

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Вдосконалення технологічного процесу виготовлення
відвалу бульдозера

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МЗс-41

спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

_____ Войціховський М.Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Сенчишин В.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Ткаченко І.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Окіпний І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

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

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

Кафедра Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Войціховському Миколі Романовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу виготовлення відвалу бульдозера

Керівник роботи Сенчишин Віктор Степанович, старший викладач кафедри МТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» Січня 2021 року № 4/7-37

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина; 2. Технологічна частина; 3. Конструкторська частина;

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1) Технологічний процес виготовлення виробу 1 аркуш А1; 2) Кондуктор зварювальний 3 аркуші А1; 3) Опорна рама пристосування 1 аркуш А1

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього рівня бакалавр на тему: «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення відвалу бульдозера» складається із розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Об'єм розрахунково-пояснювальної записки 51 аркуш формату А4. Об'єм графічної частини 5 аркушів формату А1. В розрахунково-пояснювальній записці висвітлені такі частини: аналітична; технологічна; конструкторська; безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Розрахунково-пояснювальна записка містить 14 рисунків, 6 таблиць та додатки. Використано 11 літературних джерел.

В даній кваліфікаційній роботі розроблено технологію та вибрано зварювальне устаткування для зварювання відвалу бульдозера моделі Shehwa SD7.

Ключові слова: НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ДРІТ, ВІДВАЛ БУЛЬДОЗЕРА

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	6
1.1 Опис конструкції зварного виробу	6
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	7
1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу.	8
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу та постановка задач на проектування.	13
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Обґрунтування способу зварювання	14
2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування.	23
2.3 Вибір методу контролю якості виробу	26
2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу	28
2.5 Нормування витрат матеріалів та електроенергії	30
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	32
3.1 Вибір та розрахунок елементів основного чи додаткового зварювального устаткування	32
3.2 Розрахунок зварних з'єднань на міцність.	40
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	42
4.1 Оцінка шкідливих факторів, які діють в зварювальному цеху (дільниці). Заходи для зменшення їх впливу	42
4.2 Розрахунок природного освітлення для зварювальної дільниці	44
4.3 Пожежна профілактика в зварювальній дільниці	46
ВИСНОВКИ	49
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	50
ДОДАТКИ	51

ВСТУП

На сьогоднішній день можливості зварювання практично необмежені, зварюють оболонки для радіоактивних ізотопів із високолегованих сталей товщиною 0,8 мм, захисні кожухи атомних реакторів і деталей пресів товщиною до 3400 мм. Зварюванню підлягають не тільки метали, але і пластмаси, скло, кварц та інші матеріали.

Зварювання використовується практично у всіх галузях народного господарства, але все ж таки основну роль зварювання займає у машинобудуванні і будівельній індустрії.

Існують такі основні напрями зварювального виробництва: заміна клепаних, литих, кованих конструкцій більш економічними зварними; розширення виробництва зварювальних матеріалів, впровадження високопродуктивних способів автоматичного зварювання.

Завдяки використанню зварювання, стало можливим виготовлення унікальних гідравлічних і парових турбін, при виготовленні яких використовуються деталі і вузли складної форми і конфігурації великих товщин з різних легованих сталей, біметалів, що являють собою маловуглецеву або низьколеговану сталь товщиною більше 6 мм, яка покрита шаром високолегованої сталі або алюмініє-магнієвим сплавом.

Найбільш широкого поширення в промисловості знайшов спосіб зварювання в середовищі захисних газів, особливо у вуглекислому газі. Це стало можливим завдяки низькій вартості вуглекислого газу, покращенням якості зварювання і підвищенням продуктивності процесу. Цим методом можна з'єднувати між собою, як напівавтоматичним так і автоматичним способом різноманітні матеріали, в різних просторових положеннях зварного з'єднання.

