			MI 131.00.1/Б 101/С 002 10-	Палець	2	
				3D модель ковша	1	
			<u>Графічні матеріали</u>			
A1				Плакати презентації		
			MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-BP			
З	Ар	№ док-м	Підп.	Да	Відомість бакалаврської роботи Літ. _____ Аркцш 1 Аркцшів 1 Державний університет "Житомирська політехніка" Група ПМ-140	
Розроб	Вайднер					
Перев						
Н.конт						
Затв.						

АНОТАЦІЯ
кваліфікаційної роботи бакалавра
студента факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки
групи ПМ-140
Вайднера Іллі В'ячеславовича
на тему:

«Конструкторсько-технологічна підготовка серійного виробництва
ковша для міні-екскаватора»

Кваліфікаційна робота представлена в обсязі 105 аркушів формату А4 пояснювальної записки, в тому числі 36 рисунків, 19 таблиць, 46 літературних джерел та пакет документації 14 креслень.

В кваліфікаційній роботі проаналізовано та виконано наступне:

- виконано моделювання та розробка пакету документації для ковша;
- виконана складальна схема;
- проаналізовані оптимізації технологічної операції з зварюванням конструкції ковша конструювання спеціального пристосування;
- скінчено-елементне моделювання ковша; дозволило розрахувати усі деформації та навантаження в ковші

В результаті виконання всіх зазначених кроків досягнуті позитивні результати. Розробка технологічного процесу та виготовлення ковша з використанням спеціального пристосування дозволяє досягти високої точності та якості зварювання. Це сприяє поліпшенню функціональних характеристик ковша і зниженню рівня браку. Скінчено-елементне моделювання ковша дозволило розрахувати усі деформації та навантаження в ковші

Розробка комплекту технологічної документації дозволяє систематизувати технологічний процес і забезпечити його ефективне

виконання. Це спрощує налагодження обладнання, зменшує час на переходи між операціями та забезпечує високу якість кінцевого виробу.

Зміст

Вступ.....	9
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	11
1.1 Літературний огляд загальних питань виготовлення ковшів..	11
1.2 Літературний огляд сучасних підходів до виготовлення ковша..	16
1.3 Виконання 3D моделі вузла та 2D документації	18
Висновки	35
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	36
2.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність.....	36
2.2. Аналіз базового варіанту технологічного процесу, визначення типу виробництва, вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення	42
2.3. Вибір технологічного обладнання	69
Висновки	76
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	77
3.1. Обґрунтування зварювального пристосування.	77
3.2. Принцип роботи зварювального пристосування	80
3.3. Виконання скінченно-елементного аналізу збірки	81
Загальні висновки.....	87
Перелік посилань.....	88
Додатки.....	93

Вступ

Актуальність. Дослідження комп'ютерного інжинірингу є дуже актуальним при розробці проєкту ковша. Комп'ютерний інжиніринг використовує передові методи та інструменти, що дозволяють ефективно проектувати, аналізувати та оптимізувати складні механічні системи.

Ось кілька причин, чому 3D моделювання є важливим у контексті розробки проєкту ковша:

1. **Покращена точність та надійність:** Використання комп'ютерних інструментів дозволяє проектувати ковша з вищою точністю та надійністю.
2. **Зниження витрат на розробку:** 3D моделювання дозволяє провести віртуальні експерименти, замість виготовлення прототипів. Це дозволяє виявити й виправити проблеми в ранніх стадіях розробки, що зменшує необхідність у дорогих змінах та переробці.
3. **Покращений дизайн та оптимізація:** Використання комп'ютерних інструментів дозволяє проводити складний аналіз та оптимізацію ковша з урахуванням різних факторів, таких як міцність матеріалів, ефективність передачі потужності, шум та вібрація. Це дозволяє створити ківш з оптимальними параметрами, що задовольняють вимоги високих стандартів якості та продуктивності.
4. **Інновації та постійне вдосконалення:** Використання комп'ютерного моделювання та аналізу дозволяє швидко впроваджувати нові ідеї, тестувати альтернативні конструкції та вдосконалення, що сприяє постійному розвитку ковшової технології.

Отже, дослідження високотехнологічного комп'ютерного інжинірингу в рамках розробки проєкту ковша є надзвичайно актуальним. Воно допомагає покращити якість, ефективність та надійність ковшів, зменшити витрати та час розробки, сприяє інноваціям та постійному вдосконаленню в даній галузі.

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мета дослідження – розробка оптимізованих проєктних рішень з улаштування ковша.

Завдання дослідження:

- інформаційно-аналітичний огляд: літературний огляд загальних питань; літературний огляд сучасних підходів до виготовлення деталі; виконання 3D моделі вузла та 2D документації;
- технологія виробництва: аналіз технологічності оброблювальної деталі; аналіз базового варіанту технологічного процесу, визначення типу виробництва, вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення; розробка технологічного процесу виготовлення деталі, розробка та обґрунтування змісту технологічних операцій; вибір технологічного обладнання; розробка та оформлення комплекту технологічної документації;
- проєктно-конструкторські рішення: статичне дослідження ковша для міні-екскаватора; виконання скінченно-елементного аналізу ковша.

Дослідження високотехнологічного комп'ютерного інжинірингу при розробці проєкту ковша має велике практичне значення в промисловості. Це дозволяє досягти покращення продуктивності та ефективності ковша, зменшити витрати енергії та ресурсів, а також підвищити надійність роботи. Застосування високотехнологічного комп'ютерного інжинірингу дозволяє проектувати та аналізувати редуктори з використанням передових методів та інструментів. Віртуальне моделювання та симуляції дозволяють виявити можливі проблеми ще на етапі проектування, що допомагає забезпечити оптимальну конструкцію та виправити недоліки. Крім того, використання комп'ютерних методів дозволяє скоротити час розробки, випробувань та виготовлення ковша, що є важливим фактором в швидкозростаючому промисловому середовищі. Це також сприяє зниженню витрат та збільшенню конкурентоспроможності продукту.

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Літературний огляд загальних питань виготовлення ковшів

Ківш — робочий орган екскаваторів, скреперів та інших машин для захоплювання-відділення частини ґрунту або інших матеріалу від масиву та перенесення його до місця вивантаження [1].

За своєю формою він являє собою чашу каплевидної, конусної або прямокутної форми. Передня частина чаші обов'язково має ряд зубів, яких в середньому може бути від трьох до восьми. Форма чаші і зубів, а також матеріал, з яких виготовлені основні деталі і захисна обробка, має значення для типу робіт. Наприклад, один вид ковша більше підходить до викопуванні каналів, а інший – до розробки скельних або м'яких ґрунтів.

Виготовляються всі деталі навісного обладнання для землерийної техніки зі сталі різного складу. Залежно від призначення, розрізняють три основні конструкційні типи екскаваторних ковшів:

- литий (цільна структура);
- зварений (бічні, передні і нижні деталі приварюються до основи);
- комбінований (основна частина чаші лита з привареними елементами).

Вибір конструкції залежить від сфери діяльності, в якій буде використовуватися техніка. Наприклад, для робіт у комунальній сфері та для робіт з гірськими або мерзлими породами підходять різні види.

Оскільки тема вибору відповідного ковша заснована на його формі і матеріалі, то і відмінності будуть як раз в характеристиках зовнішнього вигляду, типу збірки і якості сталі. Сучасні виробники [38], [39], [40] пропонують такі види навісного екскаваторного обладнання [37], (Рис 1.1.):

Види сучасного навісного обладнання

№	Вид	Опис
1	Стандартний або основний (Рис 1.1, а)	Призначений для навантаження і переміщення різних ґрунтів або сипучих матеріалів. Випускається в різній комплектації під кожен вид роботи.
2	Траншейний (Рис 1.1, б)	Основний вид діяльності – копка каналів, траншей для прокладання комунікаційних ліній.
3	Трапецієвидний (Рис 1.1, в)	Він необхідний для землерийних робіт, що проводяться в похилій площині.
4	Розпушувач (Рис 1.1, г)	Головна особливість – наявність зуба клиноподібної форми (ікло), який дозволяє рихлити мерзлий або важкий ґрунт.
5	Планувальний (Рис 1.1, г)	Розрізняють планувальне обладнання похилого і горизонтального типу, яке дозволяє працювати на прямій площині і під кутом.
6	Скельний ківш (Рис 1.1, д)	Таке обладнання використовується на кар'єрах, під час риття котлованів, у роботі з важкими ґрунтами, абразивами, кам'янистими домішками: базальт, граніт та інші породи.
7	Решітчастий (Рис 1.1, е)	Дно чаші виконано у вигляді решітки, що необхідно для просіювання частинок.



а)



б)



в)



г)



г)



д)



е)

Рис.1.1. - Види сучасного навісного обладнання:

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

а – ківш стандартний (основний); б – ківш траншейний;
 в – ківш трапецієвидний; г – ківш розпушувач; г – ківш планувальний;
 д - скельний ківш; е – ківш решітчастий

Кожен тип ковша відрізняється складом сталі, а також наявністю або відсутністю футерування.

Футеровка – це елементи захисту (Рис.1.2.), які додатково закріплюються на кожен зуб, міжзуб'євий простір, на бокорізи і на днище. Наявність такої обробки забезпечує довший термін служби навісного обладнання без термінового або капітального ремонту дорогої техніки [2].

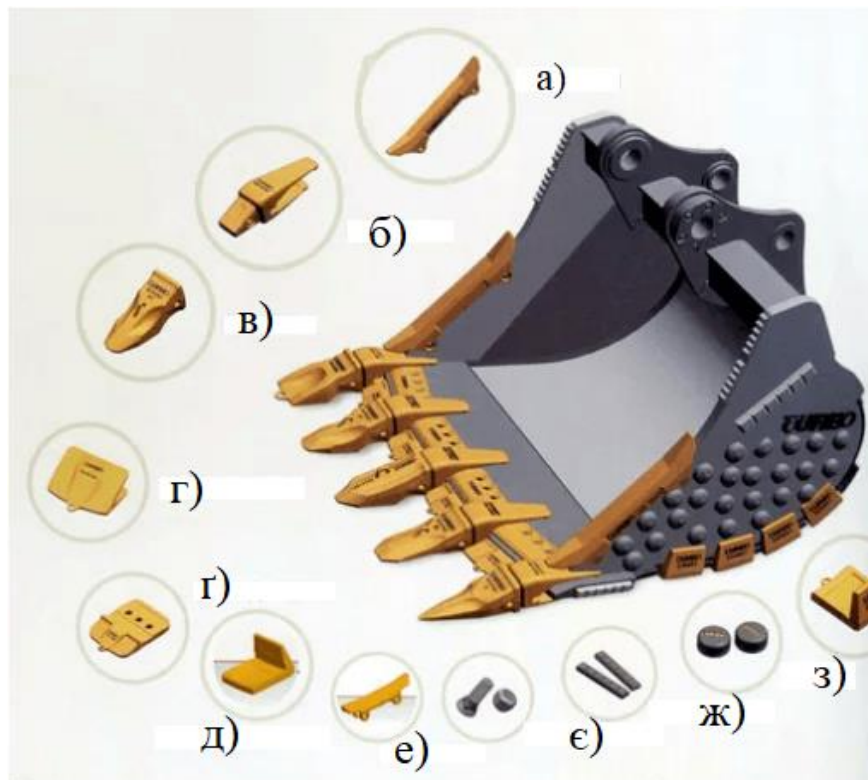


Рис.1.2. – Види футерування:

а – бокорізи; б – адаптер; в – коронки; г – міжадаптер; г – міжадаптер;
 д – кутовий захист; е – бокорізи; є – гвинти, гайки; ж – шоколадки;
 з – кутовий захист

Міні-екскаватор - зручне і компактне обладнання, яке відрізняється від великого екскаватора тільки розміром, вагою і деякими характеристиками. Міні-екскаватор може стати універсальним рішенням багатьох завдань на будівництві або в комунальному господарстві (Рис.1.3.) [3].



Рис.1.3. - Міні-екскаватор

Об'єм роботи який виконує міні-екскаватор:

- Копання траншей під фундаменти будинків та огорож, газ, воду, електрику, інтернет;
- Дренаж, планування під бруківку;
- Копання декоративних водойм, альпійських гірок, басейнів;
- Корчування пнів, риття ям під септики, біо-септики, чистка території, планування під газон;
- Чистка та розширення траншей, риття котлованів, риття траншей під опорну стіну, вирівнювання ділянок, засипка фундаменту;

Переваги міні-екскаватора:

1. Завжди в наявності є ковші 30,40,60 та 120. Вага міні екскаватора знаходиться в межах від 1,5 до 8 тон, завдяки чому його можна з легкістю перевозити в потрібне для роботи місце .

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2. Такий екскаватор має функції обертання на 360 градусів, зміщення копання та зменшення нахилу ковша. Компактний екскаватор працює ефективно на територіях, де повнорозмірний аналог не може пересуватися з певністю.
3. Міні-екскаватор використовує менше палива, ніж велике копальне обладнання що дає змогу на 20-30% надавати нижчу ціну на послуги, ніж великі екскаватори.
4. Гусеничний міні-екскаватор може переміщатися тротуаром, не пошкоджуючи його. Низький тиск на землю також мінімізує пошкодження її поверхні.
5. Компактність екскаватора генерує менше шуму, ніж від великого, особливо під час руху по тротуарах чи інших твердих поверхнях [4].

1.2 Літературний огляд сучасних підходів до виготовлення ковша

Основні положення:

1. Виготовлення деталей та складальних одиниць повинно проводитися в відповідності до конструкторської документації, Вимогами до стандартів і технічних умов.
2. Якщо в технічній документації є вимоги, що відрізняються від вимог в стандарті, що приводяться в кресленнях. Потрібно керуватися вимогами описаними в конструкторській документації
3. Всі матеріали, з яких виготовляється ківш повинні мати сертифікати або паспорти, підтверджуючі їх відповідність вимогам стандартів або технічних умов.
4. Контроль технологічного устаткування і оснастки, що передбачена технологічним процесом, слід проводити в відповідності до порядку встановленого на підприємстві

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

5. Допускається проводити вибірковий або періодичний контроль розмірів, точність яких гарантується точністю верстату або технологією виробництва [5].

Порядок виготовлення конструкції ковша

1. Порядок проектування конструкції ковша:
 - Розробити технічне завдання на проектування ковша, включаючи вимоги до навантаження, габаритних розмірів, кута нахилу кріплень до міні-екскаватору та інших параметрів.
 - Виконати конструкторське проектування, включаючи розробку 3D-моделі та 2D-документації ковша.
2. Вибір матеріалів та деталей для елементів конструкцій ковша:
 - Вибрати відповідні матеріали для виготовлення деталей з листового металу, втулок, пальців та інших компонентів ковша з урахуванням технічних вимог та експлуатаційних умов.
 - Вибрати стандартні або спеціально виготовлені деталі, які відповідають технічним вимогам та забезпечують потрібну функціональність.
3. Технологія виготовлення деталей ковша:
 - Виконати механічну обробку та формоутворення матеріалів для виготовлення компонентів ковша.
 - Враховувати точність та якість виготовлення пальців, поверхневу обробку, теплову обробку та інші процеси для забезпечення потрібних параметрів та довговічності компонентів.
4. Збирання та монтаж:
 - Зібрати компоненти ковша відповідно до конструкторської документації та встановити їх на свої місця.
 - Виконати правильне позиціонування та зварювання деталей ковша, пальців та інших компонентів з урахуванням вимог до зазорів, прогину та іншого.
5. Випробування та налагодження:

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Перевірити правильність позиціювання деталей ковша, включаючи його навантаження, габаритні розміри, кута нахилу кріплень до міні-екскаватору та інші параметри.
- Виправити будь-які недоліки або несправності, які можуть бути виявлені під час випробування.

6. Документація та випуск:

- Вести документацію щодо виготовлення ковша, включаючи записи про виконані процеси, використані матеріали, результати випробувань та інші важливі відомості.
- Після успішного випробування та перевірки готовий ківш, готовий до використання та постачання до клієнта.

Варто зауважити, що це загальний порядок виготовлення, і конкретні кроки та процеси можуть варіюватися в залежності від конкретних вимог, стандартів та виробничих умов.

1.3 Виконання 3D моделі вузла та 2D документації

Виконання 3D моделі вузла та 2D документації є важливою складовою високотехнологічного комп'ютерного інжинірингу при розробці ковша. Цей процес включає створення віртуальної тривимірної моделі ковша та відповідної двовимірної технічної документації, яка визначає конструкцію, розміри, параметри та інші важливі характеристики вузла.

Створення 3D моделі дозволяє візуалізувати та аналізувати ківш у віртуальному середовищі. Вона дозволяє ретельно розглянути всі деталі, з'ясувати взаємозв'язки між компонентами та перевірити їх взаємодію. Застосування 3D моделювання також дозволяє виявити можливі проблеми або конфлікти в конструкції ковша на ранніх стадіях розробки, що дозволяє уникнути зайвих витрат часу та ресурсів.

З 3D моделі вузла створюється 2D технічна документація, яка включає креслення, специфікації та інші технічні деталі. Ця документація необхідна

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

для виробництва ковша, вона містить інформацію про розміри, товщини, технічні вимоги та інші характеристики, які необхідно дотримуватися під час виготовлення та збирання вузла. Вона служить основою для виготовлення компонентів, налаштування обладнання та контролю якості.

Виконання 3D моделі вузла та 2D документації дозволяє забезпечити точність, якість та однорідність у виготовленні ковша. Вона також спрощує комунікацію між розробниками, інженерами та виробничим персоналом, дозволяючи уникнути непорозумінь та помилок. Крім того, цей процес є основою для подальших етапів виробництва, таких як вибір матеріалів, розробка технологічних процесів та виготовлення необхідного обладнання.

У результаті, виконання 3D моделі вузла та 2D документації допомагає забезпечити якісну та ефективну розробку та виготовлення ковша, сприяючи досягненню оптимальних технічних характеристик та задоволенню потреб клієнта.

Крім прямих переваг у виробництві ковша, виконання 3D моделі вузла та 2D документації також відкриває додаткові можливості для застосування сучасних технологій та методів. Ось кілька додаткових переваг:

1. Віртуальне тестування: З використанням 3D моделі вузла можна проводити віртуальні тестування, такі як статичний аналіз, динамічний аналіз, скінченно-елементний аналіз та інші. Це дозволяє з'ясувати міцність, деформацію, напруження та інші фактори, що впливають на функціонування ковша. Віртуальне тестування допомагає виявляти потенційні проблеми та вдосконалювати конструкцію перед фізичним виготовленням.

2. Скорочення часу розробки: Використання 3D моделі вузла та 2D документації дозволяє прискорити процес розробки ковша. Віртуальне проектування дозволяє швидко вносити зміни, перевіряти різні варіанти конструкції та робити корективи на ранніх стадіях розробки. Це допомагає зберегти час, зусилля та ресурси, які були б витрачені на фізичне виготовлення та випробування прототипів.

3. Покращена комунікація та співпраця: 3D модель вузла та 2D документація створюють зручну та доступну основу для спілкування між різними сторонами проекту – виробниками, дизайнерами, інженерами та клієнтами. Вони можуть легко спілкуватись, обмінюватись ідеями та вносити зміни у конструкцію в реальному часі. Це сприяє покращенню якості проекту та забезпечує більшу задоволеність клієнтів.

4. Інтеграція з автоматизованими системами виробництва: 3D модель вузла та 2D документація можуть бути використані для безпосередньої інтеграції з автоматизованими системами виробництва. Це дозволяє автоматизувати процеси виготовлення, контролю якості та моніторингу в реальному часі. Автоматизовані системи можуть працювати на основі 3D моделі, виконувати розрахунки, налаштовувати обладнання та забезпечувати точність та повторюваність виробничих процесів.

Виконання 3D моделі вузла та 2D документації є важливим етапом у розробці ковша, який дозволяє використовувати сучасні технології, покращувати ефективність та якість виробництва, прискорювати процес розробки та сприяти співпраці між різними учасниками проекту. Він відкриває нові можливості для інноваційного розвитку та підвищення конкурентоспроможності виробників ковшів.

У контексті розробки ковша, високотехнологічний комп'ютерний інжиніринг виконує ряд важливих функцій. Він дозволяє створювати детальні 3D моделі вузла та 2D технічну документацію, що сприяє візуалізації, аналізу та оптимізації конструкції. Використання сучасних технологій, таких як віртуальне тестування, допомагає виявляти потенційні проблеми та покращувати проект перед фізичним виготовленням.

Високотехнологічний комп'ютерний інжиніринг також забезпечує поліпшену комунікацію та співпрацю між різними сторонами проекту. Він дозволяє швидко обмінюватись ідеями, змінами та корективами, що сприяє ефективній розробці ковша. Крім того, цей підхід дозволяє інтегрувати

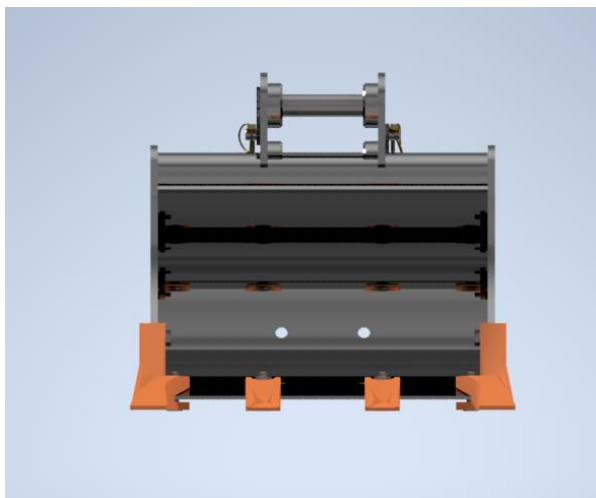
					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

розроблену модель з автоматизованими системами виробництва, що сприяє автоматизації, контролю якості та підвищенню продуктивності.

В даній роботі розглянеться ківш стандартний (основний) для навантаження і переміщення різних ґрунтів або сипучих матеріалів (Рис.1.4.).

Конструкційний тип екскаваторного ковшу: зварений (бічні, передні і нижні деталі приварюються до основи) (Рис.1.5.).

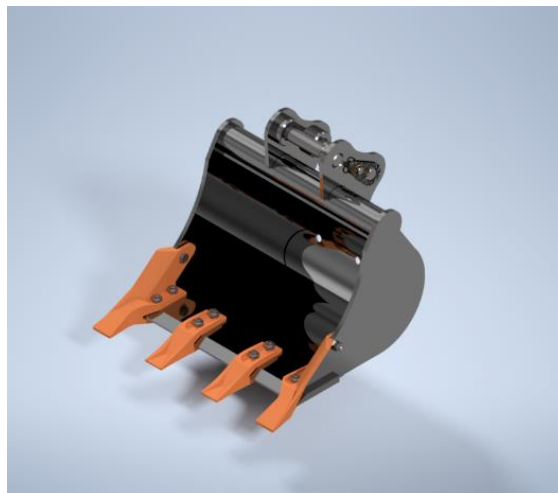
Даний ківш підлягає встановленню на міні-екскаватори таких компаній: JCB, Kubota, BobCat, Hitachi та ін.



а)



б)



в)

Рис.1.4. - Загальна ілюстрація що до визначення ковша:

а – вид спереду; б – вид справа; в – ізометрична проекція

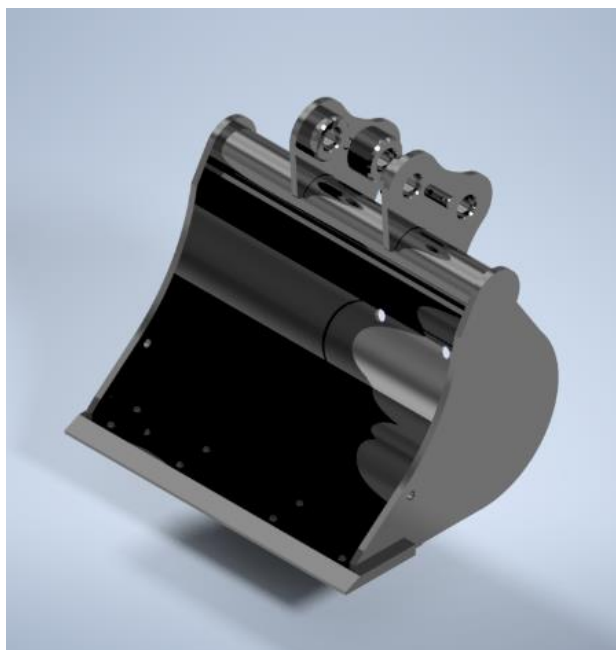


Рис.1.5. - Конструкційний тип екскаваторного ковша

3D-модель ковша було побудовано в програмному забезпеченні від компанії Autodesk, Inc – Inventor.

Autodesk Inventor – система тривимірного твердотільного та поверхневого параметричного проектування (САПР) компанії Autodesk, призначена для створення цифрових прототипів промислових виробів. Інструменти Inventor забезпечують повний цикл проектування та створення конструкторської документації:

- 2D-/3D-моделювання;
- створення виробів з листового матеріалу та отримання їх розгортки; розробка електричних та трубопровідних систем; проектування оснастки для лиття пластмасових виробів;
- динамічне моделювання;
- параметричний розрахунок напружено-деформованого стану деталей та складання; візуалізація виробів;
- автоматичне отримання та оновлення конструкторської документації;

Для вибору матеріалу звертають увагу на:

- Технічні характеристики сталі;
- Властивості сталі;
- Можливість зварювання;
- Можливість загартування сталі;
- Наявність матеріалу в регіоні;

Для виготовлення деталей ковша використовуються такі сталі:

- Обмежувач, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Лист $\frac{5 \text{ ДСТУ } 8540:2015}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([7][8])- Рис.1.6.;

- Основа, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Лист $\frac{6 \text{ ДСТУ } 8540:2015}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([7][8])- Рис.1.7.;

- Стінка бокова, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Лист $\frac{6 \text{ ДСТУ } 8540:2015}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([7][8])- Рис.1.8.;

- Накладка, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Лист $\frac{6 \text{ ДСТУ } 8540:2015}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([7][8])- Рис.1.9.;

- Ніж, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Лист $\frac{16 \text{ ДСТУ } 8540:2015}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([7][8])- Рис.1.10.;

- Ніж боковий, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Лист $\frac{16 \text{ ДСТУ } 8540:2015}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([7][8])- Рис.1.11.;

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- Вухо, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Лист $\frac{10 \text{ ДСТУ } 8540:2015}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([7][8])- Рис.1.12.;

- Ребро посилення, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

- Труба $\frac{60 \times 6 \text{ ДСТУ } 8938:2019}{\text{Сталь } 20 \text{ СТ СЭВ } 1483-78}$ ([9][10])- Рис.1.13.;

- Втулка, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Круг $\frac{60 \text{ ДСТУ } 4738:2007}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([11][7])- Рис.1.14.;

- Палець, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Круг $\frac{35 \text{ ДСТУ } 2590-88}{40Х \text{ ДСТУ } 7806:2015}$ ([12][13])- Рис.1.15.;

- Стержень, що виготовляється у відповідності до ДСТУ з наступних матеріалів:

Круг $\frac{16 \text{ ДСТУ } 4738:2007}{09Г2С \text{ ДСТУ } 8541:2015}$ ([11][7])- Рис.1.16.;

- Стандартні вироби, що зазначені у специфікації.