Внаслідок високої продуктивності зварювального процесу, якості та надійності зварних з'єднань та економічному використанню металу зварювання стало ведучим технологічним процесом при виготовленні різноманітних металевих конструкцій.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції зварного виробу.

Бульдозер SHENWA SD7 є один з найбільш якісних і високо продуктивних бульдозерів в своєму класі, відрізняється високою міцністю рами і надійністю вузлів. В бульдозері SD7 застосована сучасна модульна конструкція, яка спрощує доступ до агрегатів і їх обслуговування. Одні з найкращих тягово швидкісних характеристик в класі бульдозерів забезпечуються завдяки прогресивній ходовій частині «краулер», що має піднятий бортовий редуктор. Зварним виробом є вузли рами бульдозера моделі Shehwa SD7. Зварний виріб складається із: планера 1 він основною частиною бульдозера, та з'єднаний із трактором за допомогою жорсткої рами 2.

На кінцях рами передбачені кріпильні отвори 3, для закріплення її на тракторі. Жорсткість планера забезпечується ребрами жорсткості 4. Піднімання бульдозера здійснюється за допомогою гідравлічного приводу, що кріпиться на бульдозері. Для закріплення гідроприводу в середній частині планера передбачені спеціальні провусини підсилені ребрами жорсткості 5. На рисунку 1.1 та 1.2 зображено загальний вигляд бульдозера та загальний вигляд відвалу.

Всі елементи бульдозера виготовлені із сталі ВСтЗсп.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд бульдозера

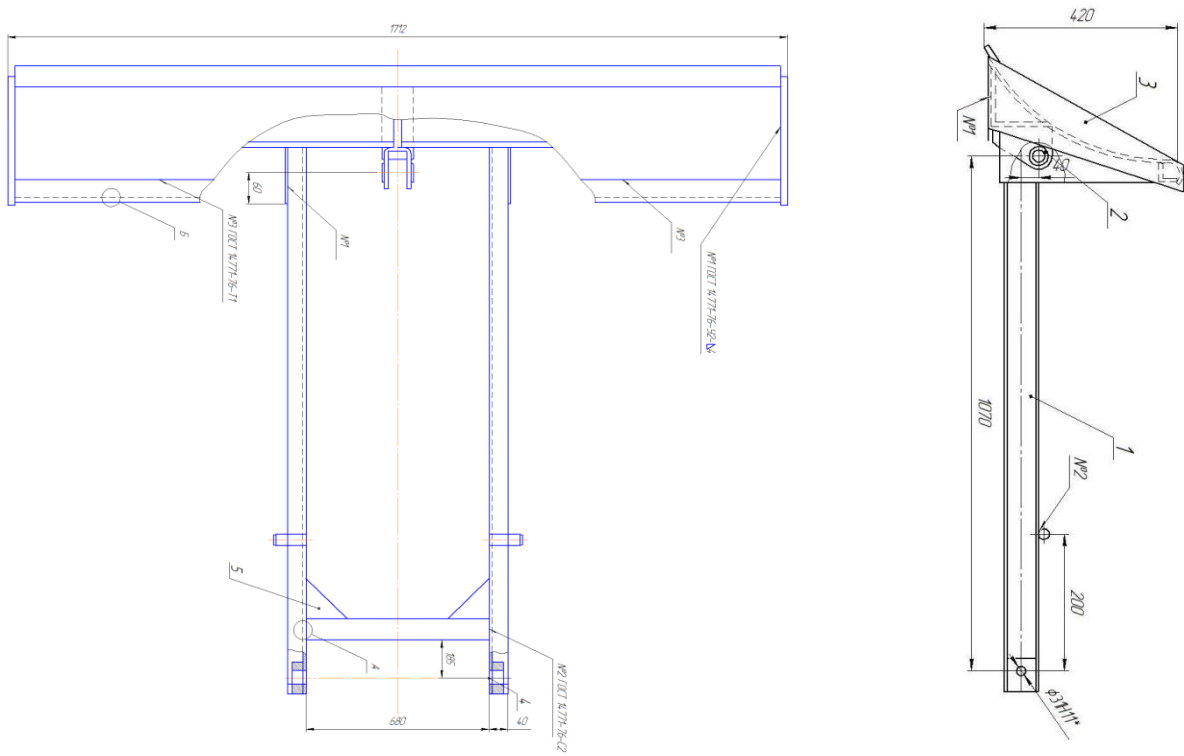


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд відвалу бульдозера

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу.