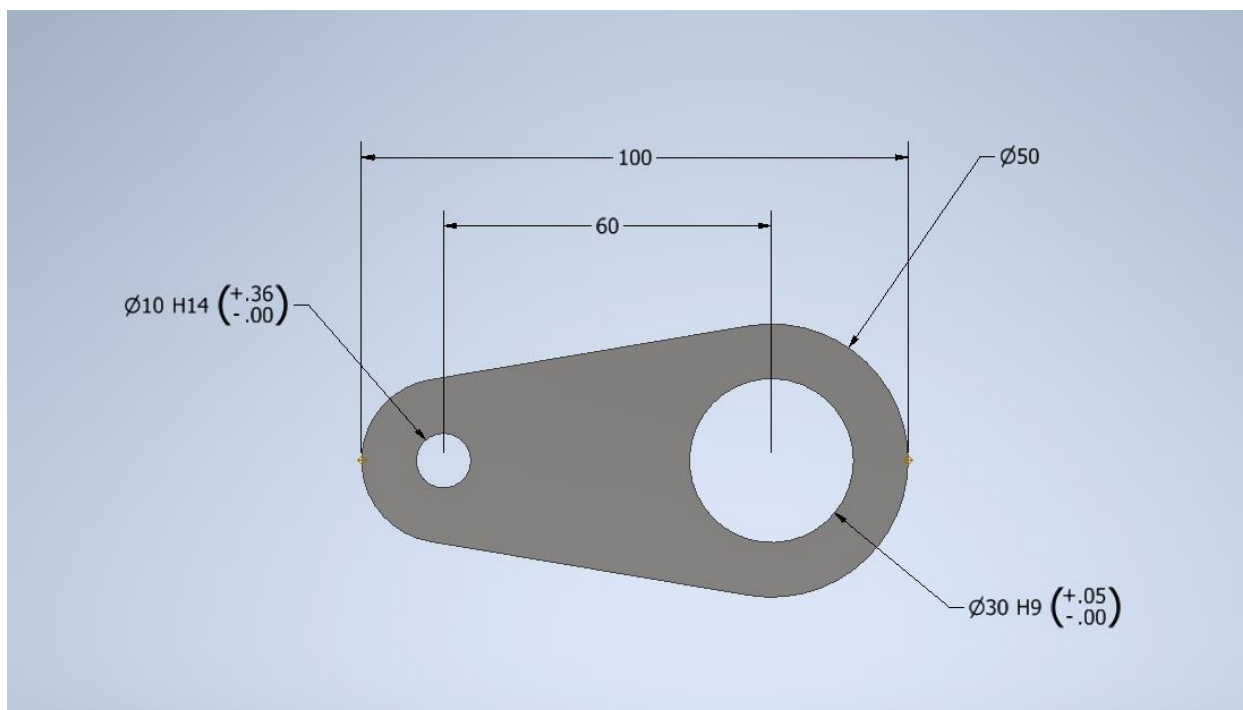


Рис.1.6. - Обмежувач

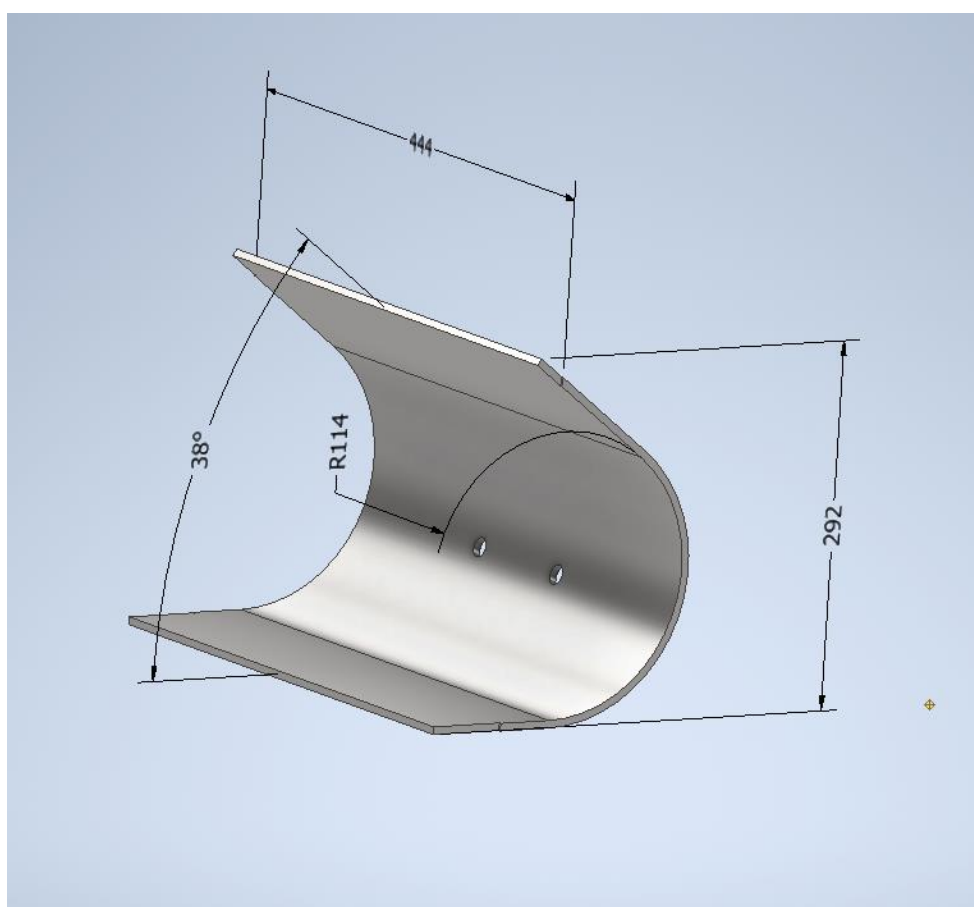


Рис.1.7. – Основа

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

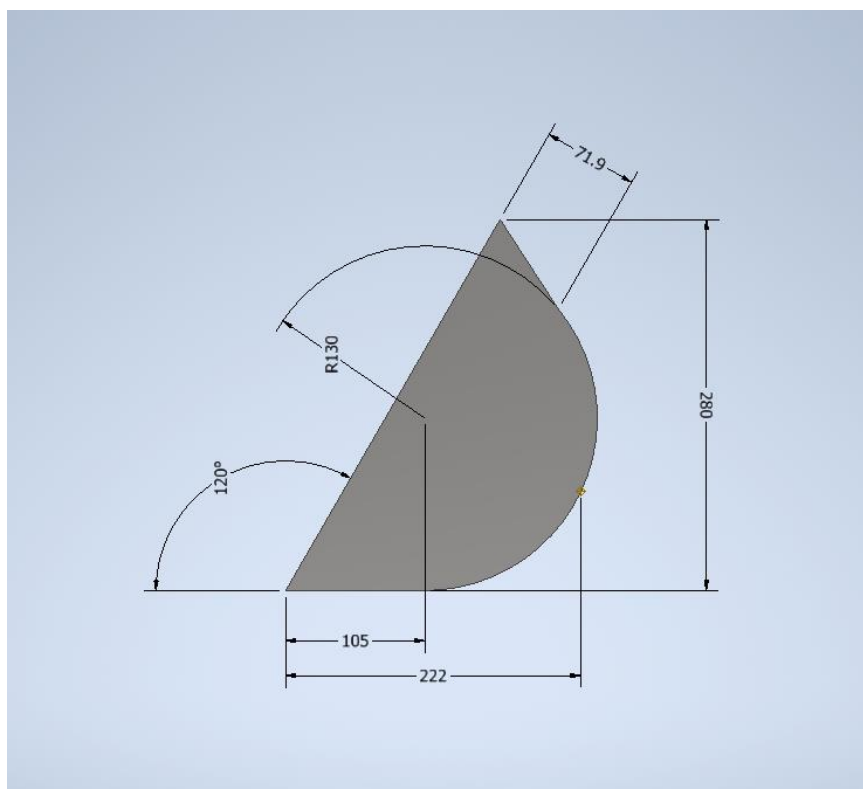


Рис.1.8. - Стінка бокова

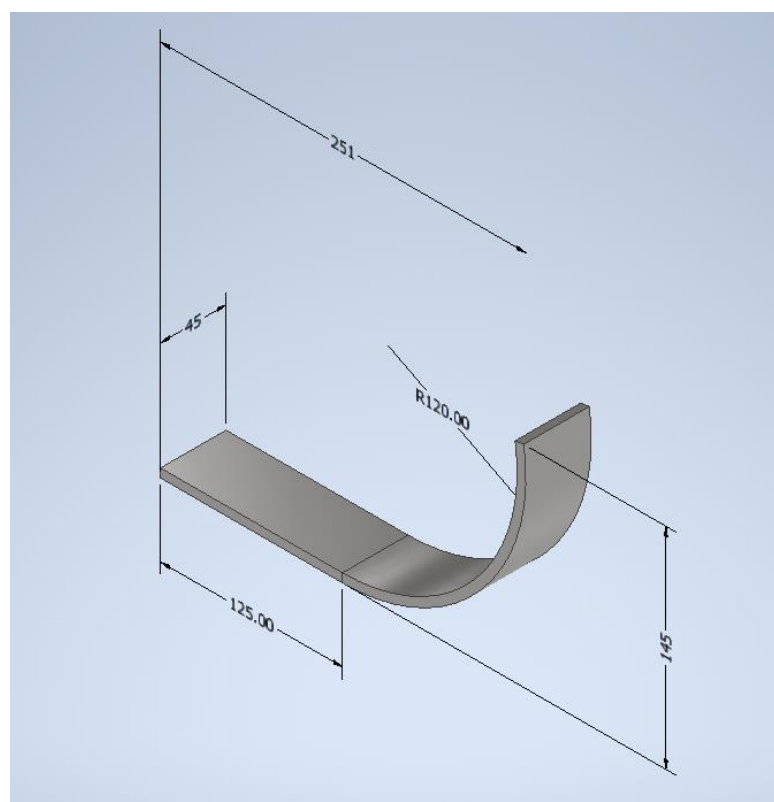


Рис.1.9. - Накладка

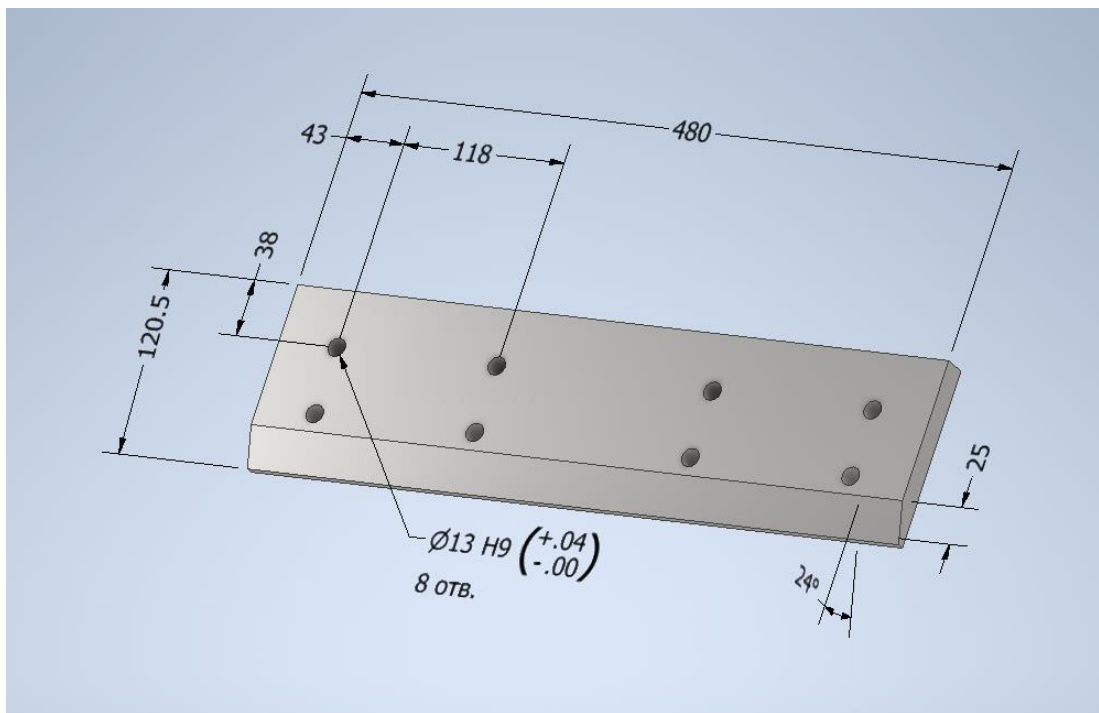


Рис.1.10. - Ніж

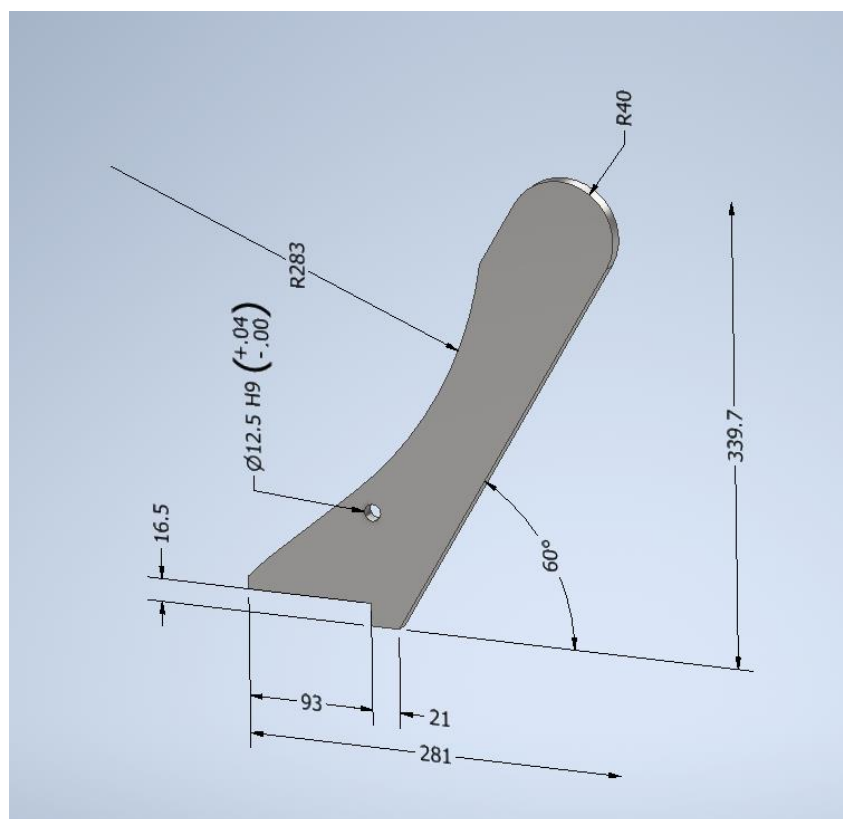


Рис.1.11. - Ніж боковий

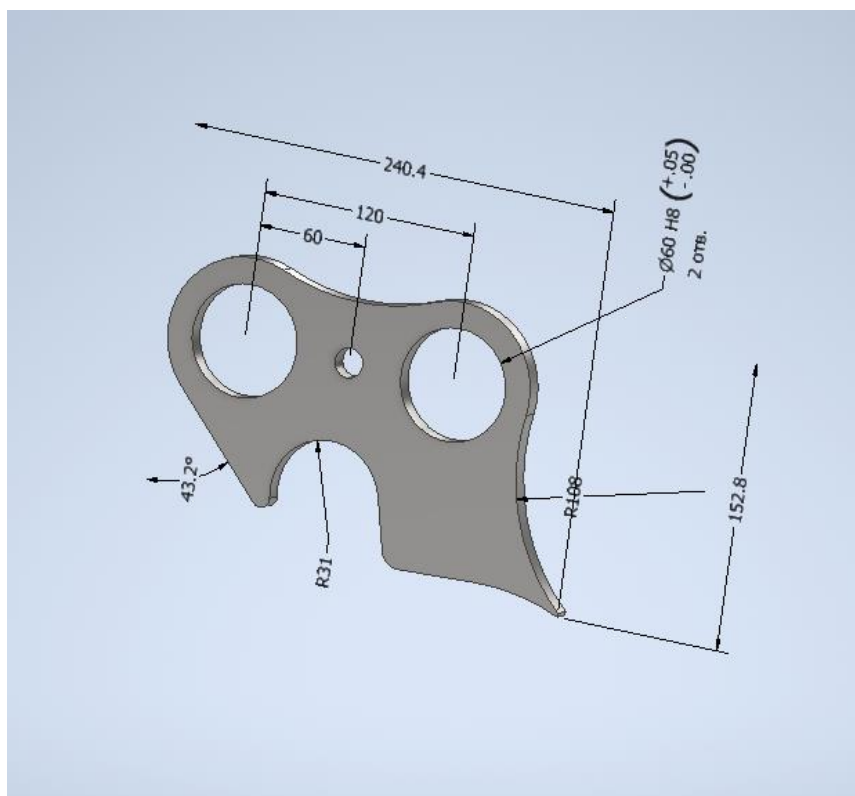


Рис.1.12. - Вухо

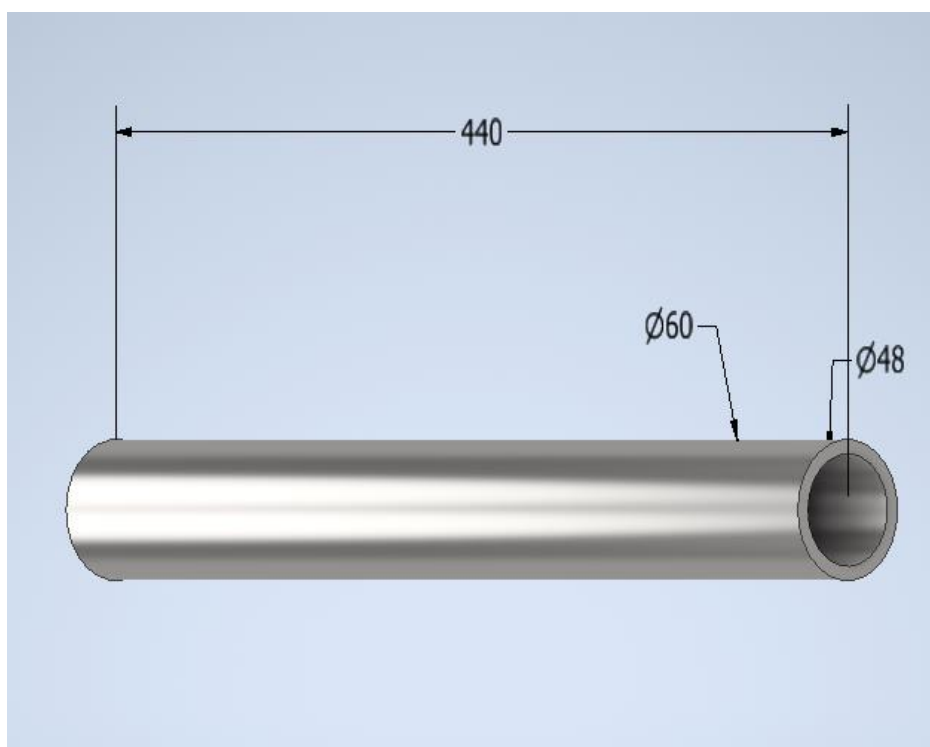


Рис.1.13. - Ребро посилення

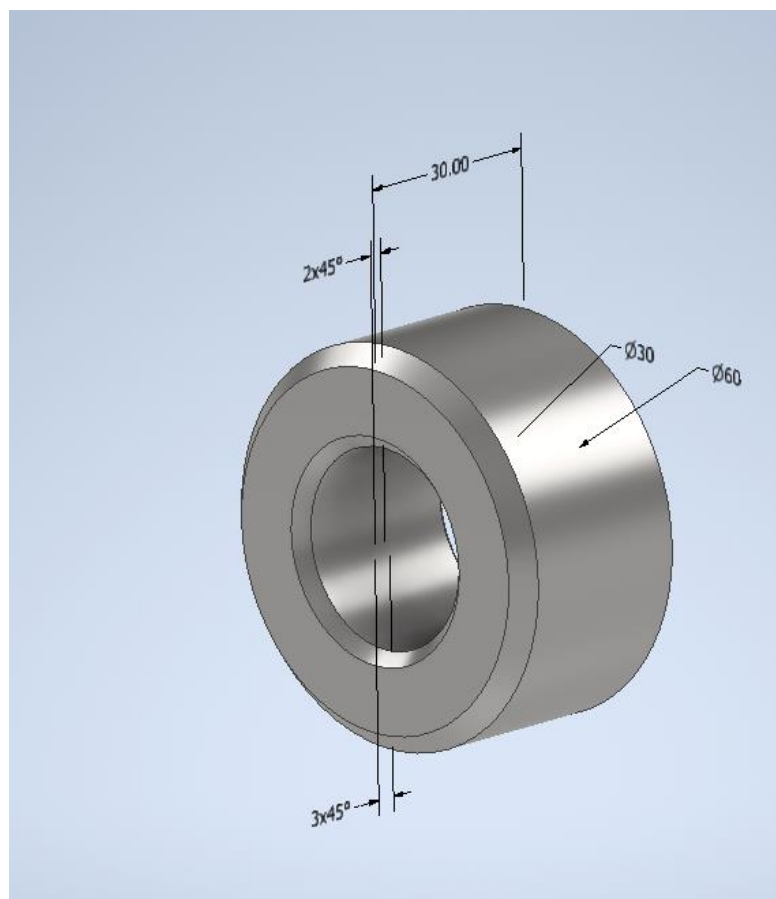


Рис.1.14. - Втулка

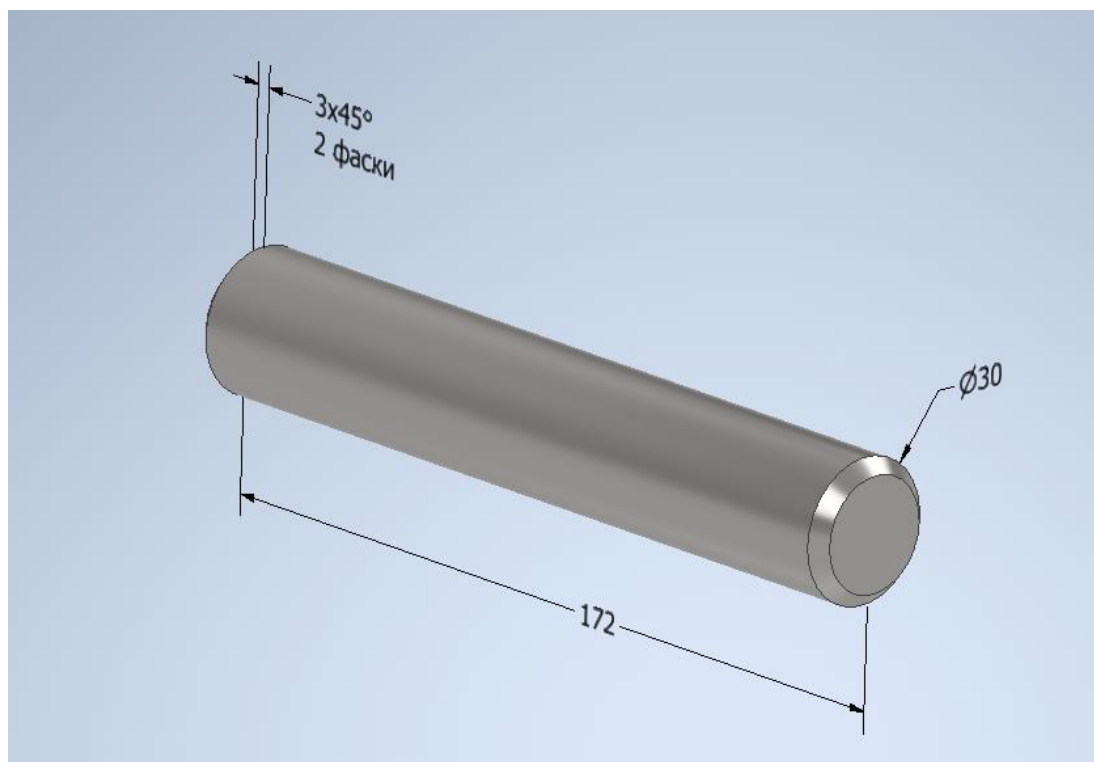


Рис.1.15. - Палець

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

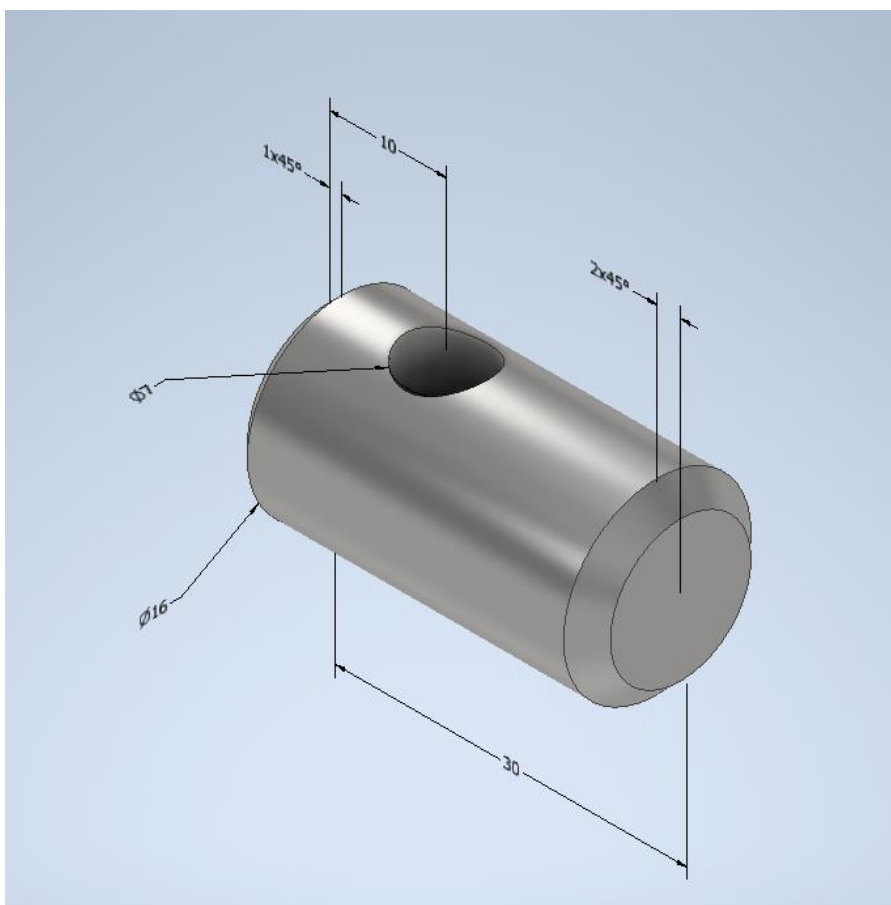


Рис.1.16. – Стержень

Характеристики сталі 09Г2С

Марка сталі 09Г2С – низьколегована конструкційна сталь, використовується при виробництві сортового та листового прокату та фасонних профілів підвищеної міцності. Виробляється відповідно до вимог, закріплених у стандартах ДСТУ 8541, ГОСТ 19281 та інших нормативних документах.

Таблиця 1.2.

Механічні властивості сталі 09Г2С у відповідності до ДСТУ 8541.

Клас міцності	Товщина листового прокату	Зріз сортового прокату, мм	Межа текучості, Н/мм ²	Тимчасовий спротив, Н/мм ² , не менше	Відносне видовження при
---------------	---------------------------	----------------------------	-----------------------------------	--	-------------------------

	продукції, мм				розриві, % не менше
265	20-160	20-100	265	430	21
295	20-32	20-32	295	430	21
325	10-20	≤20	325	450	21
345	≤10	≤10	345	480	12

Таблиця 1.3.

Європейські аналоги сталі 09Г2С.

Румунія (STAS)	92SiMn16
Угорщина (MSZ)	VH2
Болгарія (BDS)	09G2S
Китай (GB)	12mn
Німеччина (DIN)	13Mn6, 9MnSi5
Японія (JIS)	SB49

Застосування

Прокат з такої сталі застосовується при виробництві будівельних конструкцій різної форми й розміру. При цьому висока механічна міцність марки вможливорює створення більш тонких виробів, ніж із інших сталей. Також зі сталі 09Г2С виготовляють парові котли, різноманітні труби для транспортування газів і рідин (нафта, вода, природний газ), нафтогазове обладнання, компоненти сільськогосподарських машин. Висока термостійкість дозволяє використовувати даний тип сталі за широкого спектру температур, від -70°C до +450°C.

Зварювання

Може виконуватися і без підігріву, і з попереднім підігрівом до 100-120°C. Так як дана сталь є низьковуглецевою, її зварювання здійснюється без

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

обмежень всіма доступними способами - ручним дуговим зварюванням, автоматичним дуговим зварюванням під флюсом та газовим захистом тощо [14].

Характеристики сталі 40Х

Сталь 40Х – це конструкційна легована сталь. Призначена для виробництва деталей підвищеної міцності. Продукція зі сталі 40Х виготовляється відповідно до вимог стандартів ДСТУ 7806 і ГОСТ 4543.

Таблиця 1.4.

Механічні властивості сталі 40Х

Термічна обробка	Межа плинності, (МПа)	Тимчасовий опір, (МПа)	Мінімальне відносне подовження, %	Відносне звуження, %
Загартування від 860°C в маслі, відпуск при 500°C	≥785	≥980	≥10	≥45

Таблиця 1.5.

Міжнародні аналоги сталі 40Х

США	5135, 5140, 5140H, 5140RH, G51350, G51400, H51350, H51400
Японія	SCr435, SCr435H, SCr440, SCr440H
Євросоюз	37Cr4, 37Cr4KD, 41Cr4, 41Cr4KD, 41CrS4
Китай	35Cr, 38CrA, 40Cr, 40CrA, 40CrH, 45Cr, 45CrH, ML38CrA, ML40Cr
Швеція	2245
Польща	38HA, 40H

Румунія	40Cr10, 40Cr10q
Чехія	14140
Австралія	5132H, 5140
Південна Корея	SCr435, SCr435H, SCr440, SCr440H

Застосування

Конструкційну леговану сталь марки 40Х використовують при виробництві деталей підвищеної міцності (осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчаті і кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправлення, рейки, губчаті вінці, болти, пів-осі, втулки та інші).

Також хромисту сталь 40Х застосовують при виготовленні виробів куванням, холодним і гарячим штампуванням, сталевий прокат використовується при виробництві труб, ємностей та іншої продукції.

Зварювання

Марка сталі 40Х є важко-зварювальною, флокеночутливою та схильною до відпускнуї крихкості. Зварювальний шов - одна з основних причин утворення тріщин в матеріалі. Тому матеріал зі сталі 40Х розігрівають перед виконанням зварювальних робіт та піддають термічній обробці після нього [15].

Характеристики марки сталі 20

Сталь 20 – нелегована якісна сталь, яка застосовується для виготовлення металоконструкцій і виробів, що функціонують при температурі від -40 до 450°C. Гарячекатаний і кований сортовий прокат зі сталі 20 випускається відповідно до вимог стандарту ДСТУ 7809 і ГОСТ 1050.

Таблиця 1.6.

Механічні властивості сталі 20

Межа плинності, Н/мм ² , не менше	Межа міцності, Н/мм ² , не менше	Мінімальне відносне подовження, %	Відносне звуження, %
---	--	---	-------------------------

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

245	410	25	55
-----	-----	----	----

Таблиця 1.7.

Міжнародні аналоги сталі 20

США	1020, 1023, 1024, G10200, G10230, H10200, M1020, M1023
Японія	S20C, S20CK, S22C, STB410, STKM12A, STKM12A-S, STKM13B, STKM13B-W
Євросоюз	1.1151, 2C22, C20E2C, C22, C22E
Китай	20, 20G, 20R, 20Z
Швеція	1450
Польща	1020, M1020
Південна Корея	SM20C, SM20CK, SM22C

Застосування

Сталь 20 застосовується в будівництві, машинобудуванні, виробництві котлів та судів, виготовленні нагрівальних елементів різного призначення. Нелегована конструкційна якісна сталь 20 у вигляді листового та сортового прокату використовується для виготовлення елементів зварних конструкцій, трубопроводів, колекторів, вкладишів підшипників, строп і іншої продукції. Вали, шестерні, черв'яки, фрикційні диски, осі, шпинделі, пальці, зірочки, шпильки та інші вироби зі сталі 20 після хіміко-термічної обробки (цементация, азотування, нітроцементация та ін.) набувають високої поверхневої твердості та зносостійкості при невисокій міцності серцевини.

Зварювання

Зварювання відбувається без обмежень, крім деталей після хіміко-термічної обробки. Способи зварювання стандартні: РДЗ, АДЗ, зварювання під флюсом і газовим захистом, КТЗ [16].

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Висновки

В загально-технологічному розділі було розглянуто літературний огляд загальних питань, таких як: вибір форми, конструкції та типу ковша для міні-екскаватора. Надано інформація про види сучасного обладнання та інформацію про міні-екскаватор.

В літературному огляді сучасних підходів розглянули основні положення для виготовлення ковша. Підібрали порядок виготовлення конструкції ковша.

Було розглянули основні переваги високотехнологічного комп'ютерного інжинірингу та виконання 3D моделі вузла та 2D документації. Виконано підбір матеріалів для виготовлення ковша.

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Під технологічністю конструкції розуміють сукупність її властивостей, яка забезпечує у даних умовах виробництва та експлуатації найменші витрати праці, засобів, матеріалів та часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні та ремонті виробу [17].

Технологічність конструкції обумовлюється, наприклад:

- раціональним вибором заготовки, матеріалу та виду термообробки;
- призначенням оптимальної точності розмірів, форми та взаємного розташування поверхонь, параметрів шорсткості;
- правильною простановкою розмірів тощо.

Найбільш уживані загальні рекомендації з технологічності конструктивних форм деталей, наприклад, наступні:

- конструкція деталі повинна складатися зі стандартних і уніфікованих конструктивних елементів;
- деталі повинні виготовлятися зі стандартних або уніфікованих заготовок;
- розміри та поверхні деталі повинні мати відповідно оптимальні точність і шорсткість;
- заготовки повинні бути отримані раціональним способом з урахуванням заданого обсягу випуску і типу виробництва;
- сполучення поверхонь деталей, які мають різні шорсткість та точність, повинні відповідати застосовуваним методам і засобам обробки;
- конструкція деталі повинна забезпечувати можливість застосування типових і стандартних технологічних процесів її виготовлення;
- деталі, одержувані на верстатах токарної групи, повинні мати максимальне число поверхонь обертання і мінімальне число змін діаметра перетину;

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- залежно від відношення довжини до діаметра вали закріплюються при обробці в патроні ($l/d \leq 5$) або в центрах ($l/d \leq 10$) або в центрах з люнетом ($l/d > 10 \dots 12$);
- застосування високопродуктивних багаторізцевих верстатів найбільш раціональне при обробці валів, у яких діаметри зменшуються в одному напрямку;
- конічні переходи між ступенями валу і фаски потрібно призначати під обробку з урахуванням стандартних токарних прохідних різців з головним кутом у плані Φ , що дорівнює 30, 45, 60 і 90°;
- поверхні отворів повинні відповідати за формою стандартному інструменту, наприклад, глухі отвори слід проектувати з конічним дном, утвореним ріжучою крайкою свердла. Отвори повинні відповідати за розмірами стандартним свердлам (ДСТУ ISO 235:2018), не слід передбачати наскрізні отвори з відношенням довжини до діаметра більше 10, тому що потрібні спеціальні свердла;
- глибина глухих отворів не повинна перевищувати шести діаметрів;
- для глухих отворів, що піддаються чистовій обробці, потрібно вказати його довжину, тому що по всій довжині важко досягти шорсткості;
- глибина різьби в глухих отворах повинна бути погоджена з розмірами робочої частини мітчика, не рекомендується призначати різьбу довжиною більше 3-х діаметрів, тому що при цьому затрудняється згвинчуваність деталей.

Якісна та кількісна оцінка:

Оцінку технологічності конструкції деталі проводять за якісними та кількісними показниками [18].

Якісна оцінка технологічності конструкції деталі вказується словами «добре-погано», «припустимо - неприпустимо».

Показники технологічності розділяють на основні та допоміжні.

До основних показників відносять:

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- трудомісткість виготовлення виробу T_B ; рівень технологічності конструкції за трудомісткістю виготовлення $k_{y.m}$;
- технологічна собівартість виробу C_m ;
- рівень технологічності конструкції за технологічною собівартістю $k_{y.c}$;

Допоміжні показники розподіляють на дві групи: техніко-економічні та технічні.

До першої групи відносять наступні показники:

- відносна трудомісткість заготівельних робіт;
- відносна трудомісткість процесу виготовлення за видами робіт;
- питома трудомісткість виготовлення виробу та інші.

Група допоміжних технічних показників розподіляється на ряд підгруп. Перша підгрупа характеризує уніфікацію конструкції. До показників цієї підгрупи відносяться такі коефіцієнти: уніфікації виробу k_y ;

- уніфікації складальних одиниць виробу $k_{y.c.o.}$;
- уніфікації деталей виробу $k_{y.B}$;
- уніфікації конструктивних елементів $k_{y.e}$ тощо.

Друга підгрупа характеризує витрати матеріалу та складається з таких показників: маси виробу M ;

- питомої матеріалоемності виробу $k_{y.m}$;
- коефіцієнта використання матеріалу $k_{B.M}$ тощо.

Третя підгрупа складається з показників, які характеризують обробку:

- коефіцієнта точності обробки k_T ;
- коефіцієнта шорсткості поверхні $k_{ш}$ [18].

Розгляд деталі на технологічність:

Деталь – Втулка (Рис.2.1.);

- Матеріал деталі: 09Г2С ДСТУ 8641: 2015;
- Маса деталі – 0,49 кг;
- Маса заготовки–0,67 кг;

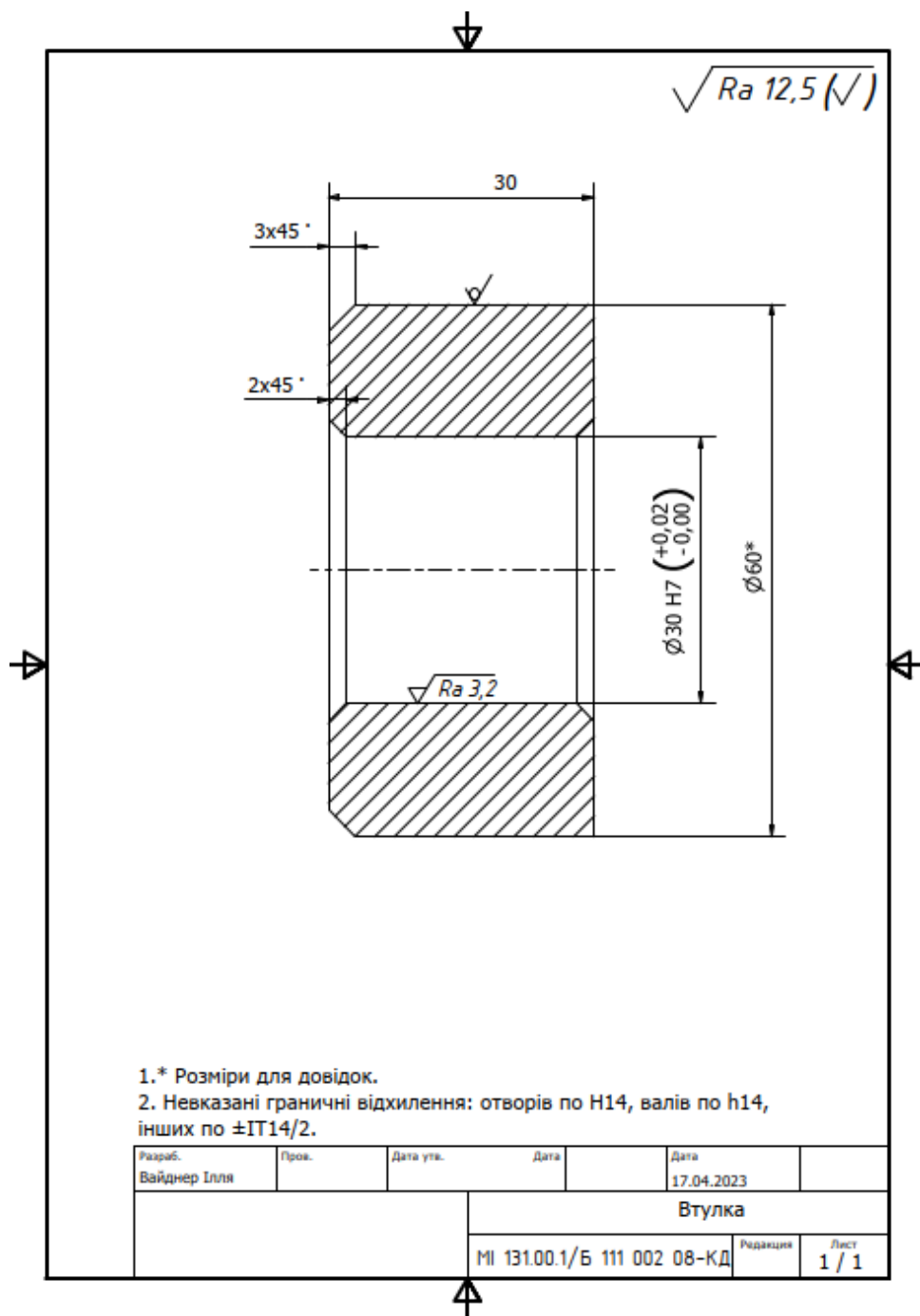


Рис.2.1. – Втулка

1. Коефіцієнт точності обробки [18].

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{A_{cp}}, (1.1);$$

Де A_{cp} – середній квалітет точності.

$$A_{cp} = \frac{\sum A_i Q_i}{Q}, (1.2);$$

Де $A_i = T_i$ – квалітет точності i -ого розміру;

Q_i – число конструктивних елементів із квалітетом точності T_i .

Причому:

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = n, (1.3), [19];$$

де n – загальна кількість розмірів деталі.

Деталь за цим показником вважається технологічною, якщо

$$K_{m.ч.} > 0,83;$$

Таблиця 2.1.

Точність обробки деталі

Квалітет точності	7	14
Кількість розмірів	1	5

Середній квалітет точності:

$$A_{cp} = \frac{7 \cdot 1 + 14 \cdot 5}{6} = 12,83, (1.2);$$

Тоді:

$$K_{m.ч.} = 1 - \frac{1}{12,83} = 0,92, (1.1);$$

Оскільки $K_{m.ч.} > 0,83$ (відповідає 6 квалітету точності), то деталь за цим показником вважається технологічною.

Коефіцієнт шорсткості поверхні [18].

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}}, (1.4), [19];$$

Де B_{cp} – середня шорсткість поверхні, обумовлена в значеннях параметра R_a , мкм.

$$B_{cp} = \frac{\sum B_i Q_i}{Q}, (1.5);$$

B_i – шорсткість поверхні і-ого конструктивного елемента, обумовлена в значеннях параметра R_a , мкм;

Q_i – кількість конструктивних елементів із класом шорсткості B_i .

$$Q = \sum_{i=1}^n Q_i = n, (1.3);$$

Деталь за цим показником вважається технологічною, якщо $K_{ш} < 0,63$ (відповідає $R_a = 1,6$ мкм)

Таблиця 2.2.

Шорсткість поверхонь деталі.

Шорсткість R_a , мкм	3,2	6,3
Кількість поверхонь n	1	5

Середня шорсткість поверхні:

$$B_{cp} = \frac{3,2 * 1 + 6,3 * 5}{6} = 5,78 \text{ мкм}, (1.5);$$

Тоді:

$$K_{ш} = \frac{1}{5,78} = 0,17, (1.4);$$

Оскільки $K_{ш} < 0,63$, то деталь за цим показником вважається технологічною.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{u.m.} = \frac{m_d}{m_3}, (1.6);$$

де m_d – маса деталі, кг;

m_3 – маса заготовки, кг;

$$K_{u.m.} = \frac{0,49}{0,67} = 0,73 \text{ кг}, (1.6);$$

Оскільки $K_{u.m.} < 0,9$, то деталь за цим показником вважається технологічною.

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

2.2.Аналіз базового варіанту технологічного процесу, визначення типу виробництва, вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення

Аналіз базового варіанту технологічного процесу, визначення типу виробництва, вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення для ковша є важливим етапом розробки. Основні кроки в цьому процесі включають [42]:

- Аналіз базового варіанту технологічного процесу: Оцінка наявного варіанту технологічного процесу для виготовлення ковша. Враховуються наявні ресурси, обладнання та досвід виробництва. Виконується аналіз ефективності, якості та економічної доцільності цього варіанту.
- Визначення типу виробництва: Враховуючи обсяг виробництва, ресурси та потреби ринку, визначається тип виробництва для виготовлення ковша. Це може бути серійне виробництво, масове виробництво або індивідуальне виробництво.
- Вибір конструкції заготовки: Аналізуються різні варіанти конструкції заготовки для ковша з точки зору виготовлення, монтажу та функціональних вимог. Враховуються фактори, такі як форма, розміри, габарити та матеріал заготовки.
- Вибір способу виготовлення: Здійснюється вибір оптимального способу виготовлення заготовки для ковша, такого як токарна обробка, фрезерування, шліфування чи комбінація різних операцій. Розглядаються технологічні можливості, вимоги до точності, складність виготовлення та економічні фактори.
- Аналіз базового варіанту технологічного процесу, визначення типу виробництва, вибір конструкції заготовки та способу її виготовлення допомагають забезпечити ефективну та оптимальну реалізацію

виробництва ковша з врахуванням технологічних вимог, якості та економічних факторів.

Таблиця 2.3.

Типовий технологічний процес виготовлення ковша

№	Етапи, технологічного процесу виготовлення ковша	Опис
1	Підготовчий етап	-Отримання технічної документації та креслень ковша. -Вибір відповідного матеріалу для виготовлення деталей ковша з урахуванням його властивостей, міцності та довговічності. -Визначення необхідних розмірів та геометрії деталей ковша.
2	Механічна обробка заготовки	-Заготовки з листового металу вирізається зі стандартних листів та передаються на свердління або розточування та фрезерування (деталь “Ніж”). Після отримання оброблених розгорток деталей виконується вальцювання (деталь “Основа”). -Заготовки циліндричної форми отримується з стандартного бруска або шляхом ковання чи лиття. Після отримання заготовки вона піддається токарній обробці та свердлінню (деталь “Втулка”, “Палець”, “Стержень”).

3	Гартування	-(Деталь “Палець”) піддається гартуванню, для досягнення необхідних механічних властивостей, міцності та твердості. -Контролюються твердість та глибина згідно з вимогами технічної документації.
4	Обробка поверхні	-Проводиться шліфування поверхні (деталь “Палець”) для отримання необхідної гладкості та точності. -Застосовуються спеціальні методи обробки поверхні, наприклад хімічне оброблення або нанесення покриття, для поліпшення стійкості до зносу та корозії.
5	Зварювання	-Зварювання ковша проводиться згідно ISO 5817:2016 . -Зварювання відбувається поетапно: 1. Деталь “Основа” фіксується в кондукторі , після чого проводиться приварка деталі “Стінка бокова”. 2. Для приварки деталей “Ніж” та “Ніж боковий” використовують струбцину , після фіксації деталей, виконується приварка до деталей “Стінка бокова” та “Основа” 3. Згідно технологічної документації виставити деталь “Труба” та приварити. 4. Для приварки деталь “Вухо”, використати кондуктор для правильного позиціонування та збереження міжцентрового розміру згідно документації.

		5. Виконати приварку деталі “Втулка” та “Стержень” згідно технологічної документації.
6	Вимірювання та контроль якості	-Здійснюється вимірювання розмірів, форми та геометрії ковша за допомогою вимірювальних інструментів, таких як мікрометри, штангенциркулі, рулетка тощо. -Контролюються параметри якості, такі як твердість, поверхнева шорсткість та допуски форми.
7	Слюсарна обробка	-Проводиться зняття окалини та задир. - Зварна конструкція знежирюється.
8	Покриття	-Виконується покриття зварної конструкції порошковою покраскою.
9	Монтаж та перевірка	-Виготовлені пальці встановлюються в зварну конструкцію. -Встановлюються зуби екскаваторні. -Виготовлений ківш встановлюється на міні-екскаватор. - Проводиться функціональна перевірка та тестування.

Цей процес може бути деталізованим та уточненим в залежності від специфічних вимог конструкції ковша та обладнання, що використовується для його виготовлення.

Визначення типу виробництва виконується відповідно до вимог [43],[44].

Визначення типу виробництва включає вибір оптимального підходу до організації виробництва ковша. Це залежить від різних факторів, таких як обсяг виробництва, складність конструкції, доступність ресурсів та

технологій, вимоги до якості та строків виготовлення. Декілька типових варіантів типу виробництва [43],[44]:

Серійне виробництво: Ківш виготовляється у великій кількості з використанням стандартизованих процесів та обладнання. Цей підхід підходить, якщо ківш використовується в багатьох різних системах та має стандартну конструкцію.

Масове виробництво: Ківш виготовляється у великій кількості, але з деякими індивідуальними адаптаціями для відповідності конкретним вимогам замовника. Цей підхід використовується, коли необхідна висока продуктивність та ефективність виробництва, але з певною гнучкістю у конфігурації виробленого ковша.

Індивідуальне виробництво: Кожен ківш виготовляється індивідуально за замовленням з врахуванням унікальних вимог замовника. Цей підхід використовується, коли ківш має складну або спеціалізовану конструкцію та потребує високої точності та індивідуального підходу.

Змішане виробництво: Використовуються різні підходи до виробництва ковшів, залежно від їхніх вимог та характеристик. Деякі ковші можуть бути виготовлені серійно, тоді як інші - індивідуально.

Вибір типу виробництва залежить від різних факторів, і він має бути здійснений на основі аналізу ринкових умов, обсягів виробництва, потреб ковшів, доступності ресурсів та технологій, а також врахування ефективності, якості та економічної доцільності.

Тип виробництва можна характеризувати за допомогою коефіцієнта закріплення операцій за одним робочим місцем або одиницею устаткування, відповідно до вимог [43],[44]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, (1.7);$$

де O – число різних операцій;

P – число робочих місць, на яких виконуються дані операції.

Отже:

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$K_{з.о.} = \frac{11}{9} = 1,2, (1.7);$$

За значенням коефіцієнта закріпленої операції , ківш відноситься до серійного виробництва.

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи плазмового різання

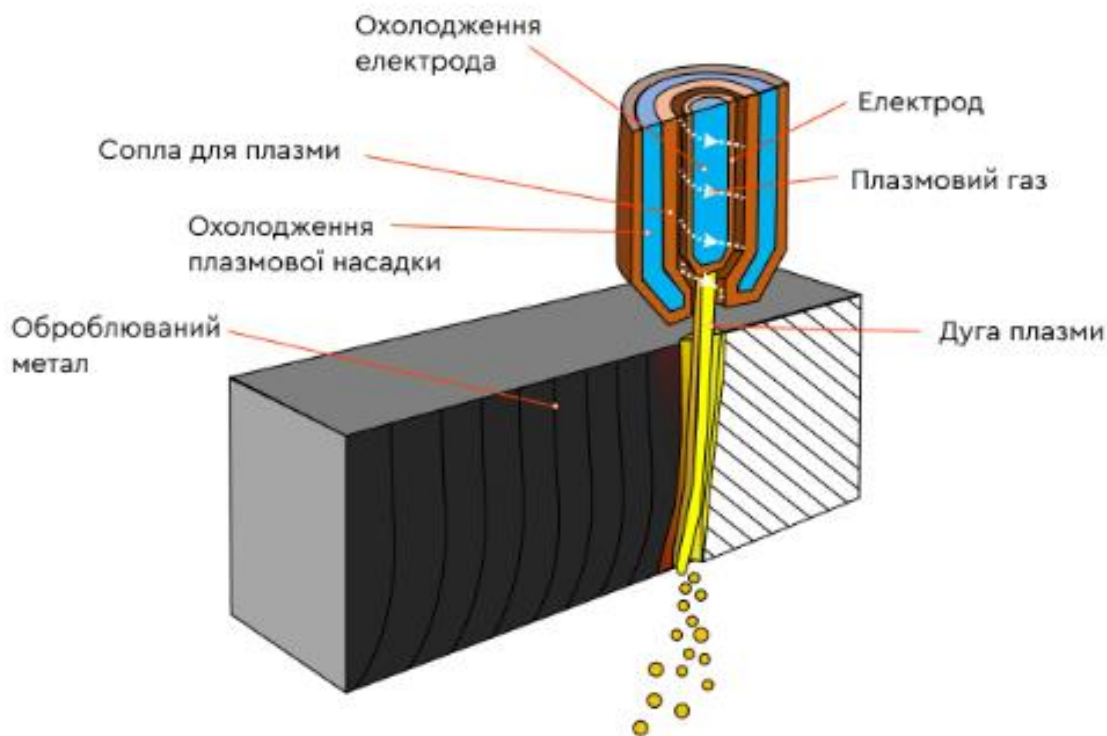


Рис.2.2. - Принцип роботи плазмового різання

Плазма є іонізованим газом, який має електропровідність і містить в собі заряджені частки. Як плазмо-утворюючі можуть використовуватися активні гази (кисень або суміш газів-повітря) і неактивні гази (водень, аргон, азот). Їх нагрівання і іонізація за допомогою дугового розряду відбуваються в плазмотроне. Чим вище підніметься температура газу, тим більше він буде іонізований. Температура плазмового потоку досягає до 6000 градусів за Цельсієм.

Щоб здійснити плазмове різання листового металу, спершу треба їх надійно закріпити на верстаті. Потім між оброблюваним матеріалом і форсункою відбувається коротке замикання, в результаті якого запалюється електрична дуга. Щоб запалити основну дугу, може використовуватися чергова. Вона утворюється за допомогою осцилятора і має силу струму 25-60 А. Потім під великим тиском в сопло подається газ, який під впливом електрики перетворюється на плазму, яка виходить з апарату із

швидкістю 500-1500 м/с. Технологія плазмового різання металу припускає, що метал в області розрізу розплавляється і видувається під час переміщення різачка.

Принцип плазмового різання металу дещо відрізняється для кожного з її різновидів. Цю обставину варто враховувати, оскільки грамотний підбір інструментів і матеріалу-запорука енергоефективності робіт, що проводяться.

При ручному різанні плазмовим струменем електрод і деталі сопла, навіть якщо джерело живлення відключене, сполучені. Якщо натиснути тригер, через цей контакт піде постійний струм, який також запустить потік плазмового газу. Електрод і сопло розімкнуться тільки тоді, коли тиск плазмового газу буде оптимальним. Потім виникне електрична іскра, і під дією високих температур утворюється плазма. Електричний струм переміститься на контур, що охоплює електрод і метал, що розрізає. Якщо тригер відпустити, подання струму і повітря припиниться.

При високоточному різанні плазмовим струменем електрод і деталі сопла не стикаються. Для їх ізоляції призначений завихрювач. Коли включається джерело струму, починається попереднє подання газу в плазмотрон. Допоміжна дуга в цей час служить для живлення сопла (підключення до “+” потенціалу) і електроду (підключення до “-” потенціалу). Потім виробляється високочастотна іскра, і струм від електроду до сопла йде вже через освічену плазму. Плазмовий струмінь починає розрізання металу, і контур струму переходить від електроду на оброблювану поверхню. Після цього джерело струму встановлює оптимальну силу струму, відбувається регулювання потоку газу. [20]

Свердління, розсвердлювання та розточення отворів

Найбільш поширеним методом отримання отворів в суцільному матеріалі є свердління. Рух різання під час свердління - обертальний, рух подачі - поступальний.

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для того щоб свердел не змістилося, спочатку свердління виробляють зацентровку заготовки коротким спіральним свердлом великого діаметра або спеціальним центрувальні свердлом. Кут при вершині у цих свердел дорівнює 90 °. При цьому умови спочатку свердління поперечна кромка свердла не працює, що сприяє меншому зміщенню його від осі обертання заготовки.

Для свердління отворів застосовують спіральні свердла. Спіральні свердла виготовляють з вуглецевої сталі марки У12А, хромістокремністої сталі 9ХС, з швидкорізальних сталей, а також твердосплавними.[21]

Свердла, оснащені пластинками з твердих сплавів, мають високу стійкість, забезпечують більш високу продуктивність, підвищують якість обробленої поверхні. Їх застосовують для свердління заготовок з чавуну, загартованої і легованої сталі, пластмаси, особливо під час свердління з високою швидкістю різання і низькими подачами. Твердосплавні свердла діаметром до 6 мм виготовляють із сплавів ВК6М, ВК8М і ВК10М.