Матеріалом для виготовлення вузлів і деталей бульдозера служить сталь ВСт3сп, що випускається за ГОСТ 380-71. Це конструкційна сталь звичайної якості, поставляється із заданими хімічним складом та механічними властивостями з обмеженим вмістом вуглецю, фосфору і сірки.

Хімічний склад сталі ВСт3сп приведений в таблиці 1.1. Механічні властивості в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі ВСт3сп за ГОСТ 380-71 [1]

C,%	Si,%	Mn,%	Cr,%	Cu,%	Ni,%	P,%	S,%	As,%
			не більше					
0,14 - 0,22	0,12 - 0,3	0,4 - 0,65	0,30	0,30	0,30	0,05	0,04	0,08

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі ВСтЗсп за ГОСТ 380-71 [1]

Переріз, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
До 20	не менше		
	245	370 - 480	26

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції).

При виготовленні відвалу бульдозера необхідно дотримуватись розмірів згідно до допусків, що є вказані на складальних кресленнях. Також необхідно підтримувати правильну форму зварного виробу та виористовувати параметри режиму зварювання, які були розраховані та підібрані. Параметри режиму зварювання зазначаються у технологічних картах. Особливу увагу варто приділяти охороні праці на робочому місці, забезпечувати комфортні та безпечні умови праці [2].

Згідно з ОСТ 23.2.429-80 відвал бульдозера – це зварна конструкція II класу, зварні шви якої під час виготовлення виконуються у відповідності з ГОСТ 14771-76.

Параметри режиму зварювання повинні забезпечувати якість зварних з'єднань у відповідності до вимог ОСТ 23.2.429-80; та встановлюються для кожного типу зварного з'єднання в залежності від товщини зварюваних деталей, марок сталей, що застосовуються, зварювальних матеріалів. Шви зварних з'єднань повинні бути очищені від шлаку. Лицеві та декоративні поверхні, які підлягають фарбуванню у відповідності з ГОСТ 9025-77, повинні бути очищені від зварних бризок. Такі поверхні необхідно вказувати в конструкторській документації. Допускається не очищувати від бризок поверхні робочих органів виробу, які дотикаються в процесі експлуатації із ґрунтом.

Ґрунтування, шпатлювання та фарбування зварної конструкції проводиться після контролю ВТК.

Відвал бульдозера повинен виготовлятися у відповідності з кресленнями, державними, галузевими стандартами, а також діючими нормативно-технічними документами, затвердженими у встановленому порядку. Вибір марок сталей для

виготовлення конструкції повинен відбуватися із врахуванням належності даної конструкції до певного класу.

Так як зварна конструкція виготовляється з вуглецевої сталі, то на листах складального креслення вказується:

- а) категорія сталі та її група за ГОСТ 380-71;
- б) вимоги по степені розкислення для сталі за ГОСТ 380-71 і ГОСТ 1050-74.

Використовуваний матеріал по хімічному складу і механічним властивостям повинен задовольняти вимоги держстандарту, технічні умови.

Якість і характеристика матеріалу повинна підтверджуватися організацією поставником у відповідних сертифікатах якості.

Вимоги до матеріалу рами, його межі застосування, призначення, умови застосування, види випробувань повинні задовольняти вимоги ГОСТ щодо цього матеріалу.