Якщо глибина отворів перевищує п'ять діаметрів, то такі отвори прийнято називати глибокими. Глибоке свердління можна забезпечити, якщо використовувати довге спіральне свердло зі звичайними геометричними параметрами і свердлити деталь періодично виводячи свердло з отвору з тим, щоб охолодити його і видалити накопичену в канавках стружку.

Для підвищення продуктивності застосовують свердла з примусовим відведенням стружки. Примусове відведення здійснюється рідиною (рідше повітрям), що підводиться в зону різання під тиском.

Свердла з інструментальних вуглецевих і легованих сталей допускають швидкості різання в 2 рази менші, ніж свердла з швидкорізальних сталей Р6М5 (замість Р18) і Р9 під час свердління отворів діаметром 5-30 мм в сталевих деталях. Свердла з пластинками твердих сплавів дозволяють застосовувати швидкості різання в 2 рази вище, ніж свердла зі сталі Р6М5 (замість Р18) і Р9. Зазвичай швидкість різання при роботі свердлом зі швидкорізальної сталі змінюється в межах від 25 до 35

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

м / хв, причому великі значення швидкості різання приймаються при збільшенні діаметра свердла і зменшенні подачі.

Автоматичні подачі при свердлінні сталевих деталей змінюються в межах 0,1-0,3 мм / об, а чавунних -0,2-0,6 мм / об, що становить приблизно 0,02-0,03 діаметра свердла [20].

Поломка свердла відбувається через велику подачі і малій швидкості різання, тому слід працювати з можливо великими допустимими швидкостями різання і з якомога меншими подачами.

Просвердлений отвір має мінімальні похибки в тому випадку, якщо вісь свердла збігається з віссю шпинделя револьверного верстата, свердло правильно заточене і має жорстке кріплення. У правильно заточеного свердла працюють обидві ріжучі кромки і стружка йде за двома спіральних канавках.

Розміри отвору при свердленні виходять більше заданих в тих випадках, коли ріжучі кромки свердла мають різну довжину, хоча і заточені під однаковими кутами; різну довжину і заточені під різними кутами; рівну довжину, але заточені під різними кутами. При тупому і неправильно заточеним сверл виходить косе отвір з грубою поверхнею. Тупі свердла спричиняють утворення задирок у вихідній частини отвори, гострі ж свердла їх майже не утворюють.

При свердлінні отворів великого діаметру потужність верстата може виявитися недостатньою. У таких випадках отвори в деталі свердлять в кілька прийомів (Рис.2.3.). Проводиться розсвердлювання отвору [21].

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

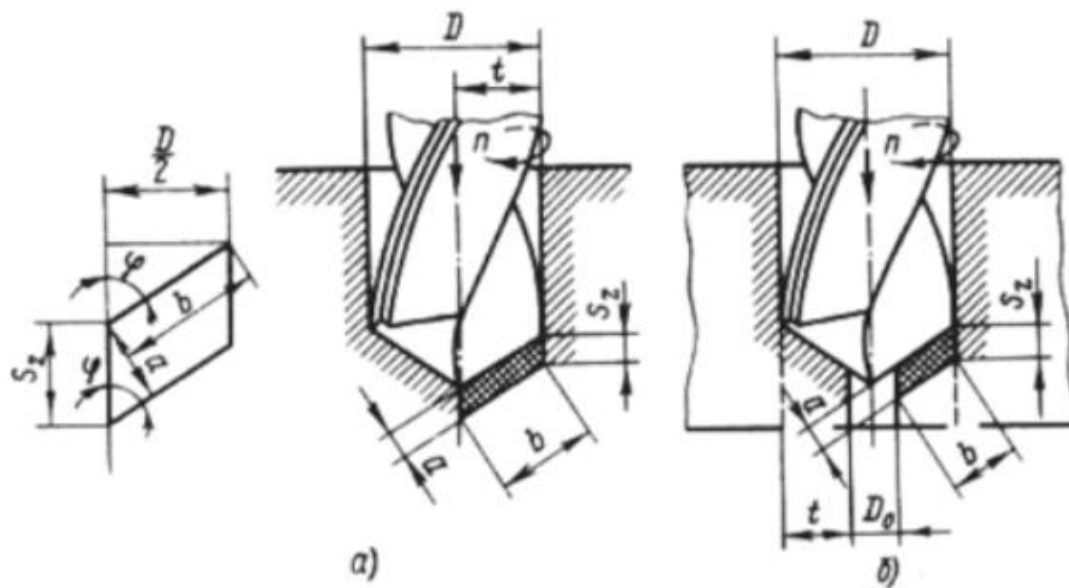


Рис.2.3. Елементи різання:

а - під час свердління, б - при розсвердлюванні; n - частота обертання свердла, об / хв, S_z - подача, яка припадає на одну ріжучу кромку, а - товщина шару, що зрізається, b - ширина зрізаного шару, t - припуск на сторону;

Спочатку свердлиться отвір малого діаметру, при цьому діаметр свердла повинен бути більше поперечної кромки більшого свердла; зазвичай діаметр меншого свердла дорівнює половині більшого. При цьому поперечна кромка більшого свердла в роботі не бере участь і зусилля різання зменшується, зменшується також відведення свердла від осі оброблюваного отвору.

Режими різання при розсвердлювання отворів зазвичай приймаються такими ж, як і під час свердління.

Розточування – процес механічної обробки внутрішніх поверхонь отворів розточувальними різцями в заданий розмір. В основному здійснюється на токарних, агрегатних, розточувальних і інших групах металорізальних верстатів. Розточування є однією з найскладніших операцій в металообробці.

Розточувальні верстати – група металорізальних верстатів, призначена для обробки заготовок великих розмірів в умовах одиничного і серійного виробництва. На цих верстатах можна робити розточування, свердління, zenкерування, нарізування внутрішньої і зовнішньої різьб, обточування циліндричних поверхонь, підрізування торців, циліндричне і торцеве фрезерування. Іноді на розточувальних верстатах можна здійснити кінцеву обробку заготівлі корпусної деталі без перестановки її на інші верстати.

Відмінною особливістю розточувальних верстатів є наявність горизонтального (чи вертикального) шпинделя, що здійснює рух осьової подачі. В отворі шпинделя закріплюється різальний інструмент – борштанга з різцями, свердло, zenкер, розгортка, фреза та ін.

Кординатно розточувальні роботи:

Координатно-розточувальні верстати використовуються для свердління отворів, розточування отворів, а так само для фрезерування площин деталі з різним ступенем точності. Залежно від розташування обробного інструменту верстата розрізняють горизонтально-розточувальних і вертикально-розточувальні обробку. Координатна розточування проводиться на таких деталях, як матриці, пуансонодержатель, знімач де необхідно з'єднання плит на штифтових отворах, щоб забезпечити рівномірний зазор між матрицею і пуансоном. Так само на координатно-розточувальному верстаті розточуються отвори для полумуфт для забезпечення точності у сполучених деталях [22].

Координатно-розточувальні роботи високої точності, розточування отворів - це одна із завершальних операцій по механічній обробці деталі. Розточувальні роботи виробляють на отворах, отриманих в процесі лиття або свердління для збільшення розміру та досягнення точного діаметру. Усувається і шорсткість поверхні виробу. Ці роботи виконуються на розточувальних верстатах при малих швидкостях, що дозволяє досягати при обробці деталі дуже високої точності, до десятих часток міліметра [22].

Загартування сталі

Загартування сталі – це процес, при якому відбувається нагрів металу до температур зміни його кристалічної решітки з подальшим її різким охолодженням. В результаті проходження сплавом процесу загартування він набуває властивість мартенситу і стає твердіше [25].

Властивості які дає загартування металу

Завдяки зміні внутрішньої структури металу деталі з нього отримують додаткову твердість і міцність. При різких механічних діях металеві структури стають крихкими із-за виниклої напруги в їх кристалічній решітці. Поверхня виробу покривається окалиною, що враховується при подальшій обробці. Також відзначається зниження пластичності й в'язкості. Для компенсації виниклих недоліків застосовують спосіб відпуску. Відпуск, на відміну від гартування, є вторинним процесом і нагрів деталі при ньому досягає до 150-500 градусів за Цельсієм з подальшим повільним охолодженням. Такий процес допомагає понизити міру напруженості кристалічної решітки та, як наслідок, зменшити її крихкість [25].

Загартування сталі

Для ефективного гартування існує низка параметрів, які необхідно враховувати. Серед них:

- Температура. Ця характеристика впливає на режим гартування: методика, при якій температура роботи вище критичної на 40-50 градусів, називається повним загартуванням. Якщо ж термообробка не досягає вказаних цифр, то процес вважається неповним.
- Час витримки металу. Цей параметр впливає на процеси зміни кристалічної решітки виробу, оскільки чим довше впливають високі температури на матеріал, тим більше властивостей мартенситу, фериту й аустеніту він отримає.
- Швидкість і спосіб охолодження. Для отримання структур мартенситу необхідно швидко охолодити аустеніт при температурі 500-600 градусів за Цельсієм. Повільне зниження температури дозволить

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

провести зміну структури мартенситу. В процесі охолодження важливо правильно вибрати середовище, в якому відбуватиметься увесь процес. Для таких цілей застосовують воду, мінеральну олію, а також розчин кухарської солі. При цьому вуглецеві сталі охолоджують за допомогою води з температурою 15-18 градусів за Цельсієм, а леговані обробляють в середовищі мінеральної олії.

Важливо розрізняти загартування за охолоджувальними середовищами:

- загартування в одному охолоджувальному середовищі застосовується для обробки металевих виробів нескладної форми. Це обґрунтовується тим, що при охолодженні в одному середовищі поверхня охолоджується швидше чим серцевина, що призводить до викривлення деталі і її подальшого розтріскування;
- гартування у двох середовищах: первинне охолодження до 300-400 градусів у воді, а потім повне охолодження в мінеральній олії. Частіше увесь цей метод застосовують для загартування інструментів, у складі яких є високий вміст вуглецю;
- ступінчасте загартування. Перший етап відбувається в соляній ванні, де температура досягає показників мартенситного перетворення. Потім робиться охолодження на повітрі або в іншому однорідному середовищі. З недоліків методу відзначається неможливість швидкого охолодження, через що він застосовується переважно для виробів з невеликим перерізом;
- струменисте загартування - використовується для термообробки певної частини металу. У цих цілях застосовують спеціальні установки з нагрівом і струминного подання води для охолодження;
- ізотермічне загартування має ідентичний технологічний процес зі ступінчастою обробкою, але відрізняється часом перебування в охолоджувальному середовищі для забезпечення розпаду аустеніту. В якості охолоджувального середовища застосовують розчини

розплавленої солі. Такий метод підходить для металів з різним вмістом вуглецю в складі, а також для легованих сталей;

- світле загартування. Тут в якості середовища охолодження застосовують розчини луги, які забезпечують очищення поверхні від окалини;
- загартування з самовідпуском, при якому металу не дають повністю охолодитися, витягаючи його з середовища. Серцевина виробу при цьому залишається розігрітою, що використовується для проведення відпуску матеріалу [25].

Спосіб гартування обирається залежно від властивостей сплаву. У загальних рисах сама технологія має наступний вигляд:

1. Заготівля нагрівається до 750 градусів, набуваючи властивість аустеніту.
2. Проводиться перевірка на нагріття усієї деталі, а не тільки її поверхні за допомогою приладу Роквеллу, який показує міру розжарювання металу на усіх його шарах.
3. Наступний етап - охолодження з використанням необхідного розчину.
4. Відпуск. При необхідності частково охолоджений виріб можна піддати відпуску [25].

Вибір охолоджувального середовища

Вибір охолоджувального середовища впливає на подальші властивості металу, а також на якість отриманого виробу.

При поверхневому загартуванні застосовується охолодження водою. Рідина не повинна містити домішок, а виріб має бути простої форми. Температура води при цьому складає 30 градусів за Цельсієм.

Охолодження каустичною содою застосовується для виробів складної форми. Такий розчин нагрівається до температури 60 градусів.

Невеликі в перерізі вироби, а також ті, які відносяться до тонкостінних, заведено охолоджувати із застосуванням мінеральних олій, забезпечуючи

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

постійну температуру розчину. Важливо, щоб в ньому не було води, яка може сприяти нерівномірному охолодженню виробу.

Варто зазначити, що каустична сода і мінеральні олії мають токсичність для людини під час роботи з ними, а також відрізняються вибухонебезпекою [25].

Вибір і підготовка сталі

Існування декількох методик і різноманітності засобів охолодження дозволяє гартувати майже будь-які види сталі. Виконання умов загартування дозволяє добитися необхідних характеристик як для легованих, так і для вуглецевих сталей. Тут варто зазначити, що вироби, у складі яких є хоч би невелика кількість вуглецю, не піддаються загартуванню, оскільки вірогідність руйнування деталей у такому разі занадто висока.

Щоб уникнути виникнення дефектів, необхідно заздалегідь підготувати сталь до термообробки. Для цього віддаляються сколи та щербини на металопродукції, також робиться зачистка його поверхні від іржі. Наявність зовнішніх дефектів може позначитися на подальшій цілісності продукту, а також твердості й пластичності. Також важливий етап уточнення складу металу, адже неправильно обрана техніка обробки може привести виріб в непридатність [25].

Шліфування.

Шліфування – процес різання металів за допомогою абразивного інструменту, ріжучим елементом якого є зерна. Зерна, що володіють високою твердістю, теплостійкістю і гострими крайками, з'єднані спеціальними сполучними речовинами в шліфувальні круги, сегменти, головки, бруски і шкурки; застосовують зерна і у вигляді паст і порошків [26].

Виступаючі зерна (Рис.2.4.) абразивного матеріалу, міцно закріплені в шліфувальному колі сполучною (цементуючим) речовиною, при обертанні кола з великою швидкістю (до 80 м / с) зрізають (дряпають) шар металу з заготівлі у вигляді дуже дрібної стружки. Велике число стружок (до сотні мільйонів в хвилину) і їх мала товщина (кілька мікрон) обумовлюються

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

малим розміром самих ріжучих зерен-різців і великою кількістю зерен, що одночасно беруть участь в різанні (дряпанні). Внаслідок малого перетину зрізу і великої швидкості різання шліфування забезпечує високу точність (2 - 1-й клас) і малу шорсткість обробленої поверхні (7 - 12-го класу), а тому цей процес частіше є остаточною (обробною) операцією. Однак шліфування успішно застосовують і для зняття великих обсягів металу, замінюючи обробку заготовки різцем або фрезою.

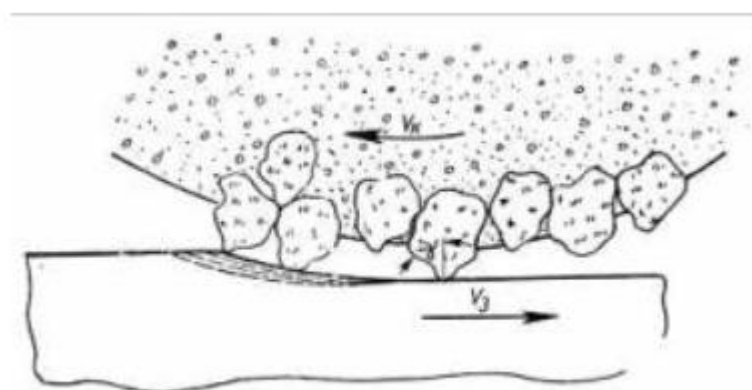


Рис.2.4. Виступаючі зерна

Процес стружко-утворення при шліфуванні наближається до різання, що здійснюється зубом фрези. Незважаючи на малі розміри зрізаного шару, одержувана при шліфуванні стружка має ту ж будову і вигляд, що і стружка, що отримується при фрезеруванні. Тут також мають місце пружне і пластичне деформування, тепловиділення, зміцнення, знос і ін. Але так як не всі зерна однаково беруть участь в роботі, то поряд з нормальною (дрібною) стружкою при шліфуванні виходить ще і металевий пил, який при високій температурі спікається.

Висока температура при шліфуванні (до 1000 - 1500 ° С) виникає в результаті наявності у зерен різноманітної, неправильної геометрії ріжучої частини (негативного переднього кута) і великій швидкості різання. Зі збільшенням зносу зерен температура при шліфуванні підвищується, що може викликати деформацію деталі, припінання, структурні зміни і тріщини на обробленій поверхні. Для зниження температури при шліфуванні сталей застосовують рясне (10 - 60 л / хв) охолодження. Мастильно-охолоджуючі

рідини сприяють також видаленню абразивного і металевого пилю з повітря і очищенню пір кола від продуктів відходу, підвищують продуктивність і зменшують шорсткість обробленої поверхні; знижується і розм'якшення зв'язки круга, яке виходить 'внаслідок нагрівання.

При шліфуванні заготовок зі сталей найбільшого поширення мають такі мастильні рідини:

1. 1% -ний розчин кальцинованої соди і 0,15% -ний розчин нітриту натрію;
2. 2% -ний водний розчин мильного порошку;
3. 5 - 7% -ний водний розчин емульсолів;
4. 3,5% -ний водний розчин нейтрального емульсолу на основі олеїнової кислоти.

При шліфуванні заготовок з алюмінію застосовують гас або гас з добавкою мінеральних масел. Заготовки з чавуну і міді часто шліфують без охолодження, але при цьому бажано наявність пиловідсмоктування.

Поряд із загальними явищами, властивими і іншим видам обробки металів різанням, процес шліфування має особливості:

- ріжуча кромка шліфувального круга не суцільна, а переривчаста, так як зерна розміщені один від одного на деякій відстані;
- зерна шліфувального круга неправильної, округленої в вершинах геометричної форми, довільно розташовані в колі, що є причиною негативного і непостійного значення переднього кута;
- внаслідок пірамідальної та округленої форми ріжучої частини зерна виникає складна залежність між глибиною і шириною западини, утвореною на обробленої поверхні кожним зерном-різцем;
- в процесі роботи шліфувальний круг може самозагострювальне, т. е. під дією підвищеного навантаження на затуплене зерно воно може розколотися або найчастіше викришується з зв'язки, оголивши нові гострі зерна, які і будуть продовжувати різання;

- внаслідок округлення вершини зерна і нульової товщини зрізу в момент, що передує дряпання - зрізання (при врізання), зерна піддаються великому тертю об поверхню різання, утворену попереду йдуть зернами-різцями)
- процес зняття стружки зерном відбувається за короткий проміжок часу (0,0001 - 0,00005 с).

Ці особливості роблять процес різання при шліфуванні складнішим, ніж при інших видах обробки, і створюють великі труднощі як при теоретичному, так і експериментальному його дослідженні [26].

Зварювання

На даний час у промисловості є дуже багато способів зварювання, які у певних випадках спрощують задані задачі, вирішують складні проблеми у складанні та виготовленні конструкцій, також підвищують якість конструкцій збільшуючи їхні певні характеристики, термін експлуатації, стійкість проти зношування та витривалість при навантаженнях.

Зварювання часто використовують для відновлення спрацьованих деталей, ремонту несправних конструкцій які під час роботи при певному навантаженні вийшли із ладу. І використовують наплавлення та напилення окремих деталей та вузлів для надання металу нових характеристик які потрібні для використання у заданих умовах праці. Ми знаємо, що у зварюванні є три класи такі як : термічний, термомеханічний та механічний.

Ці класи відрізняються між собою робочою енергією яка використовується під час зварювання. У термічному класі використовується теплова енергія, у термомеханічному теплову енергію і тиск, та у механічному механічну енергію і тиск. Кожен із тих класів має певну кількість видів зварювання. Найчастіше нам у повсякденному житті зустрічаються види зварювання як: дугове, газове, плазмове, лазерне, термітне, зварювання терттям та інші. Маючи певні вимоги які повинні виконуватися при виготовленні нашого виробі ми можемо вибрати деякі

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

типи зварбвання які найбільш будуть підходити у нашому випадку. І проведем аналіз ручного дугового зварювання (ММА), напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів (MIG, MAG), аргонодугове зварювання (TIG) . Ручне дугове зварювання штучним електродом є найпоширенішим типом зварювання яке використовується як і в виробництві так і для дрібних домашніх робіт у повсякденному житті.

Електроди являють собою металевий стержень різних діаметрів, який має захисне покриття також це називають обмазкою. Є електроди із рутиловим, основним, кислим, та целюлозним покриттям, також використовують електроди із змішеним покриттям наприклад рутило - целюлозне. Металевий стержень підводить зварювальний струм до деталі. При плавленні електрода металевий стержень розплавляється та заповнює зварювальну ванну електродним металом, а захисне покриття при плавленні електрода утворює газ який захищає зварювальну ванну від шкідливих речовин які оточують її у навколишньому середовищі. Крім цього покриття електрода виконує ще інші функції, утворює шлак який покриває зварювальну ванну який також дає певний захист, розкислює метал, покращує горіння дуги, і проводить легування металу. Схема процесу ручного дугового зварювання (Рис.2.5.).

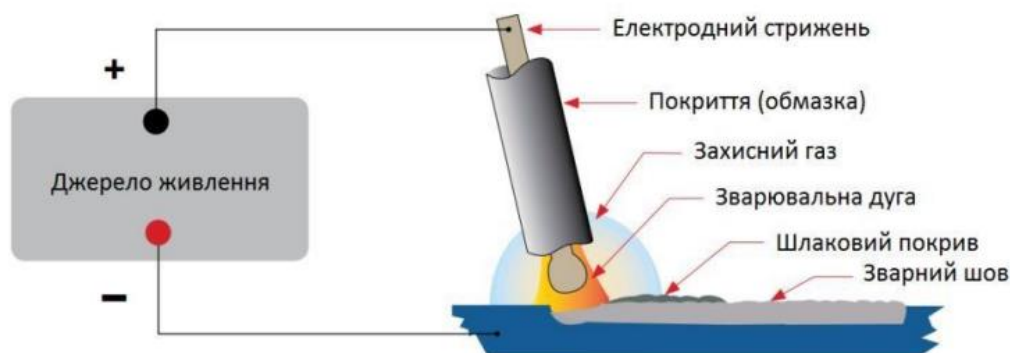


Рис.2.5. Схема процесу ручного-дугового зварювання

Недоліки РДЗ можуть бути різноманітними. Зварювальник повинен мати відповідний рівень кваліфікації, тому що при зварюванні цим способом може утворюватися різна міцність шва, матеріал електродів повинен відповідати матеріалу основного металу. РДЗ використовують для малого обсягу роботи тому що він є менш продуктивний, ідуть затрати часу на слюсарні справи такі як підготовка металу, розроблення кромки, зачищення металу шва від шлаку також заміна електрода і обивка шлаку перед продовженням процесу зварювання.

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах (CO_2) (Рис.2.6.). Цей тип зварювання дещо схожий до ручного дугового але є відмінності у захисті зварювальної ванни та у подачі електродного металу. Дріт подається у зварювальну ванну спеціальним механізмом автоматично разом із захисним газом. Газ проходить через редуктор у зварювальний апарат протікаючи шлангами та виходить у ванну через пальник. Переваги напівавтоматичного зварювання наведені у таблиці 2.4.

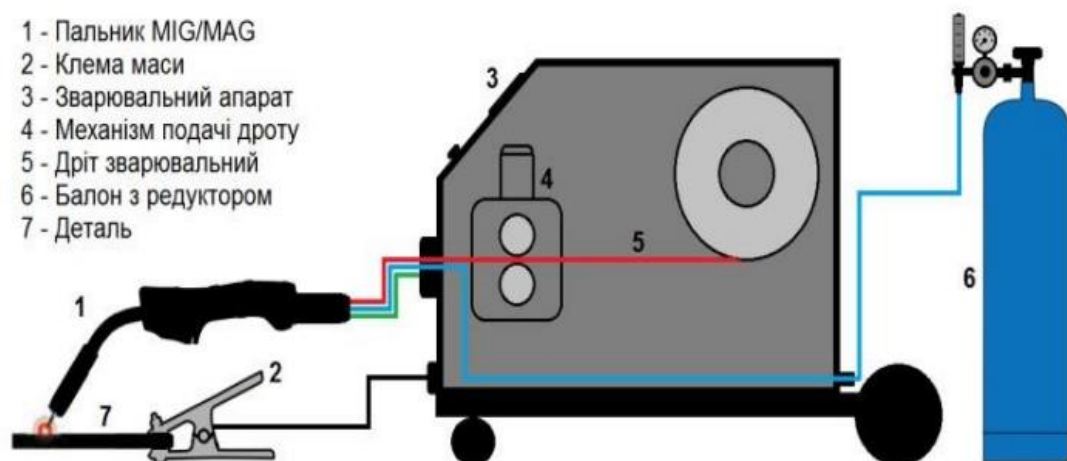


Рис.2.6. Схема процесу напівавтоматичного зварювання CO_2

Таблиця 2.4.

Переваги напівавтоматичного зварювання наведені

1	Найдешевший спосіб зварювання серед вибраних
2	Не потрібно відбивати шлак із зварних швів
3	Зменшується затрата ручної праці після зварювання, підготовки до зварювання та зберігання матеріалів в порівнянні з попереднім способом
4	Високий ступінь концентрації нагрівання виробу, що дозволяє значно зменшити зону термічного впливу й жолоблення виробу після зварювання
5	Висока продуктивність
6	Можливо зварювати метал товщиною від 2 до 14 мм без розробки кромки
7	Можливість одержати високоякісних з'єднань металів і сплавів
8	Велика можливість механізації й автоматизації процесу

Недоліки напівавтоматичного зварювання наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5.

Недоліки напівавтоматичного зварювання

1	Неможливість проведення зварювання на відкритому повітрі
2	Не мобільність
3	Не великий ступінь розбризкування металу

Аргонодугове зварювання (TIG) (Рис.2.7.) Цей спосіб майже не відрізняється від напівавтоматичного тому що це також зварювання в

середовищі захисних газів. Сама реалізація зварювання утворюється в результаті запалювання дуги між вольфрамовим електродом та зварювальною деталлю і подачею газу у зварювальну зону. А матеріалом яким заповнюють зварювальну ванну називають спеціальними присадними прутками які підбирають безпосередньо під кожний метал. Захисний газ Аргон в свою чергу виконує такі ж самі функції як і інші гази як використовуються при зварюванні вони є як ізолятор так і захищають ванну від впливу навколишнього середовища не даючи шкідливим домішкам потрапляти у зварну ванну. Аргон надійно захищає метал під час зварювання, він має такі хімічні властивості, які не допускаються щоб метал зварювальної ванни взаємодівав із киснем.

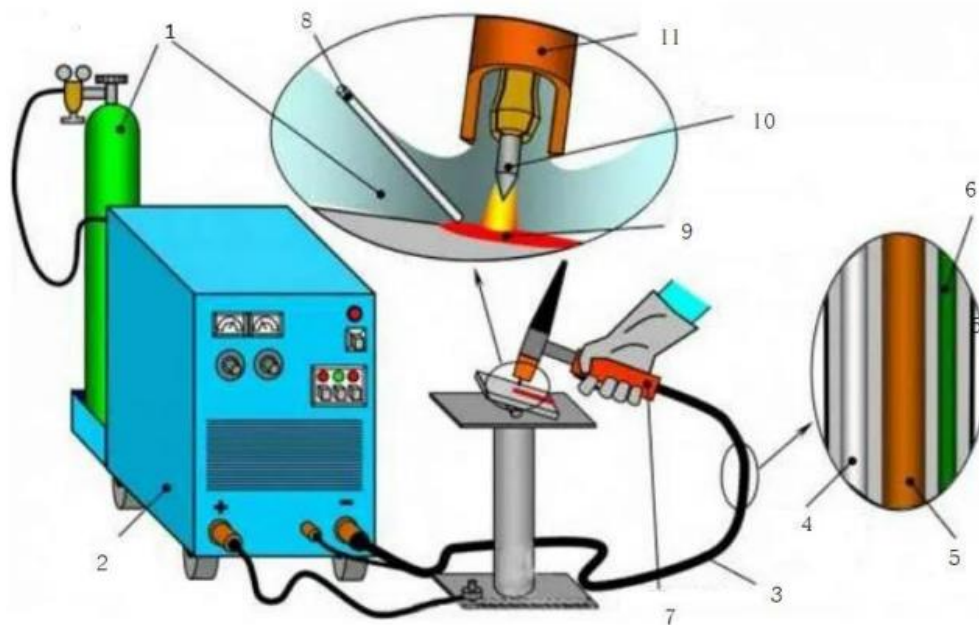


Рисунок 2.7. - Схема аргон дугового зварювання (TIG).

- 1-Захисний газ. 2 - Зварювальний апарат. 3 - Шланг. 4 - Газовий шланг.
 5 - Зварювальний кабель. 6 - Кабель управління. 7 - Пальник.
 8 - Присадковий прутик. 9 - Зварювальна ванна. 10 - Вольфрамовий електрод.
 11 - Сопло.

TIG – ручне аргоне зварювання неплавким електродом у якому провідником слугує електрод із тугоплавкого матеріалу найчастіше

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

використовують вольфрам. Цей матеріал майже не піддається плавленні. Температура плавлення вольфраму сягає більш ніж 3600 градусів, а температура яка виникає під час зварювання досягає близько 2000 градусів.

TIG зварювання можна використовувати для домашніх потреб, малосерійного виробництва та у промислових велико серійних виробництвах. Переглянувши і зрівнявши всі переваги і недоліки було виявлено, що найкращий тип зварювання у нашому випадку підходить напівавтоматичне зварювання в захисному газі. Напівавтоматичне зварювання переважає перед вибраними тому що ним можливо зварювати без скосу кромки від 2 до 14 мм, має високу продуктивність, найвигідніший, зменшується обсяг слюсарної роботи. При використанні цього способу потрібно налаштувати додаткові і основні параметри. Також в даному способі можливе зварювання як і в інертних так і в активних газах, інертні гази а порівнянні із активними являються більш дорогими, добре себе проявляють при зварювання легированих сталей та кольорових металів. Для зварювання нашого виробу більш підходить вуглекислий газ через дешевизну у порівнянні із інертними газами (Аргон, Гелій), його часто використовують при зварюванні низьковуглецевих, середньо-вуглецевих та низьколегированих сталей.

Часто зустрічаються суміші цього газу із іншими газами наприклад аргон чи кисень. Якість захисного газу дуже впливає на якість зварного шва. При зварювання в середовищі вуглекислого газу в зоні дуги через сопло пальника безпосередньо передається вуглекислий газ. Основний метал розправляється тепло яке виділяє дуга одночасно розплавляється і електродний дріт. Розплавлений метал зварювальної ванни кристалізується і утворюється зварний шов. Даний спосіб зварювання характеризується інтенсивним розбризкування в електронного металу, що приводить до засмічення апаратури і поверхні виробу. Інтенсивного розбризкування можна уникнути, якщо додати до вуглекислого газу кисень в кількості до 30%. Внаслідок цього покращується формування шва та знижується вартість захисного середовища; підвищується стійкість металу шва проти утворення

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

пор, викликаних воднем. За іншими показниками якість шва, виконаних в суміші вуглекислого газу та кисню, не поступається якості шва використаних вуглекислого газу [30, с.116]. Крім цього, досвід показує, що додавання до вуглекислого газу кисню в кількості 20- 30%, зменшує характер перенесення електродного металу. Процес крупно-крапельного переносу переходить в дрібно крапельний або струменевий. При цьому збільшується глибина прокладання коефіцієнт розплавлення на 15 відсотків, коефіцієнт наплавлення на 25 відсотків. [29, с.146].

Напівавтоматичне зварювання в $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ є високопродуктивним способом з механізованою подачею електродного дроту в зону зварювання. До переваг процесу слід віднести його економічність, не дефіцитність захисних газів і достатню високу якість металу шва. Отже, для зварювання ковша екскаватора застосовуємо напівавтоматичне зварювання плавким електродом в середовищі $\text{CO}_2 + \text{O}_2$, де вміст O_2 - 30 %. Дріт для зварювання виготовляють згідно ГОСТ 2246-70 за усіма вимогами. Марки дротів Св - ХГ2С, Св - 08Г2С, Св-12ГС, Св - 08ГС, вони мають високий вміст кремнію та марганцю. Ці марки використовують для зварювання низьколегованих і мало вуглецевих сталей. Дроти із складом кремнію та марганцю забезпечують якісні та міцні зварювальні шви, вони запобігають менше забруднення шва оксидними речовинами, менший відсоток утворення гарячих тріщин, має хороші механічні властивості. Для того щоб отримати надійний та якісний зварювальний шов потрібно правильно підібрати електродний дріт так щоб вміст вуглецю співпадав із основним металом або трохи менший який має 0,009 вмісту. При використанні газу CO_2 за рахунок взаємодії проходить окислення домішок і заліза які є у сталі. При аналізуванні зварювальних дротів, переглянувши їх хімічний склад ми вияснили що дріт Св– 08Г2С найбульш підходить нам для зварювання виробу, менший вміст вуглицю на 0,001 %, також має марганець (Mn 0,2 відсотки) і кремній (Si 0.95 відсотків). Хімічні склад та, механічні властивості приведені в таблицях 2.6, 2.7.

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Таблиця 2.6.

Хімічний склад дроту Св-08Г2С в % згідно ГОСТ 2246- 70 [28] [29,с.77]

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
					Не більше	
0,05-0,11	0.70-0.95	1.8-2.1	≤0.20	≤0.25	0,025	0,03

Таблиця 2.7

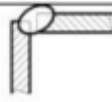
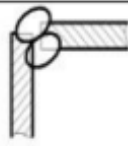
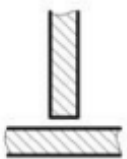
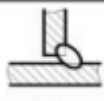
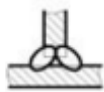
Механічні властивості дроту Св-08Г2С, у %, згідно ГОСТ 2246- 70 [28]

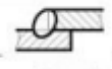
Асортимент	Розмір	σВ	σТ	τ
-	мм	МПа	МПа	%
ГОСТ 5520-79		520	440	30

Отже, для зварювання ковша із сталі 09Г2С будемо застосовувати дріт суцільного перерізу марки Св-08Г2С і діаметром 1 і 2 мм. Даний дріт придатний для зварювання у всіх просторових положеннях, а плавлений метал отримується добре розписаний при достатньому вмісті кремнію і марганцю з високими міцними і пластичними властивостями.

Таблиця 2.8.

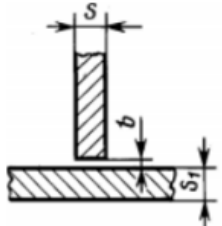
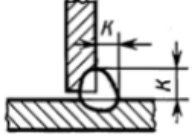
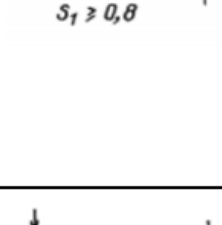
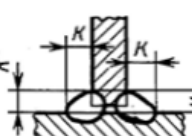
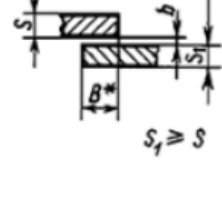
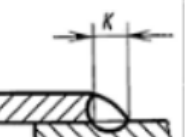
Типи зварювальних з'єднань при дуговому зварюванні в захисному газі згідно ISO 5817:2016 [27]

Вид з'єднання	Форма підготовлених кромок	Характер виконаного шва	Форма поперечного січення		Межі товщин деталей, що зварюються	Умовне позначення шва
			Підготовлених кромок	Виконаного шва		
КУТОВЕ	Без скосу кромок	Односторонній			1-30	K4
	Без скосу кромок	Двосторонній			2-30	K5
ТАВРОВЕ	Без скосу кромок	Односторонній			2-40	T1
		Двосторонній			2-40	T3

ВНАПІС ТОК	Без скосу кромок	Односторонній			2-60	B1
		Двосторонній				B2

Таблиця 2.9.

Типи зварювальних з'єднань при дуговому зварюванні в захисному газі згідно ISO 5817:2016. [27]

Умовне позначення зварного з'єднання	Конструктивні елементи		Спосіб зварювання	S=S1	b	B
	Підготовки кромки зварювальних деталей	Шов зварного з'єднання				
T1	 $S_1 \geq 0,8b$		УП	0,8-3,0	+0,5	
				3,2-5,5	+1,0	
T3	 $S_1 \geq 0,8b$			6,0-20,0	+1,5	
					22,0-40,0	+2,0
B1	 $S_1 \geq S$			5,5-10,0	+1,0	8,0-40,0

2.3. Вибір технологічного обладнання

Вибір технологічного обладнання та засобів технологічного оснащення, а також розробка технічних завдань на проектування спеціальної оснастки є важливими етапами процесу виготовлення ковша. На цих етапах необхідно враховувати технічні вимоги до виробу, обсяг та склад операцій, які потрібно виконати, а також враховувати можливості технологічного обладнання та доступних засобів оснащення.

При виборі технологічного обладнання необхідно враховувати такі фактори, як потужність, точність, продуктивність, надійність та доступність обслуговування. Вибір засобів технологічного оснащення повинен

відповідати вимогам оброблюваних деталей і операцій, забезпечувати необхідну точність, ефективність та безпеку виготовлення виробу.

Розробка технічних завдань на проектування спеціальної оснастки передбачає визначення вимог до оснастки, розробку концепції та конструктивного вирішення оснастки, вибір матеріалів, розрахунок деталей та з'єднань, підготовку технічної документації. У технічних завданнях важливо уточнити всі потрібні параметри оснастки, її функціональні вимоги та взаємозв'язок з іншими елементами виробничої системи.

Враховуючи всі ці фактори, вибір технологічного обладнання, засобів технологічного оснащення та розробка спеціальної оснастки допоможуть забезпечити ефективне та якісне виготовлення ковша.

Проектне пристосування виконується для операції зварювання ковша. Це спеціальний засіб, який використовується для фіксації та позиціонування ковша під час зварювання. Його основна функція – забезпечити стійку фіксацію ковша та точну його орієнтацію, щоб забезпечити виконання необхідних геометричних параметрів та розмірів.

Проектне пристосування може включати спеціальні затискачі, позиціонери, утримувачі або інші засоби для надійної фіксації ковша та його забезпечення потрібним положенням під час зварювання. Вони дозволяють оператору точно налаштувати положення деталей ковша, забезпечуючи необхідну стабільність та повторюваність операції зварювання. Таке пристосування сприяє високій якості зварювання деталей ковша та забезпечує відповідну точність та геометричну відповідність вимогам конструкції.

Розробка проектного пристосування для зварювання деталей ковша вимагає врахування особливостей конструкції, розмірів та форми, а також вимог щодо точності. Основна мета проектування - забезпечити ефективну та надійну операцію зварювання з мінімальними відхиленнями від заданих параметрів.

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Технологічне обладнання:

Вальці 3-х Валкові Гідравлічні Bernardo [34].



Рис.2.7. - Вальці 3-х Валкові Гідравлічні Bernardo

Таблиця 2.10.

Характеристики вальців 3-х валкових гідравлічних Bernardo

Потужність	22,0 кВт
Довжина	6000 мм
Ширина	2150 мм
Висота	2150 мм
Максимальна товща	330,0 мм
Довжина ролика	3100 мм
Вага	20300 кг
Діаметр ролика	430 мм

Машина термічного розкрою Marlin Fire Bridge

Машина термічного розкрою Marlin Fire Bridge (Рис.47) -1500-3000 (GP, P, G) демонструє найвищий рівень продуктивності з усього модельного ряду. Машина працює з листовим металом товщиною від 0,8 мм до 150 мм (200 мм модель-G). Установка Fire Bridge оснащена захистом плазмотрону при зіткненні різаків з вирізаними деталями. Ширина робочої зони від 1,5 м до 3,0 м, довжина від 3,0 м до 24,0 м. Швидкість розкрою до 10 000 мм на хвилину, а швидкість переміщення – до 20 000 мм.

Marlin Fire Bridge має високий рівень автоматизації, двосторонню рейкову дорогу, кабелі та шланги в енергетичних коробах, потужні серводвигуни. Це дозволяє організувати дво- або тризмінну роботу на установці.

Marlin Fire Bridge працює з джерелами плазми високої точності. У якості плазмоутворюючого та захисного газів використовують повітря, кисень, азот або суміші газів [35].



Рис.2.8. Машина термічного розкрою Marlin Fire Bridge

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Характеристики машини термічного розкрою Marlin Fire Bridge

Ширина робочої зони	від 1,5 до 3 м.
Довжина робочої зони	від 3 до 30 м.
Швидкість переміщення	до 20 м/хв.
Приводи по осях	сервоприводи
Різання металу плазмою	до 80 мм.
Різання металу газом	до 200 мм.
Захист плазматрона при зіткненні	+
Навантаження на стіл	до 1600 кг/м. кв
Інтегровані джерела плазми	до 440 А.
Можливість вибору ЧПУ	+
Консоль для газового різання	2 і 3-х ступінчаста
Кількість супортів	до 4-х штук

Вертикально-свердильний станок Z5163B

Рис.2.9. - Вертикально-свердильний станок Z5163B

Характеристики вертикально-свердильного станка Z5163B [36]

Параметри	Од. змін.	Z5163B	Z5180B
Мах діаметр свердління	мм	Ø63	Ø80
Мах розмір різьблення		M50	M56
Мах зусилля подачі	N	30000	30000
Мах допустимий крутний момент шпинделя	N*м	800	800
Глибина	мм	375	375
Конус шпинделя		MT6	MT6
Переміщення шпинделя	мм	250	250
Переміщення шпиндельної бабки (вручну)	мм	250	250
Діапазон оборотів шпинделя	Про/хв	40-570	40-570
Кількість швидкостей шпинделя		9	9
Діапазон подач шпинделя	мм/про	6: 0.1-0.78	6: 0.1-0.78
Вертикальне переміщення	мм	300	300
Розміри робочого столу	мм	550x470	550x470

Мах відстань від шпинделя до робочого столу	мм	800	800
Розміри столу бази	мм	550x650	550x650
Мах відстань від шпинделя до столу бази	мм	1250	1250
Потужність двигуна	кВт	5.5	5.5
Габарити	мм	965x1452x2787	965x1452x2787
Вага	кг	2500	2500

Токарний верстат по металу CORMAK CJ 6250YC/1500



Рис.2.10. - Токарний верстат по металу CORMAK CJ 6250YC/1500

Таблиця 2.13.

Характеристики токарного верстату CORMAK CJ 6250YC/1500 [37]

Виробник	<u>CORMAK</u>
Напруга, В	380
Потужність, Вт	7500

Макс. діаметр обробки над станиною, мм	500
Макс. діаметр обробки над супортом, мм	310
Відстань між центрами, мм	1500
Частота обертання шпинделя, об/хв	36 .. 1600
Система подачі СОЖ	так
Регулювання оборотів	так
Поздовжнє подання	0.063 – 2.52 мм
Поперечна подача	0.027 – 1.07
Піноль задньої бабки	MT5
Хід пінолі задньої бабки, мм	150
Конус шпинделя	МК7
Крок дюймового різьблення	2 - 28 TPI
Габарити, мм	2500 x 1100 x 1380
вага, кг	3300

Висновки

Було проведено аналіз базового технологічного процесу, розглянуто та обрано обладнання для виготовлення ковша контрольно-вимірювальних приладів. Розглянуто фізичні та хімічні характеристики матеріалів ковша, складено технологічний процес виготовлення ковша.

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1.Обґрунтування зварювального пристосування.

Вибір та розроблення пристосувань - один із елементів технологічної підготовки виробництва нових виробів. Конструювання нових пристосувань або модернізувати існуючого проводять на основі:

- вивчення креслень та технічних умов на зварну конструкцію;
- розроблення і вивчення технологічного процесу виготовлення виробу;
- аналізу виробничої програми виготовлення виробу;
- техніко-економічного обґрунтування оптимального варіанту пристосування з числа можливих. Для зменшення трудомісткості у процесі виготовлення виробів використовують різноманітні пристосування вони збільшують продуктивність, пришвидшує тривалість виготовлення виробу, покращує умови праці та якість виконання робіт, автоматизує виробництво і спрощує багато процесів у виконанні зварних виробів.

При виробі типу пристосування потрібно враховувати технологію складання. Послідовність складання деталей, зазори між зварювальними деталями перед накладанням швів, технологія і спосіб зварювання - все це впливає на тип пристосування. При складанні необхідно забезпечити взаємно перпендикулярні окремих деталей, розмір елементів виробу під певним кутом, притискання їх один до одного і з'єднання деталей приховуванням з наступними їх зварюванням в одному пристосуванні. Крім цього, при виборі пристосування враховується габарити та маса конструкції, розміри деталі, характер їх розміщення у вузлі. Великий вплив мають умови експлуатації пристосування:

а) місце розміщення пристосування, тобто можливість кріплення окремих елементів кондуктора до колон або цін будівлі;

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

б) характер і наявність в цеху вантажно-підіймальних і трансформаторних засобів, ступінь зварювання і можливість їх використання;

в) наявність стиснутого повітря і можливість його використання. Одне з основних призначень складально-зварювальних кондукторів полягає в зменшенні трудомісткості складально-зварювальних робіт. Крім цього, кондуктори повинні забезпечувати встановлення складальних одиниць ковша екскаватора в зручне для зварювання положення, в якому зварником витрачалися б найменші зусилля в процесі роботи. Базування деталей здається таким чином, щоб технічні бази деталей спиралися на установчі верхні пристосувань. В загальному випадку, для цього достатньо притиснути деталь до шести опорних точок, що розміщені в трьох взаємно перпендикулярних площинах (Рис.3.1.)[31, с. 52]. Установчі бази вибираються так, щоб основні шість точок, що призначені для фіксування виробу, або кожного з його окремих елементів, розміщувалися на максимальній віддалі один від одного. Це відноситься, як до підключення елементів пристосування, так і до елементів виробу, по яким базується інші елементи, що приварюються до них [32, с.133]. Базування деталей, які входять в складальної одиниці здійснюється з застосуванням різноманітних з'єднань. При цьому, слід враховувати форму і жорсткість поверхонь базування, а також точність забезпечення встановлених розмірів.

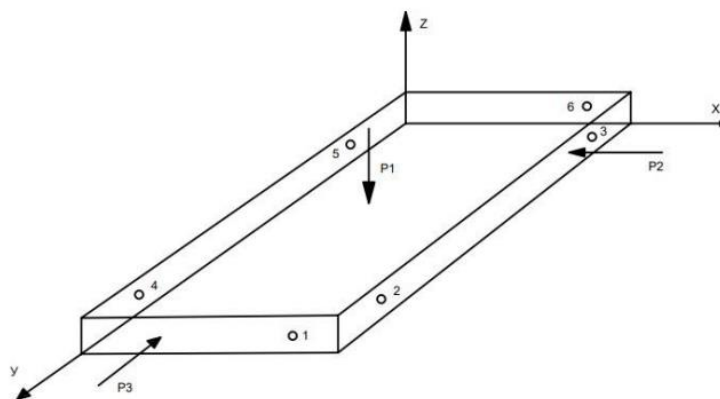


Рис.3.1. - Схема базування деталі

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

В зварювальних пристосування часто базування заготовок, наприклад листових ведеться по площині. В цьому випадку, заготовку достатнього встановити на 3 точки в площині. Для стійкого положення її центру тяжіння повинен знаходитися в середині трикутника, вершинами якого є ці точки. В якості головної розуміючої поверхні бажано обирати поверхню, яка має найбільші габаритні розміри, а в якості направляючої- поверхню найбільшої довжини. Установчими базами деталей можуть бути поверхні, який механічно оброблені, так і не оброблені, ті які не мають хвилястості, невизначені кривизни. Для кожної конкретної деталі виробу, що складається, з форма визначається тип установчих деталей пристосування. таким чином, конструкція установчих елементів буде залежати від вибору базових точок. Необхідне взаємне розміщення деталей і вузлів ковша екскаватора забезпечується за допомогою установчих елементів пристосування. Установчі деталі(пальці, упори, опори, призми) утворюють базові поверхні пристосування і забезпечують правильну орієнтацію деталі в них у відповідності з правильним місцем точок. Упори встановлюються для фіксування деталей по боковим поверхня. В якості упори, які розміщуються контуру деталі, можуть бути прямокутник планки, ребра, штирі. Упори можуть бути постійними, поворотними, відкидними, відповідними або змінними з рельєфною, сферичною або плоскою базовою поверхнею. Постійні упори закріплюється на корпусі пристосування за допомогою гвинтів або зварюванням. Для підвищення зносостійкості робочі поверхні упорів змінюється термо-обробленням або плавлення.

Відкидні упори (Рис.3.2.) застосовують, коли при використанні постійного упору неможливо зняти виріб після для приховування. Вони вільно насаджується на вісь, розміщену поза робочою поверхнею кондуктора. Перед складанням тієї чи іншої складальної одиниці, відкидний упор відводиться в бік таким чином, щоб повністю звільнити робочу поверхню пристосування.[33,с.16]

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

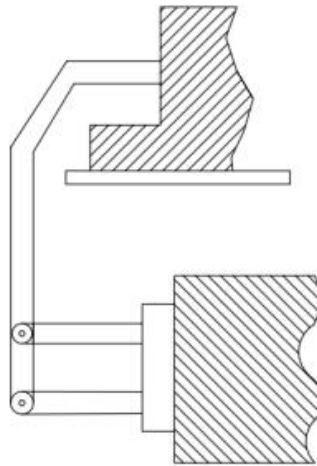


Рис.3.2. - Відкидний упор

3.2.Принцип роботи зварювального пристосування

Конструктивна схема пристосування яка використовується при виготовленні даної конструкції, її забезпечує необхідну послідовність складального зварювальних операцій. Деталі конструкції складаються з пристосування транспортними засобами, подаються по опорах та фіксаторах, а потім закріплюється затискачами. Спочатку використовується складання і зварювання окремих складальних одиниць, з яких складається даний виріб. Використання спеціальні пристосування- кондуктори. Після виготовлення окремих складальних одиниць проводяться складально-зварювальні роботи по виготовленню ковша екскаватора в цілому. Враховуючи великі габарити конструкції, операції складання та зварювання виконують по чергово, тобто шляхом нарощування окремих елементів. Це забезпечує зручність виконання зварних з'єднань і після операційного контролю. На завершальному етапі виготовлення конструкції використовуються спеціальні кантувач, на якому проводиться остаточна комплектування виробу: зварювання в місцях, які раніше неможливо або недоцільно було б виконати, шляхом переміщення їх у нижче положення. На кантувачі проводять зачищення конструкції від бризг

розплавленого металу, що потрапили в процесі зварювання. Застосування командувача забезпечує зручність виконання зварних швів. Чергування складальних та зварювальних операцій полегшує використання високо продуктивного зварювального обладнання.

3.3.Виконання скінченно-елементного аналізу збірки

Виконання скінченно-елементного аналізу (СЕА) збірки ковша є важливим кроком у визначенні його механічної міцності та стійкості. Цей аналіз базується на методі скінченних елементів, який дозволяє розбити складну конструкцію на менші елементарні частини (елементи) та виконати розрахунок їхньої поведінки за допомогою математичних моделей.

Скінченно-елементний аналіз збірки ковша включає наступні кроки 45 – 46:

1. Моделювання: Створення тривимірної моделі ковша, яка включає всі його компоненти, деталі та з'єднання між ними. Модель може бути побудована за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для скінченно-елементного аналізу.
2. Визначення матеріальних властивостей: Встановлення матеріальних властивостей кожного елемента моделі, таких як міцність, модуль пружності, пластичність тощо. Ці дані зазвичай визначаються експериментально або використовуються значення з літературних джерел.
3. Застосування навантажень: Визначення типів навантажень, які діють на ківш під час його експлуатації, таких як сила тертя, навантаження, моменти та інші фактори. Навантаження можуть бути введені як статичні або динамічні.
4. Виконання аналізу: Виконання скінченно-елементного аналізу для визначення напружень, деформацій та інших параметрів поведінки

ковша під навантаженням. Результати аналізу дозволяють оцінити міцність, стійкість та ефективність ковша.

5. Оцінка результатів: Аналіз результатів скінченно-елементного аналізу та оцінка їх відповідності вимогам міцності, жорсткості, стійкості та безпеки. Необхідні модифікації конструкції можуть бути внесені на основі отриманих результатів.
6. Документування результатів: Оформлення звіту про скінченно-елементний аналіз, включаючи опис моделі, використані матеріальні властивості, навантаження та отримані результати. Цей звіт може бути використаний в подальшому процесі проектування та виготовлення пристосування.

Виконання скінченно-елементного аналізу збірки ковша дозволяє оцінити його механічну міцність, стійкість та ефективність в реальних умовах експлуатації. Цей аналіз сприяє покращенню якості та надійності ковша та зменшенню ризику виникнення непередбачуваних проблем під час експлуатації.

Вибір матеріалів, закріплення та навантаження для проведення СЕА-аналізу:

1. Знаючи характеристики сталей проводимо підбір матеріалів в програмі.
Через не відповідність матеріалів в програмі , вибираємо їх аналог , який найбільш наближений до характеристик сталей вибраних для виготовлення ковша.
2. Вибір закріплення ковша для проведення СЕА-аналізу відбувається аналогічно тому, як відбувається закріплення ковша до міні-екскаватора (Рис.3.3.).

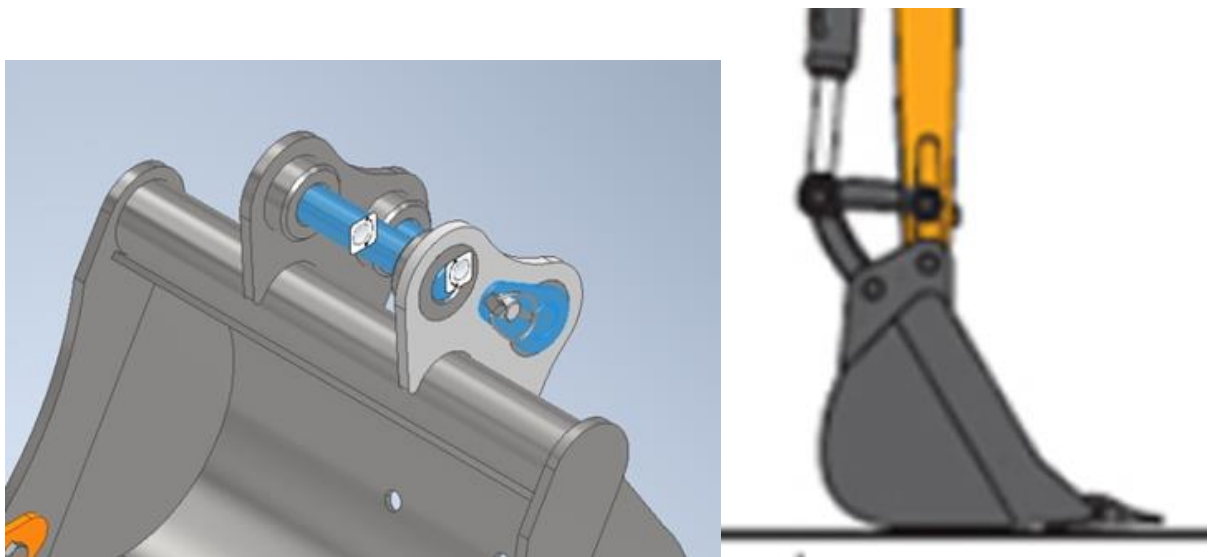


Рис.3.3. - Вибір закріплення ковша

3. Вибір навантаження та місце його прикладання відбувається на робочу частину ковша (Рис.3.4) , а саме:

- Використовую навантаження в розмірі 3000 Н , яке відповідає робочому навантаженню та прикладається рівномірно.
- Робочою частиною ковша , являється: зуби; ніж.