Елементи, які приварюються безпосередньо до рами з зовні або з середини, повинні виготовлятися з матеріалів, які володіють гарною зварюваністю. Коефіцієнт лінійного розширення в матеріалах з яких виготовляються ці елементи має бути наближеним до коефіцієнта матеріалу рами. Їх різниця не повинна перевищувати 10%.

При замовленні сталі за ГОСТ 5520-79 необхідно вимагати постачання сталі з додержанням вмісту сірки і фосфору не більше 0,035%.

Додаткові вимоги до матеріалу, які не передбачені стандартами або технічними умовами, повинні бути обов'язково вказані в технічній документації.

Для зварної рамної конструкції слід застосовувати замкнуті профілі, а також коробчасті елементи. Зварні з'єднання із замкнутих та відкритих профілів рекомендується виконувати за діючою в галузі нормативно-технічною документацією. В зварних елементах не слід допускати різноманітних змін перерізів, гострих кутів та інших факторів, які викликають концентрацію напружень чи нерівномірність силового потоку. Потрібно вибирати з'єднання з мінімальною концентрацією напружень.

Допуск на сумісні елементи зварної конструкції відвалу визначається за ОСТ 23.2.9-70; невказані граничні відхилення розмірів за ОСТ 23.2.456-76; допуски на розміри даної конструкції за ОСТ 23.1.468-78 та ОСТ 23.1.469-78; припуски на елементи зварної конструкції, які підлягають механічному обробленню за ОСТ 23.1.466-78.

Допуск на розміри сумісних деталей повинні забезпечити наступні операції:

- а) складання деталей без підганяння їх по місцю призначення;
- б) дотримання зазорів в стиках з'єднаних елементів, передбачених за ОСТ 23.1.470-78;
- в) отримання складальних розмірів та виконання технічних умов на зварний шов чи конструкцію з врахуванням деформацій, які виникають при зварюванні та встановлюються розрахунком.

Зазвичай показники зварних з'єднань мають відповідати показникам основного металу. Типи зварних швів та їх конструктивні елементи, що виконуються напівавтоматичним дуговим зварюванням у середовищі вуглекислого газу, повинні відповідати ОСТ 23.1.466-78.с. Якщо зварювальний шов є нестандартним, то розробники вказують це на складальному кресленні.

Також важливо дотримуватись наступних вимог: дотримання форми і розмірів швів у відповідності до технічних умов, вказаних на кресленнях; використання основного і зварювального матеріалів з найменшим вмістом сірки та фосфору; проведення умов, що приводять до дрібнозернистості структури первинної кристалізації.

Розрахункова довжина швів не повинна бути меншою 30 мм. При проектуванні напусткових з'єднань повинні бути передбачені комбіновані (лобові та флангові) шви. Зварювання одними фланговими швами допускається тільки в зоні мінімальних напружень.

В таврових з'єднаннях із двобічними швами не допускається розміщення деталей під кутом менше 70°.

Для конструкцій вузлів, що працюють в умовах змінних навантажень, не слід застосовувати стикові з'єднання з накладками. Допускається, при необхідності,

застосовувати стикові з'єднання із накладками, із зрізами чи заокругленими кутами, а також у вигляді ромбів, які забезпечують найбільш рівномірний розподіл напружень.

Зварні з'єднання не повинні мати дефектів, які виходять за границю норм, встановлених ОСТ 23.2.429-80.

Зварні шви відвалу бульдозера повинні бути розміщені так, щоб була можливість візуального огляду і контролю якості неруйнівним методом, а також усунення в них дефектів.

Відстань між краєм шва приварювання внутрішніх і зовнішніх пристроїв і деталей і краєм найближчого шва відвалу повинна бути не менша товщини стінки елементів з яких зварюється конструкція.

Допускається перетин стикових швів, конструкції відвалу, кутовими швами для приварювання внутрішніх і зовнішніх елементів (розкосів, кронштейнів, косинок і ін.) за умови контролю неруйнівними методами.

Допускається виконувати зварювання стикових швів без попереднього притуплення більш товстої з деталей, якщо різниця між товщинами не перевищує 30%.