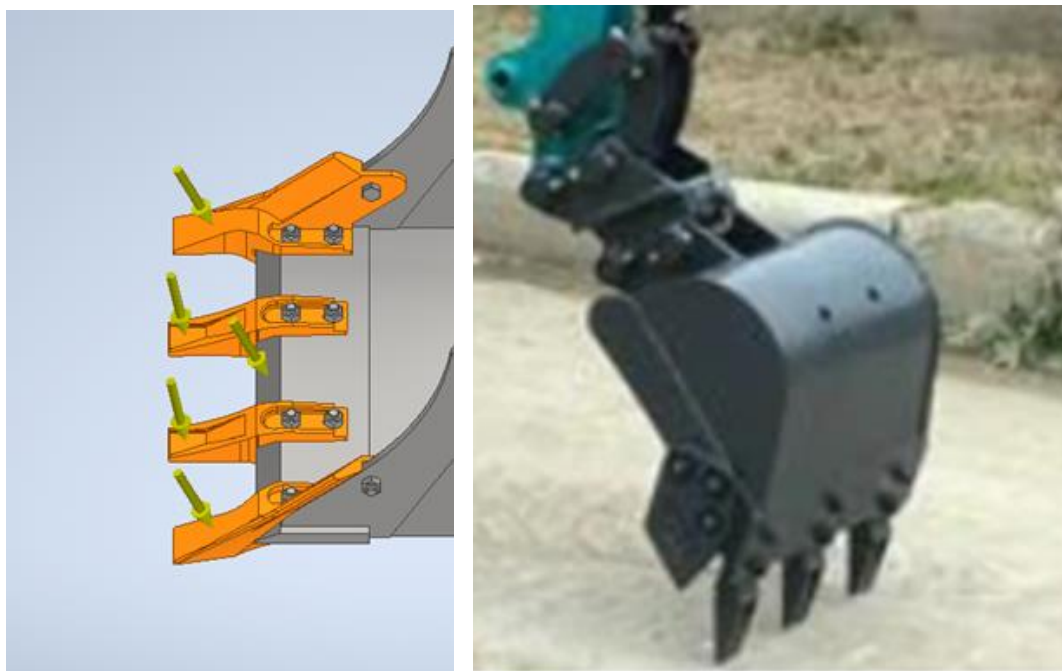


Рис.3.4. - Вибір навантаження та місце його прикладання

Скінчено-елемента модель проєктного ковша – Рис 3.5. Результати СЕА-аналізу наведено нижче (Рис.3.6. – 3.10.)

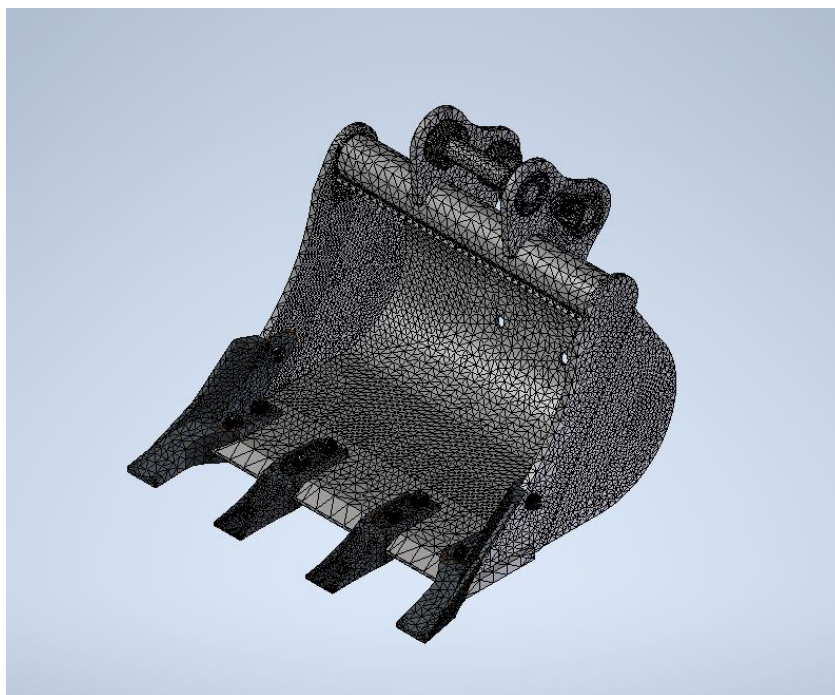


Рис.3.5. – Скінчено-елемента модель проєктного ковша

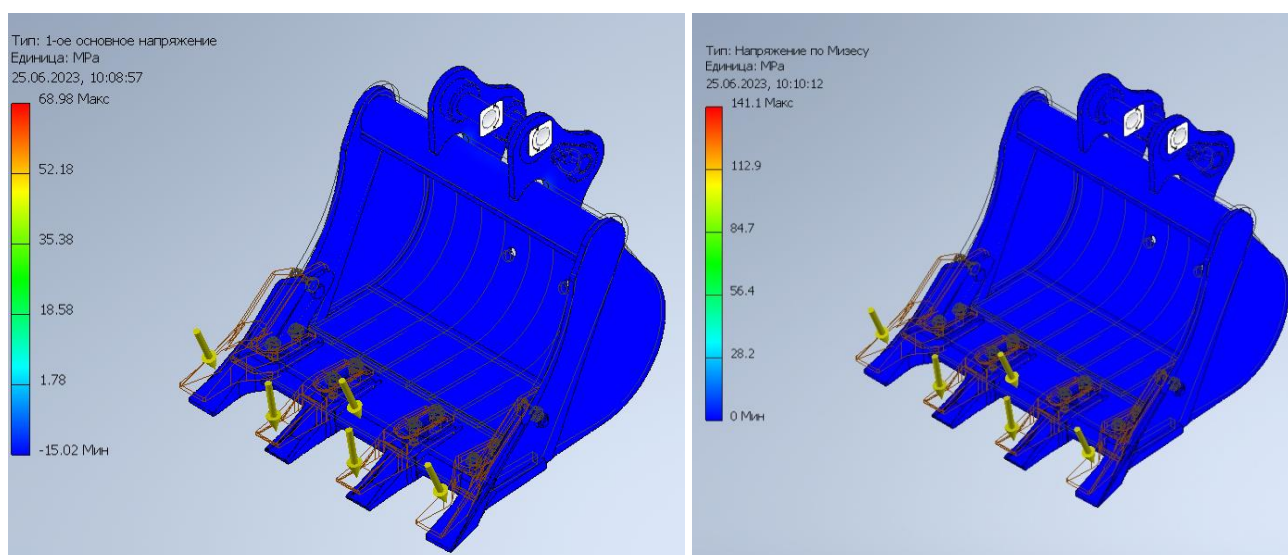


Рис.3.6. – Результати СЕА-аналізу: напруги

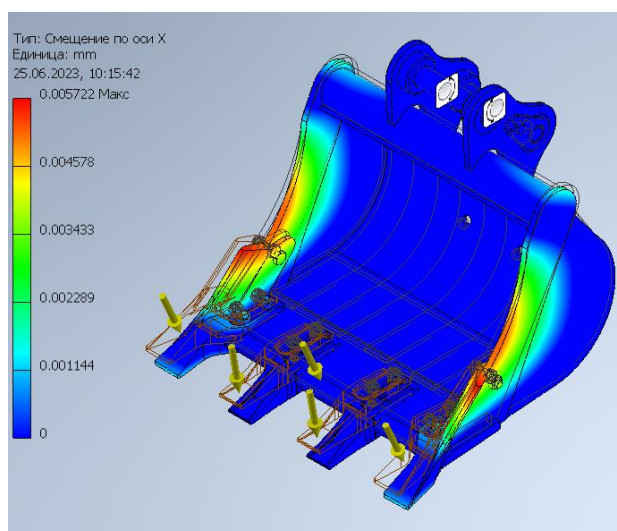
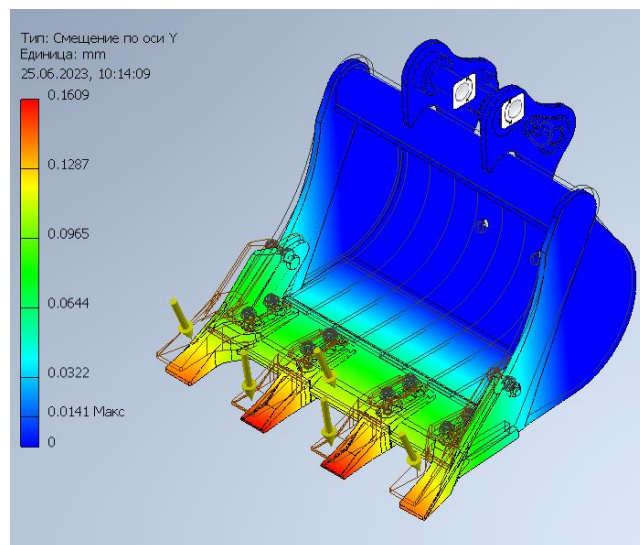
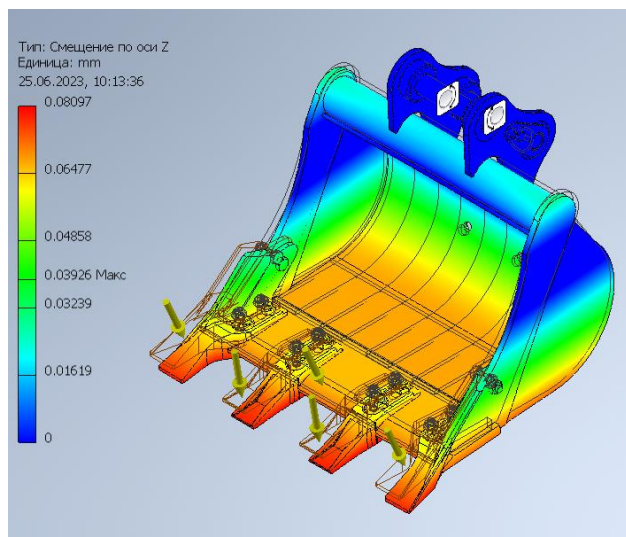


Рис.3.7. – Результаты СЕА-анализу: перемещения

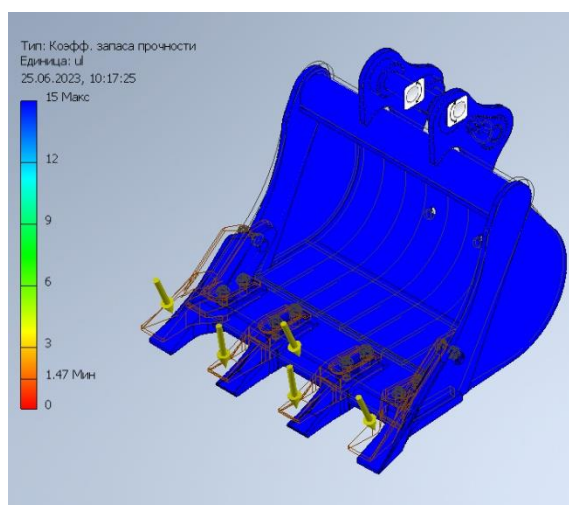


Рис.3.8. – Результаты СЕА-анализу: коэффициент запаса прочности

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР

Арк.

85

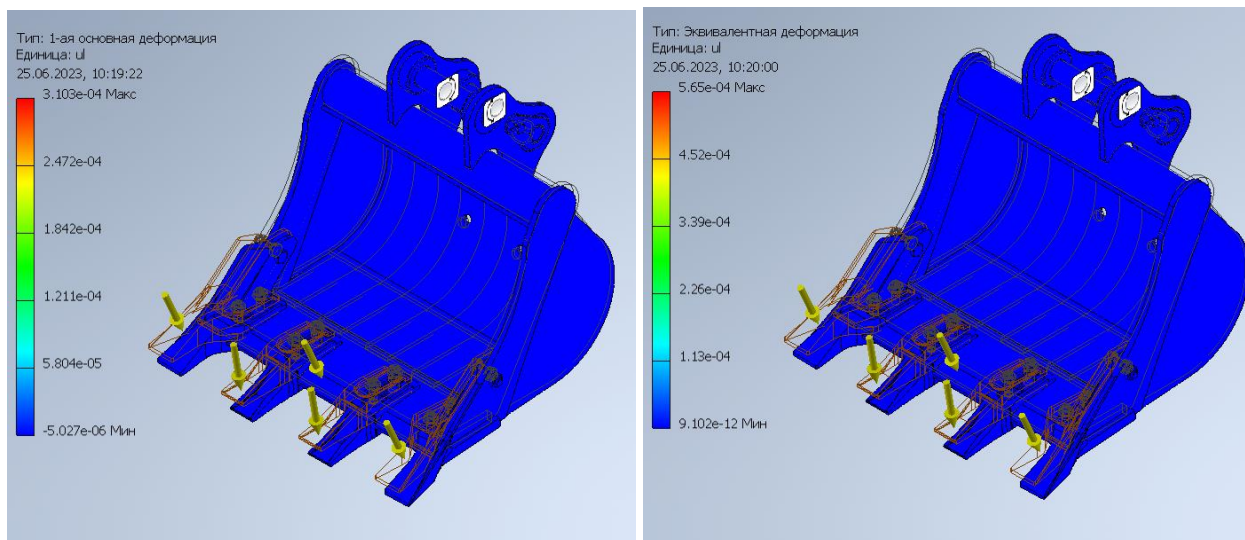


Рис.3.9. – Результаты СЕА-анализу: деформации

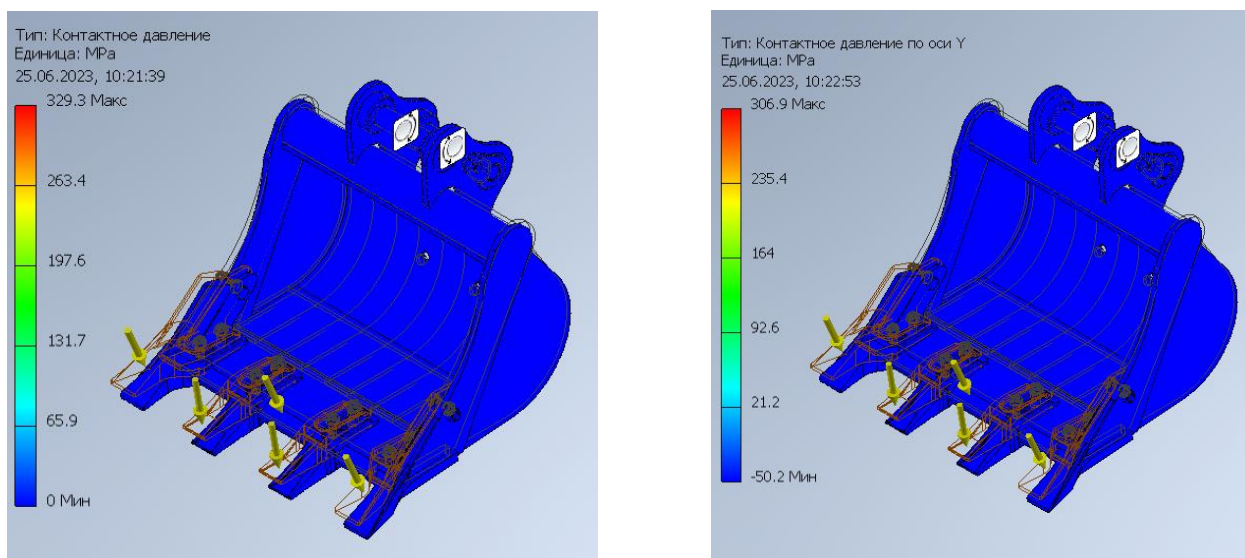


Рис.3.10. – Результаты СЕА-анализу: контактного тиску

Загальні висновки

У відповідності до поставленої мети та завдання в поточній роботі виконано наступне:

- виконано моделювання та розробка пакету документації для ковша;
- виконана складальна схема;
- для оптимізації технологічної операції з зварюванням конструкції ковша конструювання спеціального пристосування;
- скінчено-елементне моделювання ковша дозволило розрахувати усі деформації та навантаження в ковші

В результаті виконання всіх зазначених кроків досягнуті позитивні результати. Розробка технологічного процесу та виготовлення ковша з використанням спеціального пристосування дозволяє досягти високої точності та якості зварювання. Це сприяє поліпшенню функціональних характеристик ковша і зниженню рівня браку.

Розробка комплекту технологічної документації та карт наладок дозволяє систематизувати технологічний процес і забезпечити його ефективне виконання. Це спрощує налагодження обладнання, зменшує час на переходи між операціями та забезпечує високу якість кінцевого виробу.

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Перелік посилань

1. Ківш, землерийні машини [Електронний ресурс] // Вікіпедія - Режим доступний до ресурсу:

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%B2%D1%88_\(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B9\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%B2%D1%88_(%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B9))

2. Види екскаваторних ковшів, модифікацій [Електронний ресурс] // Місто - Режим доступний до ресурсу: <https://mi100.info/2021/08/16/vydy-ekskavatornyh-kovshiv-modyfikatsiyi-zastosuvannya/>

3. Міні-екскаватор: для чого потрібен і як вибрати [Електронний ресурс] // Vitaltechno - Режим доступний до ресурсу: https://vitaltechno.ua/idei-i-sovetu/16_mini-ekskavator-dlya-chego-nuzhen-i-kak-vybra

4. Переваги міні-екскаватора [Електронний ресурс] // 0312 - Режим доступний до ресурсу: <https://www.0312.ua/news/2706458/diznajtesa-5-perevag-comu-slid-orenduvati-mini-ekskavator-dla-budivnictva-ta-zemlerijnih-robit-foto>

5. ДСПТО 8332.F.43.12-2015 Екскаватор одноківшовий [Електронний ресурс] // Profstandart - Режим доступний до ресурсу: http://profstandart.org.ua/upload/files/files/Reestr_osvitnih_standartiv/8332.F.43.12-2015.pdf

6. ДСТУ ISO 7546:2003 Машини землерийні. Ковші навантажувачів та екскаваторів із завантаженням спереду. [Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=63001

7. ДСТУ 8541:2015 Прокат сталевий підвищеної міцності. [Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64879

8. ДСТУ 8540:2015 Прокат листовий гарячюкатаний. [Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=64878

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

9. ДСТУ 8938:2019 Труби сталеві безшовні гарячедеформовані.
[Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу:
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=86384

10. СТ СЭВ 1483-78 Труби сталеві безшовні холоднодеформовані.
[Електронний ресурс] // ДНАОП - Режим доступний до ресурсу:
https://dnaop.com/html/42474/doc-%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_8734-75_%28%D0%A1%D0%A2_%D0%A1%D0%AD%D0%92_1483-78%29

11. ДСТУ 4738:2007 Прокат сортовий сталевий гарячекатаний круглий.
[Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу:
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25378

12. ДСТУ 2590-88 Прокат сортовий сталевий гарячекатаний круглий.
[Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу:
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25378

13. ДСТУ 7806:2015 Прокат із легованої конструкційної сталі.
[Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу:
http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64466

14. Сталь 09Г2С [Електронний ресурс] // МЕТІНВЕСТ - Режим доступний до ресурсу:
<https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/09g2s>

15. Сталь 40Х [Електронний ресурс] // МЕТІНВЕСТ - Режим доступний до ресурсу:
<https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/40x>

16. Сталь 20 [Електронний ресурс] // МЕТІНВЕСТ - Режим доступний до ресурсу:
<https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/20>

17. Жуков Е.Л. Технологія машинобудування. Частина II: Проектування технологічних процесів: навч. посібник/Е.Л. Жуков, І.І. Козар, Б.Я. Розовський та ін; за ред. С.Л. Мурашкіна. СПб.: СПбГПУ, 2003. - 498 с.

18. Данилевський В.В. Лабораторні роботи та практичні заняття з технології машинобудування: Навч. посіб. для машинобудування. спец. технікумів/В.В. Данилевський, Ю.І. Гельфгат. - 2-ге вид., перероб. та дод.: Вища школа, 1988. - 222 с.

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

19. Довідник технолога-машинобудівника У 2-х т. Т.1 / За ред. А.Н.Косилової та Р.К. Мещерякова. - М.: Машинобудування, 1986. - 655 с.
20. Плазмове різання [Електронний ресурс] // Zvarka - Режим доступний до ресурсу: <https://zvarka.info/use-shho-treba-znati-pro-plazmove-rizannya/>
21. Свердління та розсвердлювання отворів [Електронний ресурс] // jak.koshachek - Режим доступний до ресурсу: <https://jak.koshachek.com/articles/sverdlinnja-i-rozsverdljuvannja-otvoriv.html>
22. (Т 38 Технологія верстатних робіт: навч.пос. для проф.-техн. навч. закладів / М. А. Вайнтрауб, В. Й. Засельський, Д. В. Пополов, за наук. ред. М. А. Вайнтрауба. – К. : 2015. – 199с.)
23. <https://bcpl.pto.org.ua/index.php/dopomoga/itemlist/category/283-4-1-tokarni-riztsi-jikh-budova-i-klasifikatsiya-elementi-golovki-riztsya-osnovni-kuti-riztsya-ta-jikh-priznachennya>
24. <https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/659>
25. Загартування сталі [Електронний ресурс] // МЕТАЛ-ХОЛДІНГ - Режим доступний до ресурсу: <https://metal-holding.ua/ua/blog/zacem-nuzna-i-kak-provoditsa-zakalka-stali>
26. Шліфування [Електронний ресурс] // ІМПЕРІЯ СТАЛЕЙ- Режим доступний до ресурсу: <https://b2b.imperija.com/ua/shlifovanie.html>
27. ДСТУ ISO 5817:2016 Зварювання. [Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу: https://budstandart.ua/normativ-document.html?id_doc=65291
28. ГОСТ 2246-70 Проволока стальна зварна. [Електронний ресурс] // БУДСТАНДАРТ - Режим доступний до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60704
29. Думов С. І. Технологія електричного зварювання плавленням. - Л.: Машинобудування, 1987. - 462с.
30. Технологія електричної зварки металів і сплавів плавленням / Під ред. Б.Е. Патон – М.: Вища школа, 1988.- 560с.

					МІ 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

31. Курнін С. А., Миколаїв Г.А Зварювальні конструкції. Технологія виготовлення, механізація, автоматизація та контроль у зварювальному виробництві. - М.: Вища школа, 1991. - 398 с.

32. Чвертко О.І., Тимченко В.А. Уніфіковане обладнання для автоматичного та механізованого дугового зварювання та наплавлення.-.: Наукова думка, 1978.-190с.

33. Розжигасєв А.Ф. Складально-зварювальні пристосування. - М.: 1960.-125с.

34. ВАЛЬЦІ 3 х ВАЛКОВІ ГІДРАВЛІЧНІ Bernardo [Електронний ресурс] // Bernardo - Режим доступний до ресурсу: <https://bernardo-ukraine.com/ua/g35122076-valtsy-valkovye-gidravlicheskie>

35. Машина термічного розкрою marlin fire bridge [Електронний ресурс] // Marlin - Режим доступний до ресурсу: <https://marlincnc.com.ua/uk/chpu-mashini-plazmovoyi-ta-gazo-plazmovoyi-rizki-metalu/3-mashina-plazmovoyi-porizki-metalu-marlin-typhoon.html>

36. Вертикально-сверлильный станок Z5163B [Електронний ресурс] // Stan-комплект - Режим доступний до ресурсу: <https://www.stankom.com/product/vertikalno-sverlilnyj-stanok-z5163b/>

37. Токарний верстат по металу CORMAK CJ 6250YC/1500 [Електронний ресурс] // Storgom - Режим доступний до ресурсу: <https://storgom.ua/ua/product/tokarnyy-stanok-po-metallu-cormak-cj-6250yc1500.html#properties-tab>

38. Ковші для навантажувача [Електронний ресурс] // PACK-TRADE - Режим доступний до ресурсу: https://pack-trade.com/uk/news/kovsh_dlya_spectehniki_vidy_i_nyuansy_vybora/

39. Навісне обладнання [Електронний ресурс] // А.ТОМ - Режим доступний до ресурсу: <https://atom-attachments.com/uk/products-direction/navesnoe-oborudovanie>

40. Навісне обладнання [Електронний ресурс] // ІНДУСТРІЯ - Режим доступний до ресурсу: <https://www.ind-group.com.ua/oborudovanie/>

					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

41. Навісне обладнання [Електронний ресурс] // Техно-комплект - Режим доступний до ресурсу: <https://tehno-komplekt.com/ua/category/navesnoe-oborudovanie/>

42. Мельник, О., Виговський, Г., та Яновський, В. (2021). Методичні рекомендації для підготовки, виконання та захисту бакалаврських кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійна програма «Прикладна механіка». Державний університет «Житомирська політехніка». <http://surl.li/gasnp>.

43. ДСТУ 2974-95 Технологічне підготування виробництва. Основні терміни та визначення. Науково-дослідний інститут метрології вимірювальних і управляючих систем (ДП «НДІ «Система») (1995). ДП «УкрНДНЦ» (2023). http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=68823.

44. ДСТУ 2960-94. Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення. Державний інститут праці та соціально-економічних досліджень (ДП СЕД) (1994). ДП «УкрНДНЦ» (2023). http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=57136.

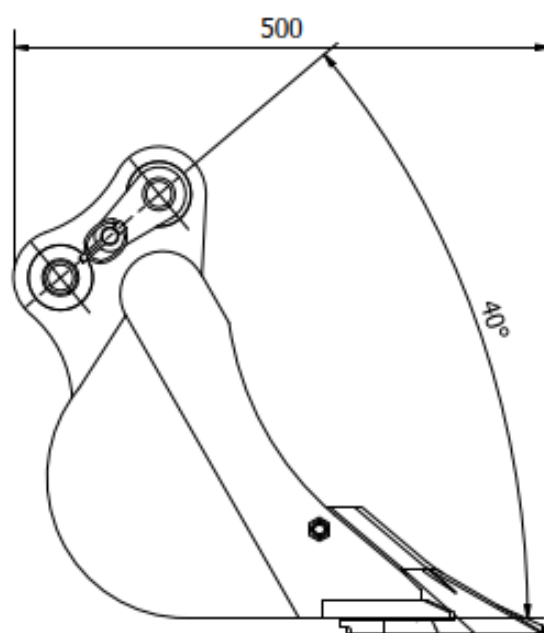
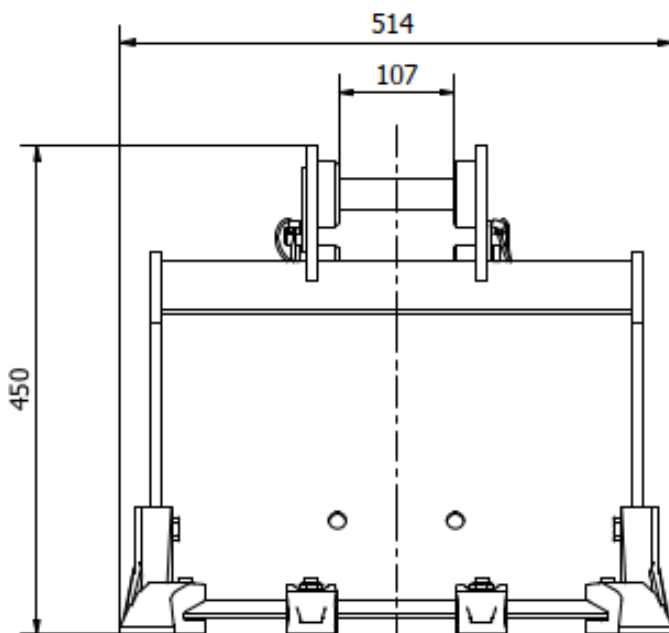
45. Xu, S., Ma, H., Song, X., Zhang, S., Hu, X., & Meng, Z. (2023). Finite Element Simulation of Stainless Steel Porous Scaffolds for Selective Laser Melting (SLM) and Its Experimental Investigation. *Coatings*, 13(1), 134. <https://doi.org/10.3390/coatings13010134>.

46. Chen, Q., Zhang, J., & Li, B. (2023). Finite Element Simulation and Test of Metal Magnetic Memory Detection of Wire Rope Under Weak Magnetic Field. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11668-022-01553-z>.

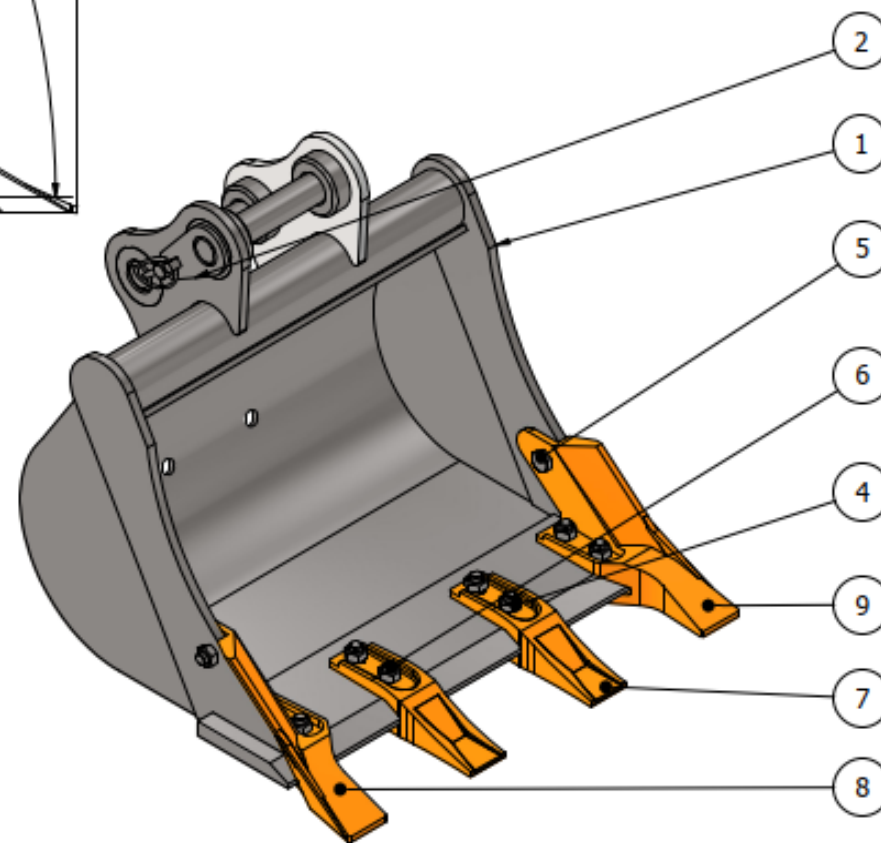
					MI 131.00.1/Б 101/С 002 00-ВР	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		92

Додатки

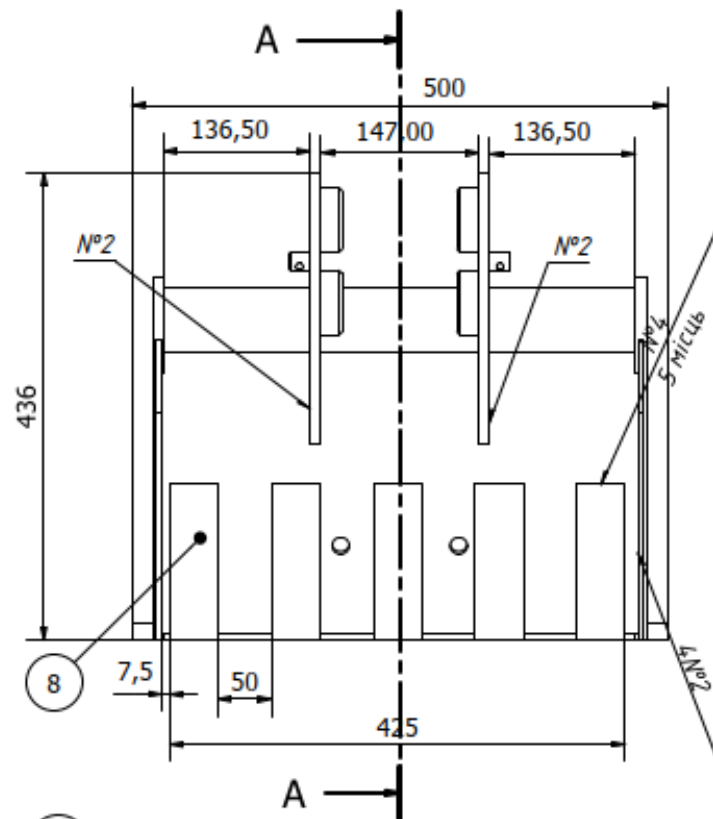
[illegible]



Список деталей по ГОСТ: Ківш MINI-50 Bobcat E19 iat						
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			КМ.131.ДП.002.00-000	Сборочный чертеж	1	
				Комплексы		
		1	КМ.131.ДП.002.01-000	Ківш	1	
				Сборочные единицы		
		2	КМ.131.ДП.002.03-000	Палець	2	
				Детали		
				Стандартные изделия		
		3		DIN 11023 Шплінт з кільцем пружинний d6x43	2	
		4		DIN 555-5 - M12	10	
		5		DIN 933 - M12 x 35	2	
		6		DIN 933 - M12 x 45	8	
		7		Зуб ковша 522-00102	2	
		8		Зуб ковша 522-00102 LH	1	
		9		Зуб ковша 522-00102 RH	1	



Разраб.	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата	
Вайднер Ілля				10.04.2023	
			Ківш MINI-50		
			131.00.1/Б 101/С 002 01-СК	Редакция	Лист 1 / 1

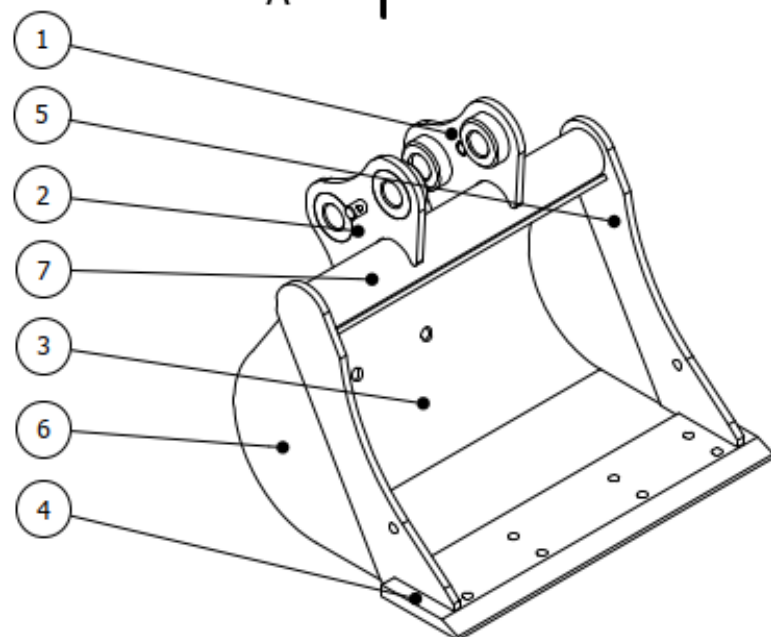


H1-Δ4-□

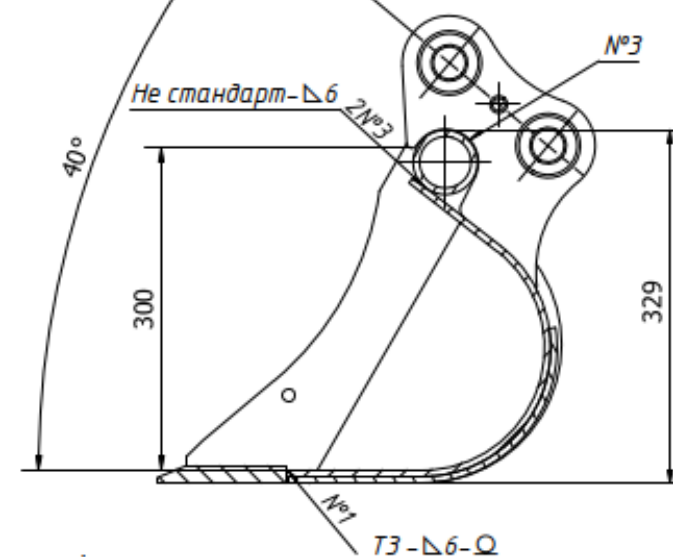
N°2

C5-Δ6-□

T3-Δ6-□



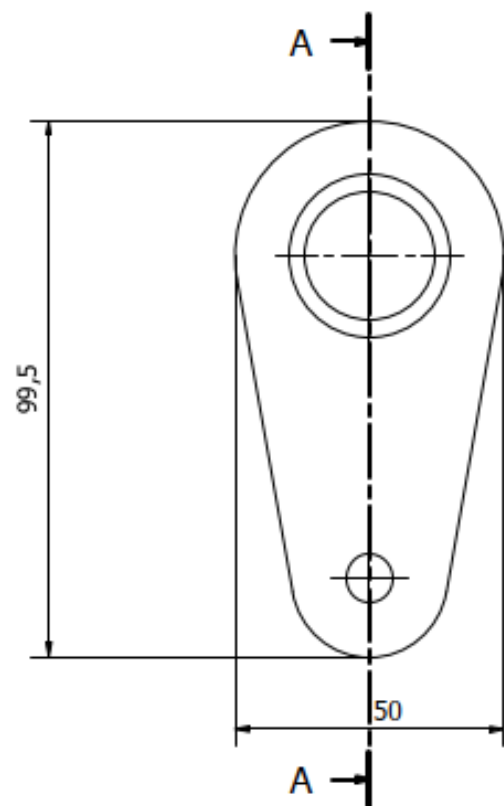
A-A (1 : 5)



- * Розміри для довідок.
- Зварювання дугове в середовищі вуглекислого газу Шви ДСТУ ISO 5817:2016
- Невказанні катети зварних швів приймати по меншій товщині елементів, що зварюються.
- Деталі обварити по контуру примикання.
- Невказанні граничні відхилення розмірів по $\pm IT 14/2$.

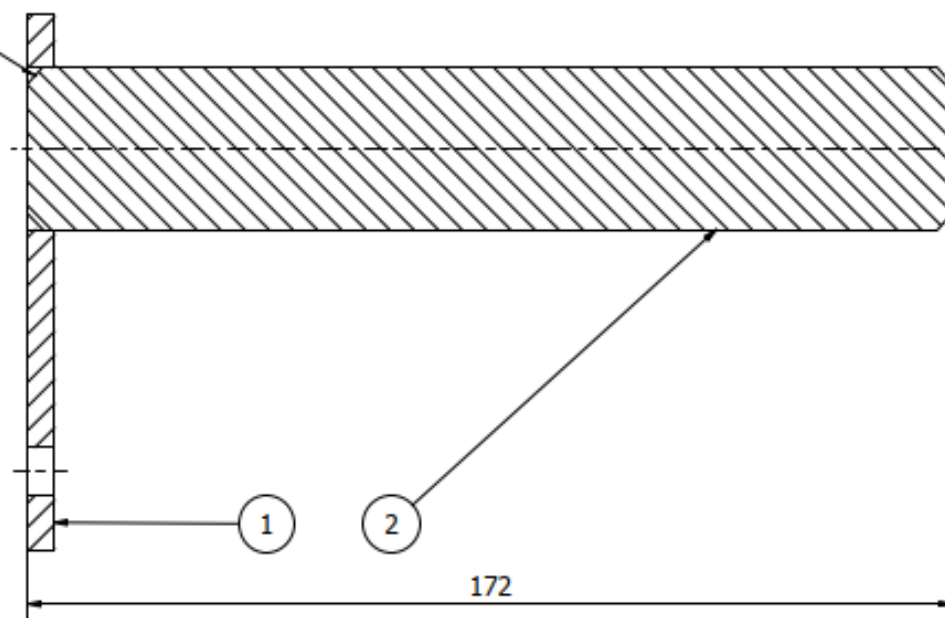
Список деталей по ГОСТ: Ківш.iam						
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			КМ.131.ДП.002.01-000	Сборочный чертеж	1	
				Сборочные единицы		
		1	Вуха_01		1	
		2	КМ.131.ДП.002.02-000	Вуха	1	
				Детали		
		3	КМ.131.ДП.002.01-001	Основа	1	
		4	КМ.131.ДП.002.01-002	Ніж	1	
		5	КМ.131.ДП.002.01-003	Ніж боковий	2	
		6	КМ.131.ДП.002.01-004	Стінка бокова	2	
		7	КМ.131.ДП.002.01-005	Труба	1	
		8	КМ.131.ДП.002.01-006	Накладка	5	

Разраб.	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата	
Вайднер Ілля				16.04.2023	
Ківш					
МІ 131.00.1/Б 101/С 002 02-0К					Лист 1 / 1



Не стандарт- $\Delta 5$

A-A (1 : 1)

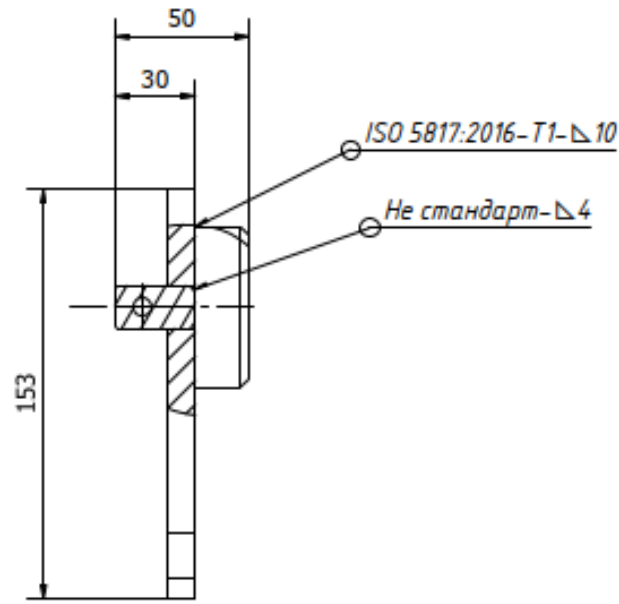
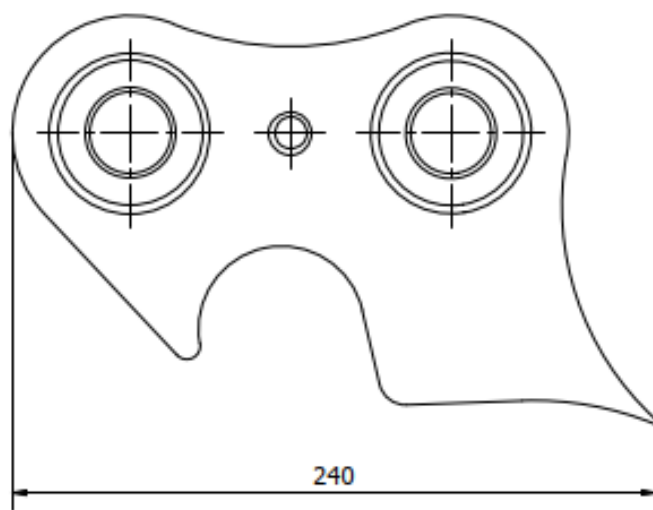


Список деталей по ГОСТ: Палець.іат

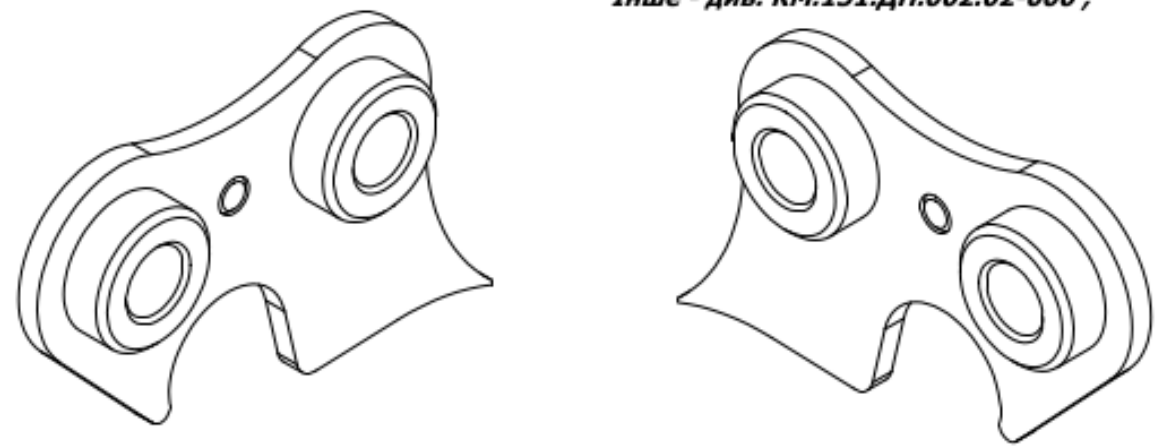
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			КМ.131.ДП.002.03-000	Сборочный чертеж	1	
				Детали		
		1	КМ.131.ДП.002.03-001	Обмежувач	1	
		2	КМ.131.ДП.002.03-002	Палець	1	

- * Розміри для довідок.
- Зварювання дугове в середовищі вуглекислого газу
Шви ДСТУ ISO 5817:2016
- Невказанні граничні відхилення розмірів по Н14, h14, $\pm IT 14/2$.

Разроб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата 21.05.2023	
Палець					
МІ 131.00.1/Б 101/С 002 03-СК					Лист 1 / 1



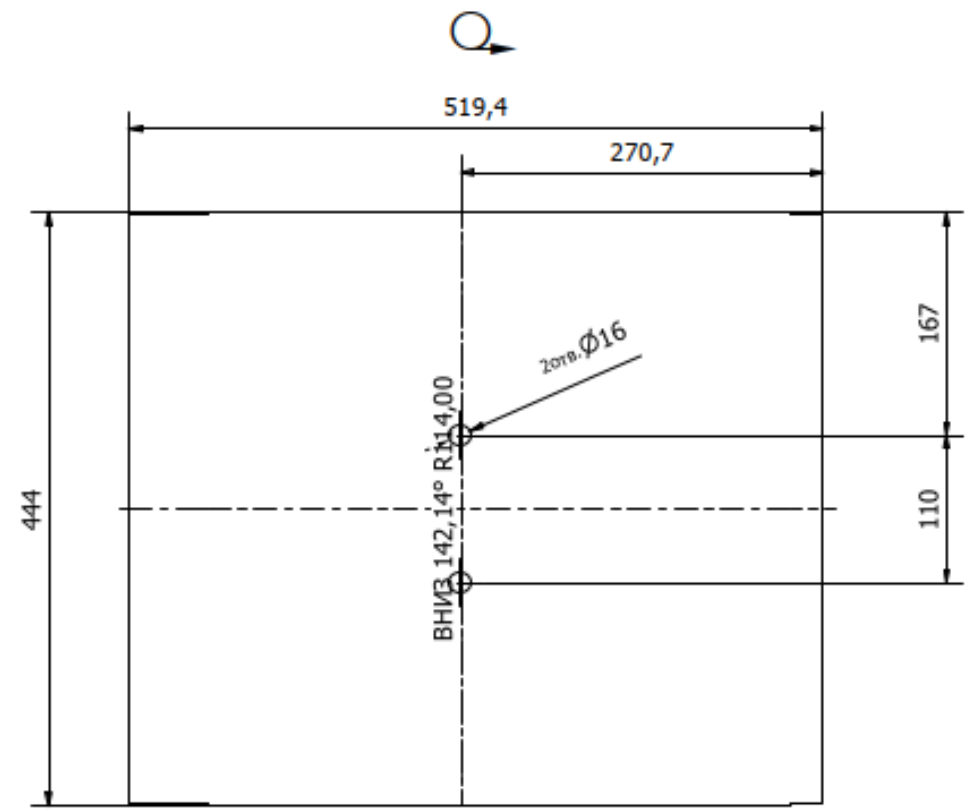
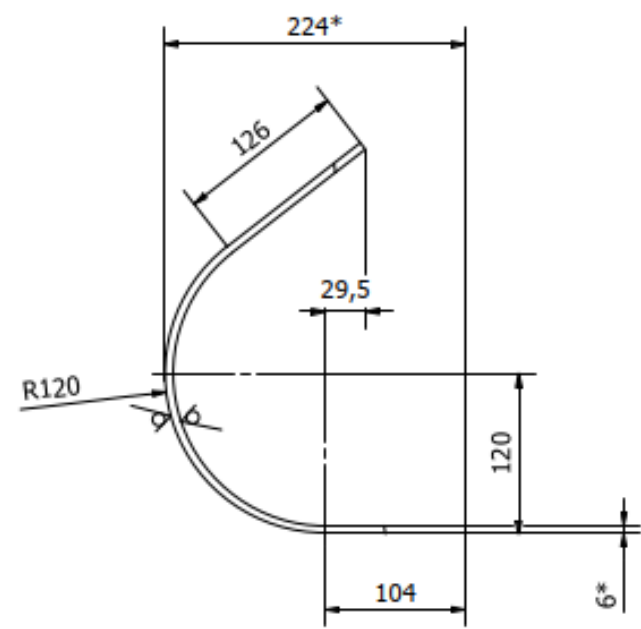
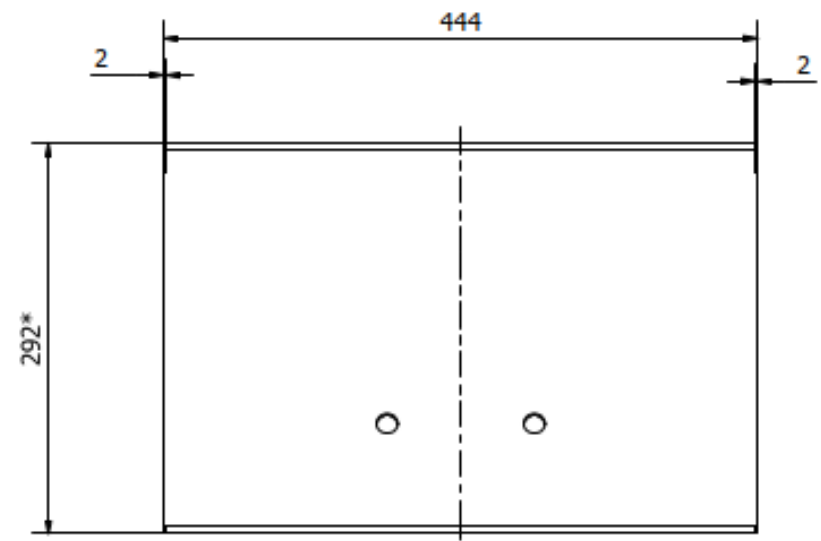
**КМ.131.ДП.002.02-000-01 - Зеркальне виконання ;
Інше - див. КМ.131.ДП.002.02-000 ;**



1. * Розміри для довідок.
2. Зварювання дугове в середовищі вуглекислого газу
Шви ДСТУ ISO 5817:2016
3. Невказанні граничні відхилення розмірів по Н14, h14, ±IT 14/2.

Список деталей по ГОСТ: Вухо.іат						
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Документация		
			Вухо	Сборочный чертеж	1	
				Детали		
		1	КМ.131.ДП.002.02-001	Кронштейн	1	
		2	КМ.131.ДП.002.02-002	Втулка	2	
		3	КМ.131.ДП.002.02-003	Стержень	1	
Разраб.		Пров.	Дата утв.	Дата	Дата	
Вайднер Ілля					16.04.2023	
				Вухо		
				МІ 131.00.1/Б 101/с 002 04-СК		Лист 1 / 1

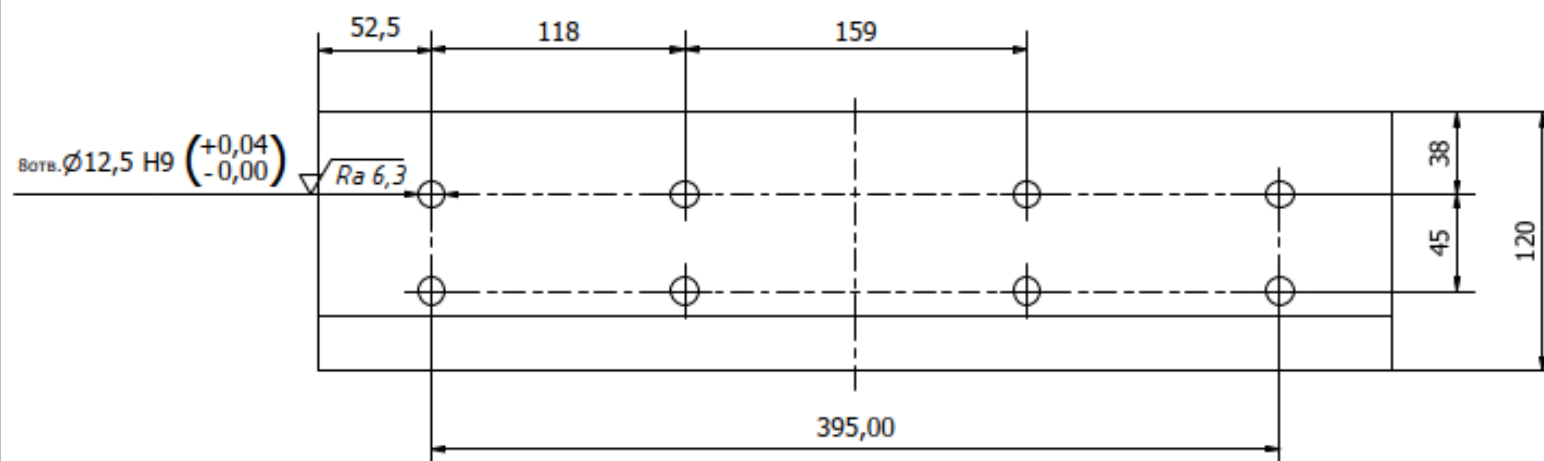
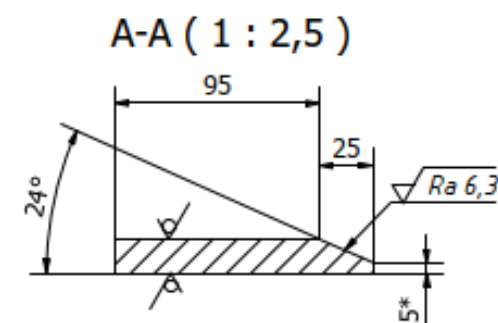
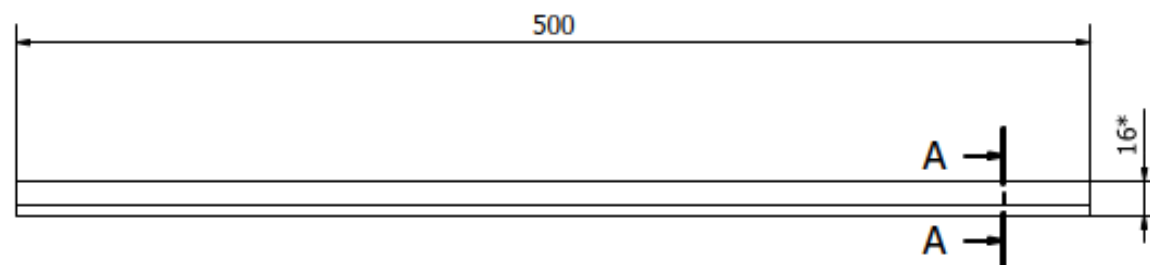
✓ Ra 12,5 (✓)



- 1.* Розміри для довідок.
2. Невказані граничні відхилення: отворів по Н14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Разраб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата 17.04.2023	
Основа				
МІ 131.00.1/Б 101/С 002 01-КД			Редакция	Лист 1 / 1