Всі деталі, які поступають на складання під зварювання, мають бути відрихтовані. Неплощинність, непрямолінійність не повинні перевищувати 3 мм на 1 погонний метр (якщо в кресленні деталі немає вказівок на більш високу точність). На поверхнях, які складаються під зварювання не повинно бути масла, іржі, окалини, бруду та вологи.

Деталі, що пройшли термічне гартування, цементацію та оксидування недопускаються під зварювання

Складання деталей повинно здійснюватись в спеціальних складально-зварювальних пристосуваннях.

При зварюванні вузла можуть виникати деформації. Це потрібно обов'язково враховувати під час призначення розмірів складально-зварювальних пристосувань. Допустимі зазори та зміщення зварюваних кромek при складанні елементів під зварювання повинні відповідати вимогам ОСТ 23.1.466-78.

При складанні складальних одиниць відвалу під зварювання спряжені елементи мають бути правильно розміщені між один одним. Повинен бути забезпечений вільний доступ, для того щоб виконати зварювання згідно технологічного процесу.

Розроблення кромки і зазор між кромками деталей, які підлягають зварюванню, повинні відповідати вимогам креслення і стандартів на зварні шви.

При напіваавтоматичному зварюванні у середовищі вуглекислого газу прихоплення повинно виконуватись тільки в місцях та послідовності, передбачених технологічним процесом. Довжина прихоплень повинна бути не більше 25 мм, переріз - 0,35-0,75 мм.

При оцінюванні якості велике значення має гострота одиничних дефектів в з'єднаннях, їх кількість, частка браку, а також частка виправлених дефектів. Виправлення дефектів не завжди підвищує працездатність виробу. Крім того, виправлення дефектів пов'язане з додатковими економічними затратами.

Розміри дефектів, допустимих без виправлення, регламентується нормативно-технічною документацією, яка діє в кожній із галузей промисловості. [2]

Зварні з'єднання мають відповідати нормам ОСТ 23.2.429-80.

При наявності в зварному з'єднанні різноманітних дефектів, допустимих без виправлень у відповідності з ОСТ 23.2.429-80, загальна довжина ділянок із дефектами має бути менша ніж 15% від загальної довжини шва в зварному з'єднанні. Виправляти дефекти в одному і тому ж місці можна тільки один раз.

Вибраний спосіб зварювання повинен забезпечувати механічні властивості зварних з'єднань не нижче норм, встановлених нормативно-технічною документацією.

Механічні властивості зварних з'єднань повинні бути не нижче норм мінімальних механічних властивостей зварних з'єднань.

При проектуванні відвалу бульдозера потрібно дослідити конструкцію щодо її технологічності. Дослідження проводять розробники конструкторської документації разом із технологічною службою.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу

Рамні конструкції представляють собою систему жорстко з'єднаних балок. Виготовленню рамних конструкцій за звичай призводить виготовленню рамних елементів. В даному випадку збирання рами полягає в придатності цих елементів проєктованого взаємного розташування зварювання і в виконанні спряжень між ними.

Технологічний процес виготовлення бульдозера складається з таких основних операцій: розмічування; різання; збирання; зварювання; транспортування; операція контролю якості;

В загальному весь технологічний процес виготовлення в себе включає:

- виготовлення складових деталей бульдозера, а саме:
- виготовлення рами;
- виготовлення планера;
- з'єднання планера і рами.

Спочатку виготовляють заготовки з яких в кінцевому результаті буде виготовлена рама. Наступним виготовляють планер, який являє собою деталь з листового профілю і ребер жорсткості.

Контроль якості зварного з'єднання на кожному етапі виготовлення здійснюється візуально.

В існуючому технологічному процесі є такі недоліки:

- використовується застаріле обладнання;
- зварювання виробу виконують ручним дуговим зварюванням.

Ці недоліки можна усунути:

- впровадивши в виробництво новіше обладнання;
- підібравши зварювальні джерела живлення, які задовільнять підібрані режими зварювання;
- замінивши ручне зварювання на механізоване;
- застосовувавши суміш газів CO_2+O_2

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання

Вибір способів зварювання виконується з урахуванням всіх вищеназаних чинників на основі конструктивно-технологічного аналізу виробу.

Конструктивно-технологічний аналіз зварної конструкції виконується на етапі конструкторського підготівлення виробництва і, як правило, проводиться за такими напрямками:

- аналіз конструкції виробу, його призначення і сфери застосування;
- аналіз основного металу (зварюваного матеріалу) виробу;
- аналіз зварних з'єднань конструкції виробу;
- аналіз виробничого середовища, необхідного і можливого (існуючого або створюваного) для виготовлення зварної конструкції.

Вихідними матеріалами для аналізу є конструкторська документація та технічні умови, які стосуються виготовлення і контролю якості виробу. Результатами конструктивно-технологічного аналізу стають інженерні рішення (можливі варіанти інженерних рішень), які використовуються як вихідні дані для подальшого обґрунтування, вибору і призначення засобів технологічного спорядження і параметрів технологічних режимів, в тому числі значень параметрів технологічних режимів зварювання.

Вибір способу зварювання зазвичай здійснюється в такій послідовності. Насамперед розглядаються зварювальні процеси, які традиційно використовуються для виготовлення подібних конструкцій (в тому числі в типових технологічних процесах і відповідних технологічних інструкціях для зварювання). Перевага віддається тим типовим способам зварювання, які широко застосовуються в діючому к (заводському) виробничому середовищі і для яких можна використовувати існуючі засоби технологічного спорядження.

Вибором можливих варіантів типових способів зварювання визначаються переважні напрями подальшого поглибленого аналізу спеціальних способів зварювання, для яких характерним є більш вузьке (обмежене) застосування.

Спеціальні способи зварювання, будучи результатами безперервного вдосконалення і розвитку традиційних способів, зазвичай прогресивніше типових і вони, як правило, забезпечують більшу ефективність виробничих процесів. Таким чином, починати вибір доцільно з типових способів зварювання і, за необхідності, продовжувати його із спеціальних способів.

Вибір варіантів типових способів зварювання зазвичай починається з оцінки зварюваного металу шляхом віднесення його до відповідної групи матеріалів. Важливим чинником, який впливає на вибір способу зварювання, є здатність до зварювання конструкційних матеріалів або «зварюваність» (хороша, задовільна, обмежена, незадовільна), яка залежить від їх хімічного складу.

Продовження вибору типових способів зварювання з числа попередньо обраних варіантів здійснюється з урахуванням товщини зварюваного металу і відповідної (необхідної) кількості проходів: однопрохідний, двопрохідний або багатопрохідний шви.

Далі враховуються інші фактори, такі як: положення і протяжність швів, доступність для зварювання та маневреність зварюваного виробу, тип виробництва та витрати ресурсів. Обрані варіанти способів зварювання мають відповідати всім встановленим вимогам. Як правило, остаточний вибір способу зварювання виконується з урахуванням максимальної технологічності зварної конструкції (мінімальні витрати ресурсів за прийнятної продуктивності робіт і забезпечення заданої якості зварного виробу).

Виходячи з умови виробництва та габаритні розміри вузлів піввагона, можна застосовувати такі способи зварювання:

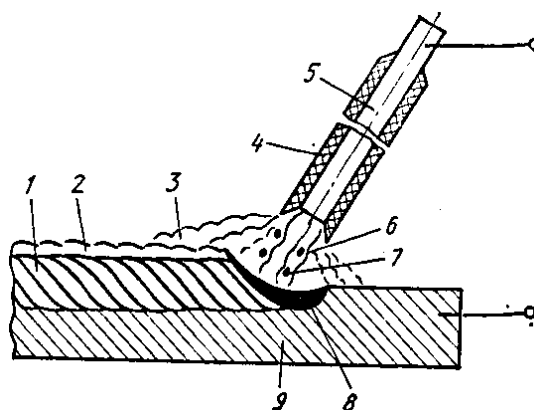
- 1) ручне дугове зварювання покритим електродом (РДЗ);
- 2) напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів (НДЗ);
- 3) автоматичне зварювання під шаром флюсу (НАЗФ).