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$

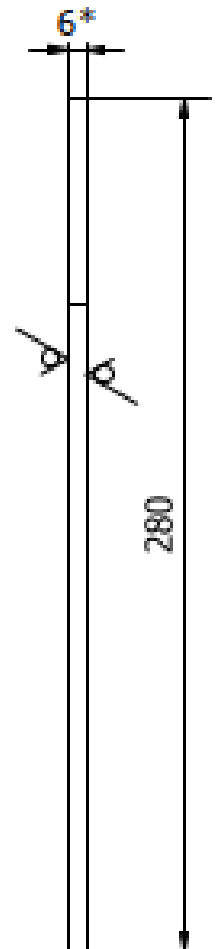
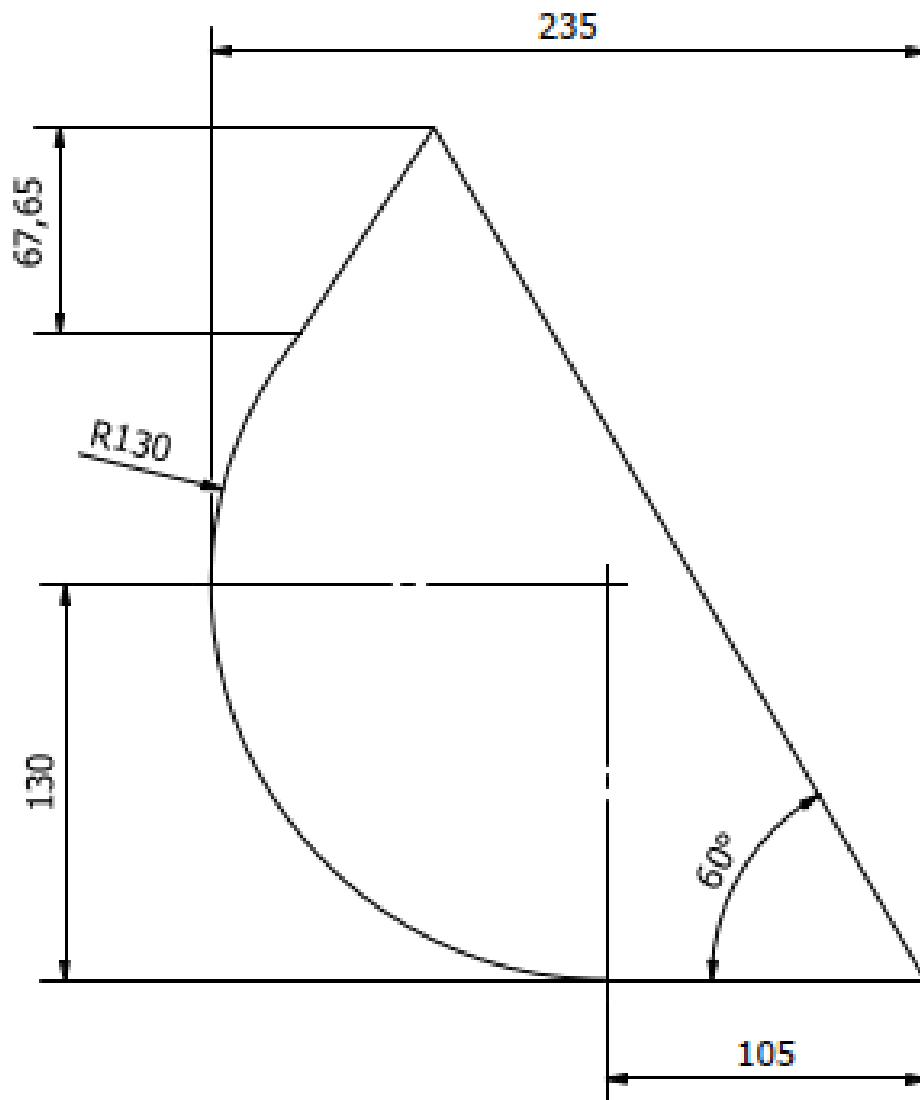


Вотв. $\varnothing 12,5\ H9\ (+0,04\ -0,00)$

- 1.* Розміри для довідок.
2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Разраб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата 17.04.2023	Дата
		Ніж		
		МІ 131.00.1/Б 111 002 04-КД	Редакція	Лист 1 / 1

✓ $Ra\ 12,5$ (✓)

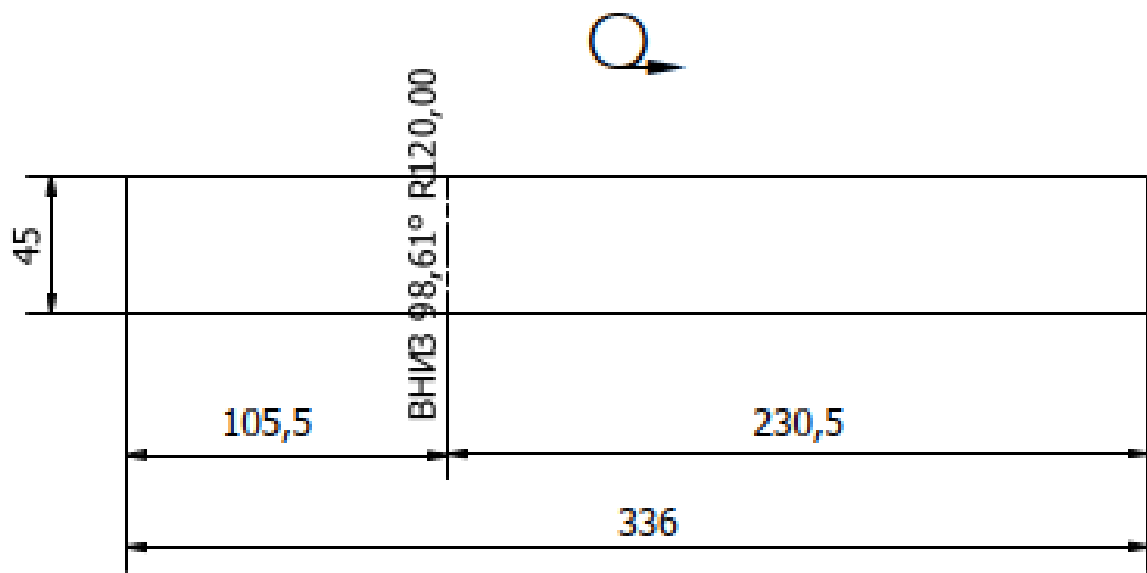
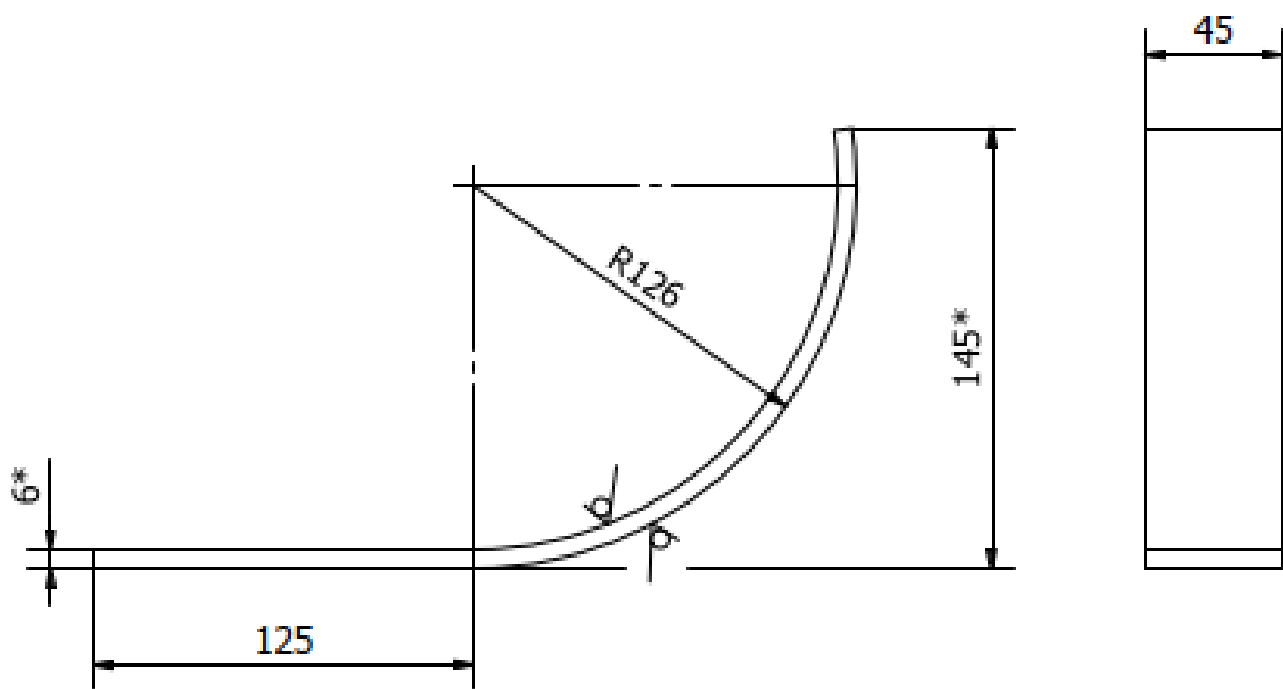


1.* Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Розроб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата	17.04.2023
			Стінка бокова		
			MI 131.00.1/Б 101/С 002 02-КД	Редакція	Лист 1 / 1

✓ Ra 12,5 (✓)

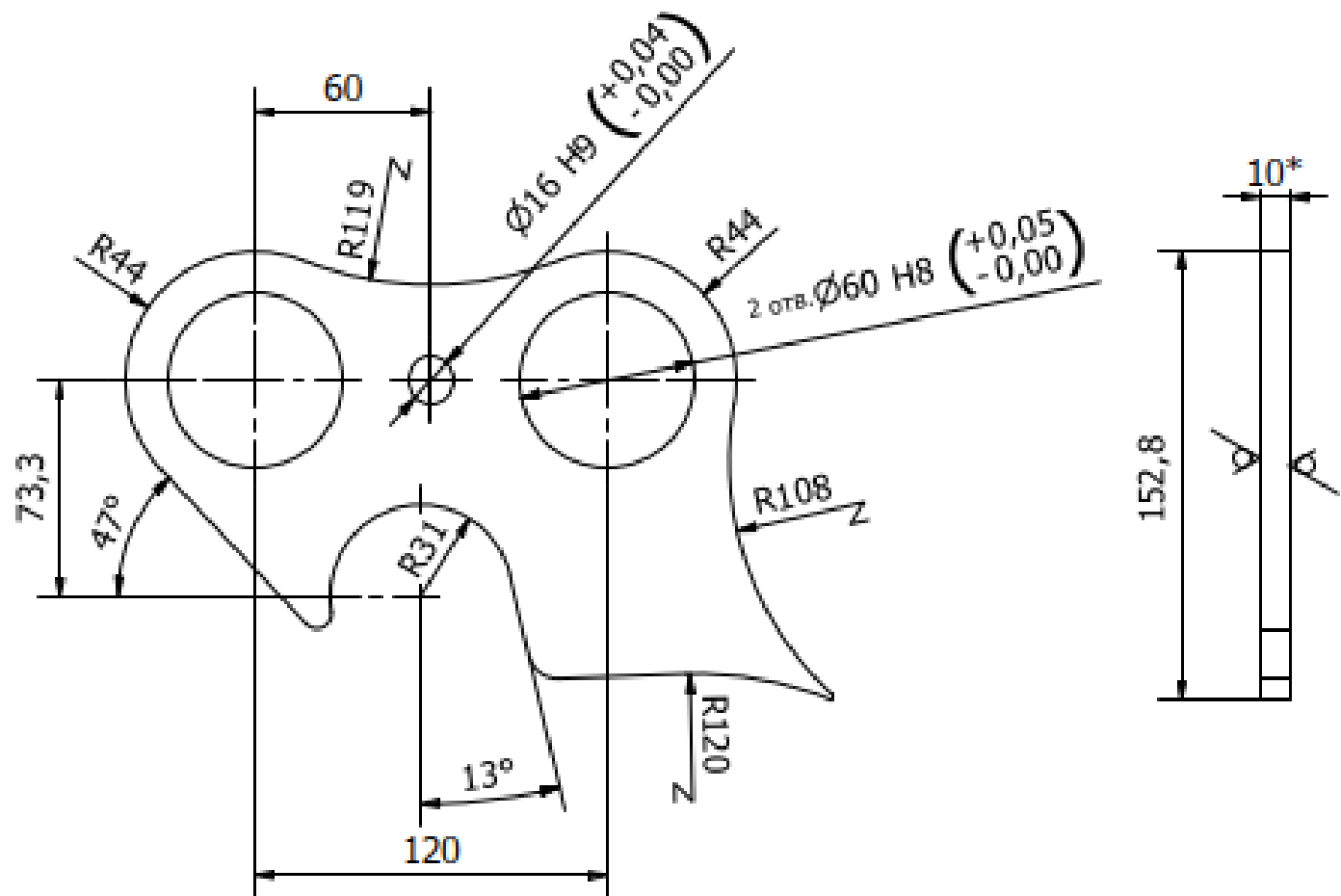


1.* Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Розроб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата	17.04.2023
			Накладка		
			МІ 131.00.1/Б 101/С 002 05-КД	Редакція	Лист 1 / 1

✓ $Ra\ 12,5$ (✓)

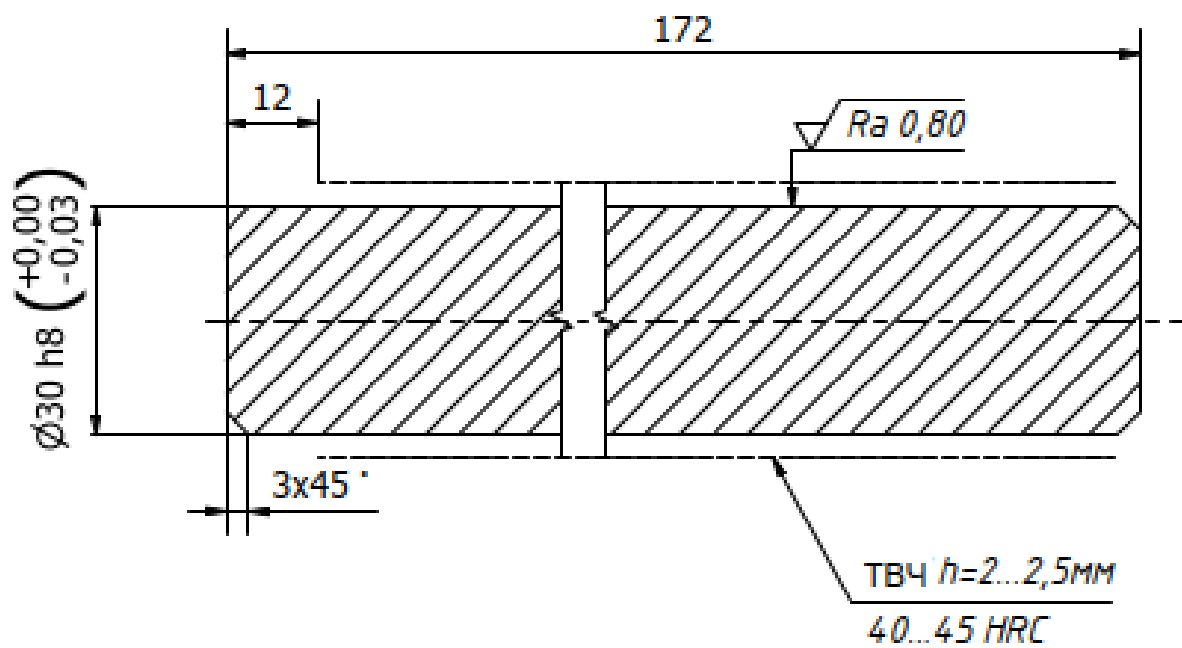


1.* Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Розроб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата 17.04.2023	
			Кронштейн		
			МІ 131.00.1/Б 111 002 06-КД	Редакція	Лист 1 / 1

$\sqrt{Ra\ 6,3\ (\checkmark)}$

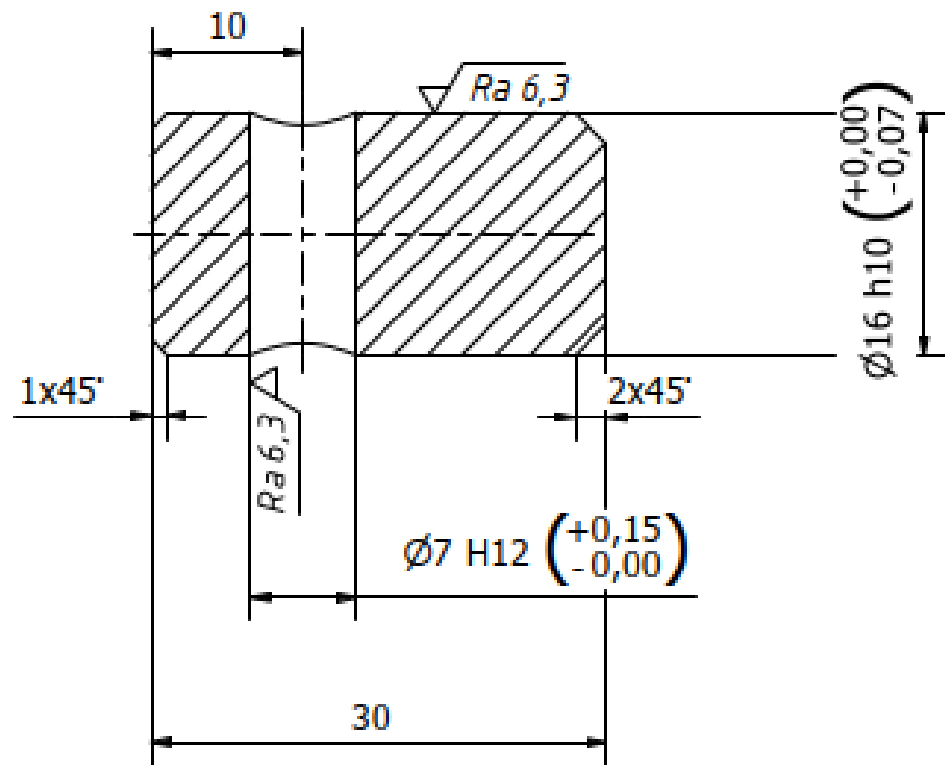


1.* Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Разраб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата 21.05.2023	
			Палець		
			МІ 131.00.1/Б 101/С 002 10-КД	Редакция	Лист 1 / 1

✓ $Ra\ 12,5$ (✓)

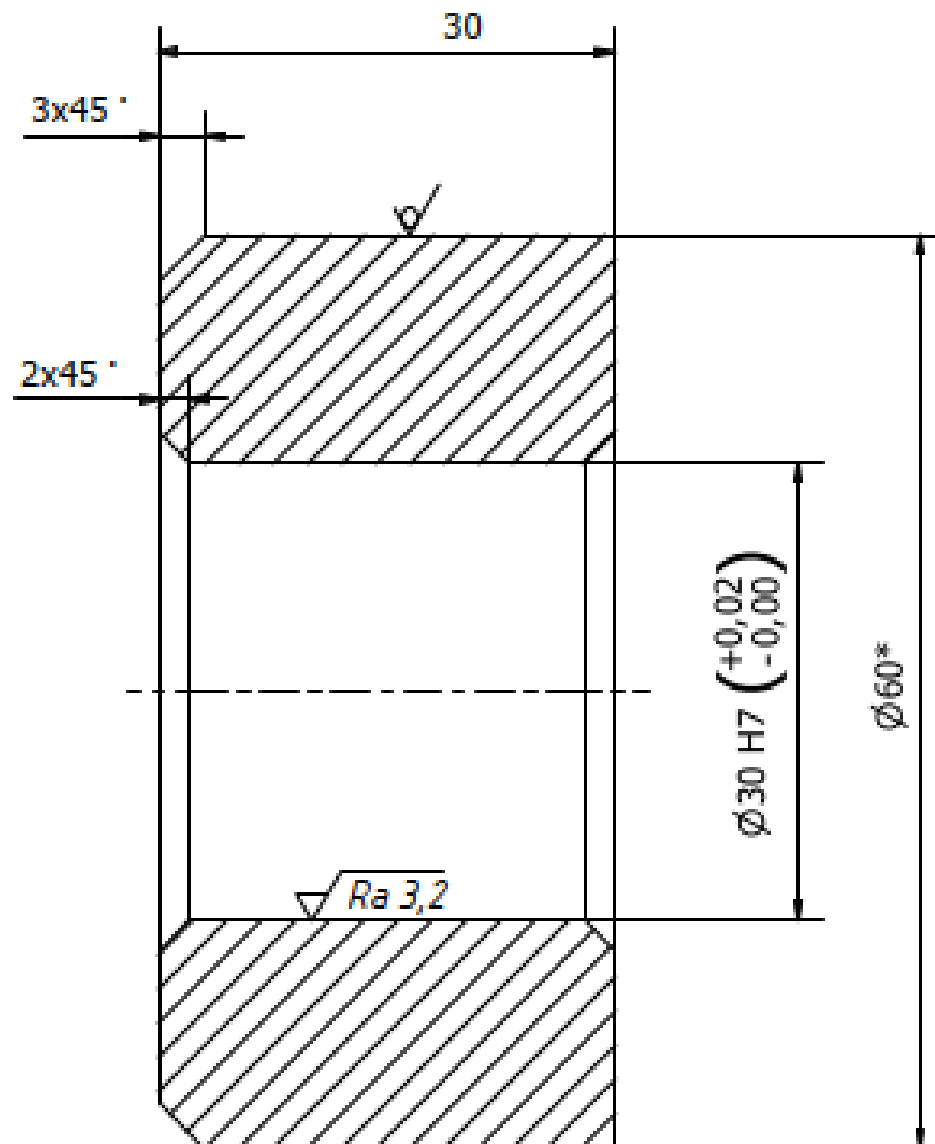


1.* Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Разраб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата 17.04.2023	
			Стержень		
			МІ 131.00.1/Б 101/С 002 09-КД	Редакция	Лист 1 / 1

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$

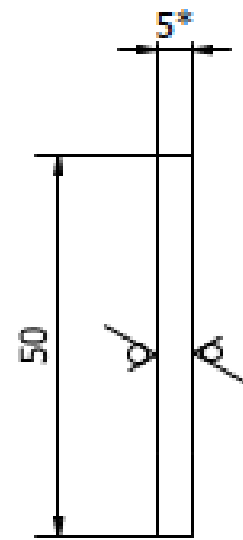
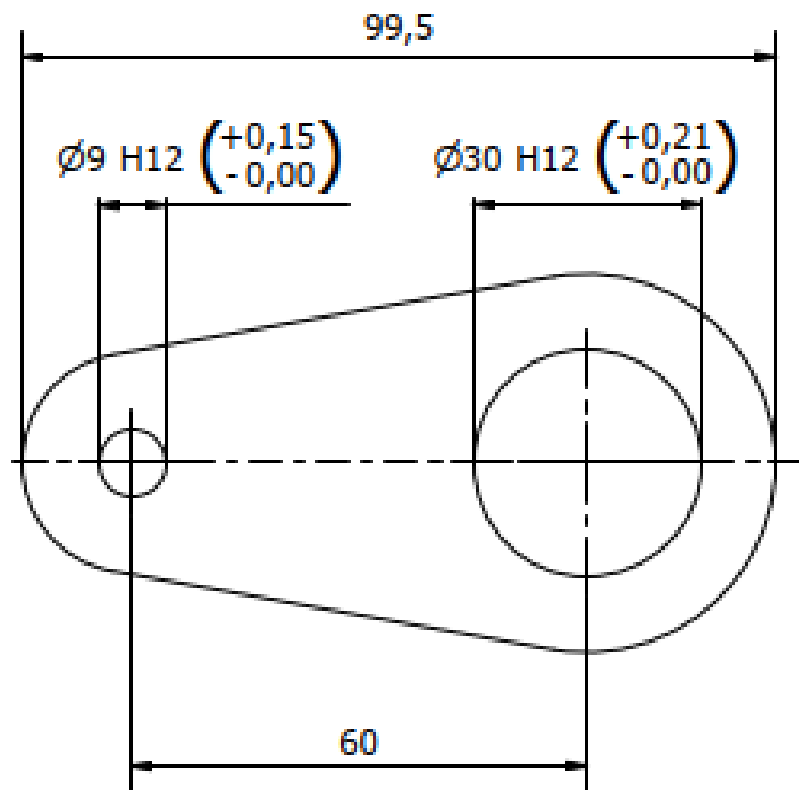


1.* Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Розроб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата 17.04.2023	
			Втулка		
			МІ 131.00.1/Б 101/С 002 08-КД	Редакція	Лист 1 / 1

✓ $Ra\ 12,5$ (✓)

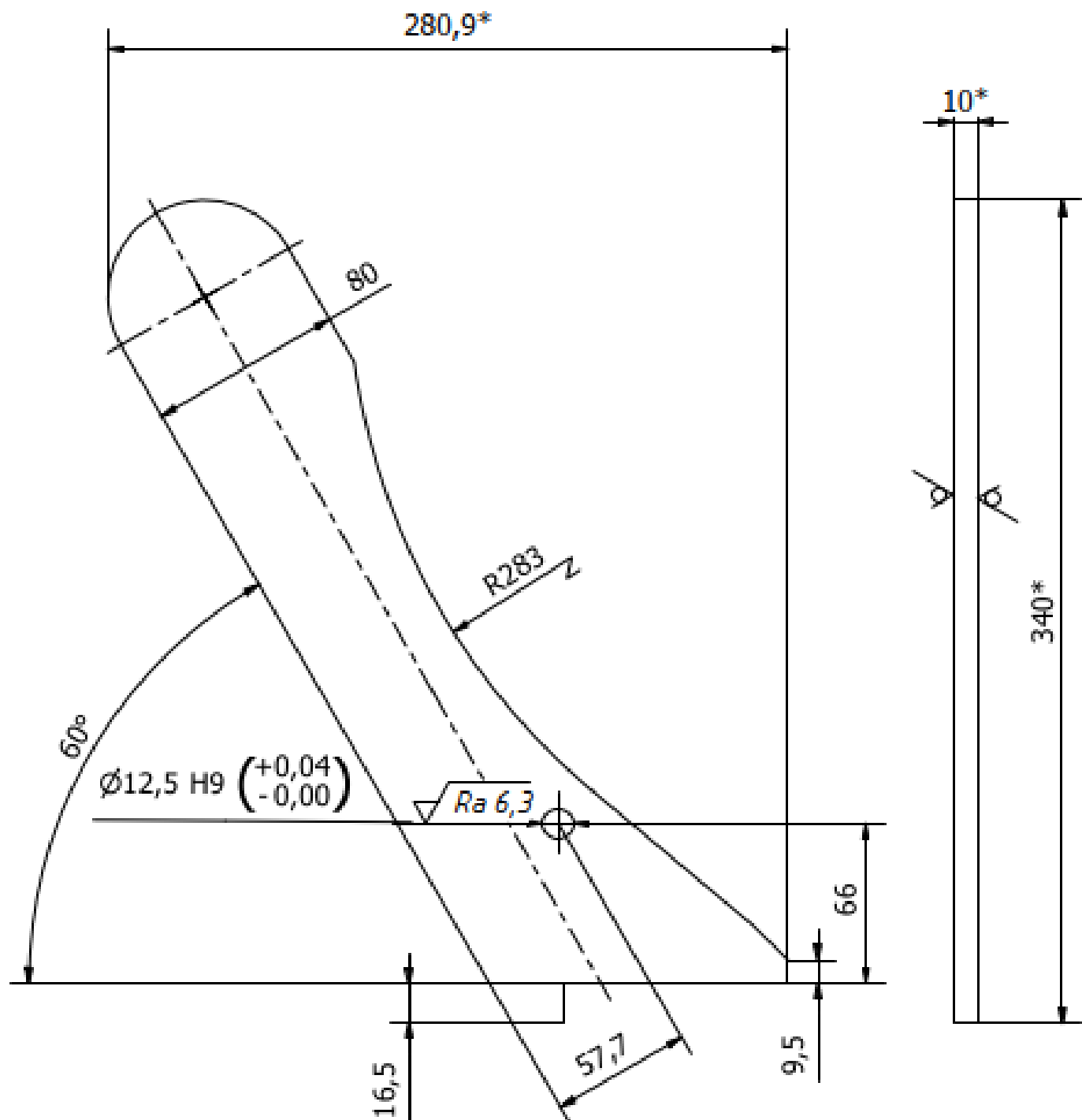


1.* Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Розроб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата 21.05.2023	
			Обмежувач		
			МІ 131.00.1/Б 101/С 002 07-КД	Редакція	Лист 1 / 1

$\sqrt{Ra\ 12,5\ (\checkmark)}$



1.* Розміри для довідок.

2. Невказані граничні відхилення: отворів по H14, валів по h14, інших по $\pm IT14/2$.

Розроб. Вайднер Ілля	Пров.	Дата утв.	Дата	Дата 17.04.2023	
			Ніж боковий		
			МІ 131.00.1/Б 101/С 002 03-КД	Редакція	Лист 1 / 1