Ручне дугове зварювання покритим електродом (РДЗ) є технологічним процесом отримання нероз'ємного з'єднання, при якому довжина дуги, подача електроду зі швидкістю його розплавлення та переміщення вздовж зварювальних кромок відбувається вручну, тобто зварником. РДЗ може

виконуватись покритим (плавким) електродом та вольфрамовим (графітовим, вугільним – не плавкими) електродами.[3]

Для того щоб зварювати сталі вироби використовують електроди, що виготовляються із сталевого зварювального дроту у відповідності до ГОСТ 2246-70, що передбає 75 його марок. Шість із них виготовляються із сталі з малим вмістом вуглецю, тридцять з легованих сталей та тридцятьдев'ять з високолегованих сталей. Зварювання типу дугового стрижнями не використовується по причині нестійкого горіння дуги та досить значного насичення металу в шві киснем та азотом. Для того щоб підвищити стійкість горіння дуги та захистити розплавлений метал від реакції з киснем та азотом на електродні стрижні (Рисунок 2.1) наносяться якісні покриття. Вони складаються з стабілізуючих і клейких речовин, є шлакоутворювальних і газоутворювальних речовин та розкислювачів. Також вони містять в собі легуючі елементи, для того щоб одержати наплавлений метал спеціального складу та спеціальних властивостей. Серед стабілізуючих речовин розрізняють різноманітні сполуки лужних металів а саме калію, натрію та лужноземельних металів таких як кальцій, що мають значно кращу властивість іонізуватися в дузі на відміну від кисню та азоту. В наслідок цього покращується стійкість горіння дуги.

Метод утворення зварних швів напряму залежний від їх положення їх та виду зварного з'єднання.



- 1 - зварний шов; 2- шлак; 3- газовий захист; 4- електродне покриття; 5- сталевий пруток; 6- електрична дуга; 7- краплі розплавленого металу; 8- зварна ванна; 9- основний метал

Рисунок 2.1 – Схема РДЗ покритим електродом

Перевагаи РДЗ:

- забезпечення механічних харктеристики зварного шва, більших ніж характеристики металу виробу;
- широке застосовання в народному господарстві;
- можливість зварювання у важкодоступних місцях, та будь яких положеннях зварної конструкції;
- доступність та економічність.

Недоліком даного способу зварювання є:

- якість шва напряду залежить від кваліфікації зварника, тому може відрізнятися;
- мала продуктивність процесу зварювання по відношенню до дугового зварювання в зв'язку з тим, що під час дугового зварювання продуктивність визначається силою струму, а при ручному зварюванні струм є обмеженим, по причині перегріву електродних стрижнів, якщо застосовуються великі сили струму.;
- високі вимоги щодо зберігання електродів (механічні пошкодження, насичення покриття вологою, старіння покриття – впливають на якість зварного шва та появи дефектів).

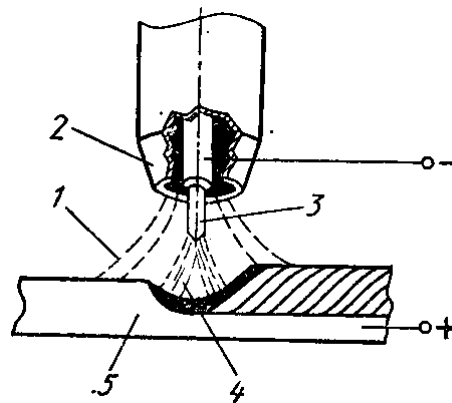
Напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів (НДЗ).

НДЗ (Рисунок 2.2) широко застосовується в різних галузях промисловості. Метод зварювання в захисних газах заключається в захисті розплавленого металу від реакції з киснем та азотом у зоні дуги, що горить між виробом, який зварюється та електродом плавкого, або не плавкого типу, захисним газом, який безперервно подається струменем через сопло пальника, тим самим відтискає повітря та не дозволяє потрапляти йому у місце зварювання. Також інколи зварювати можна в спеціальних герметичних камерах, які заповнені захисним інертним газом. В якості захисних газів використовуються інертні гази такі як аргон і гелій, вони не мають взаємодії з розплавленим металом. Також використовуються активні гази, які можуть взаємодіяти з розплавленим металом. Інертні гази використовуються,коли потрібно отримати однорідний зварюальний

шов, та коли виріб виготовлений з хімічно активних металів. Активні гази використовуються при забезпеченні металургійною обробкою заданих властивостей металу.

Зварювальний дріт механічним способом подається до зварювальної дуги. Він має діаметр 1-2 мм. Подача дроту здійснюється в рукаві.

Зварювання напівавтоматом не залежить від положення зварювального виробу в просторі. Проте вага пальника більша ніж вага електродотримача при РДЗ, тому можливі складності при стельовому положенні.



1- потік газу; 2- сопло; 3- електрод (дріт); 4- зварювальна дуга; 5- основний метал

Рисунок 2.2 – Схема напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів

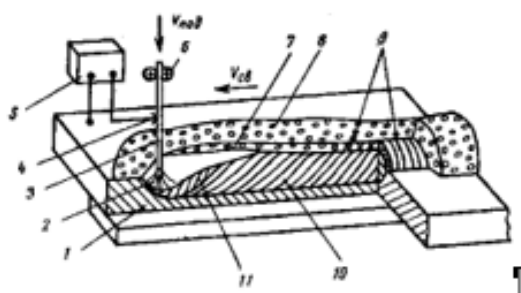
До основних переваг відносять:

- висока продуктивності;
- можливість зварювання практично у всіх положеннях;
- ефективний захист металу захисним газом;
- менше розбрикування металу
- низька втрата електродного дроту;
- зварювання металу великої товщини без кромок;
- висока ступінь концентрації нагрівання виробу, що дозволяє значно зменшити зону ЗТВ;
- можливість механізації процесу.

Недоліки НДЗ:

- багато додаткового обладнання (порівняно з РДЗ);
- якість зварного шва безпосередньо залежить від вибраних параметрів режиму зварювання;
- місце зварювання повинне захищатися від високих поривів вітру;
- високі вимоги щодо зберігання балонів з газом та їх експлуатації;
- висока залежність чистоти газу на якість зварного шва;
- вища вартість обладнання.

Напівавтоматичне зварювання під шаром флюсу (НАЗФ). При даному способі зварювання (Рисунок 2.3) розплавлений метал захищають від дії повітря в зоні зварювання використовуючи порошкоподібні речовини (флюс) або захисні гази.



$V_{под}$, $V_{зв}$ - швидкості подачі і зварювання; 1 - метал, що зварюється; 2 - дуга; 3 - ел. дріт; 4 - струмопідвід; 5 - джерело струму; 6 - подаючий ролик; 7 - розплавлений шлак; 8 - флюс; 9 - шлакова корочка; 10 - метал шва; 11 - метал зварювальної ванни

Рисунок 2.3 — Схема зварювання під шаром флюсу

НАЗФ має набагато більшу продуктивність зварювання, внаслідок використання більших струмів, та завдяки тому, що процес відбувається безперервно). Зварювальний шов при НАЗФ є однорідним. Якість наплавленого металу підвищується. Внаслідок менших втрат металу при розбризкуванні, вигоранні та повній відсутності недогарків, витрачається набагато менше

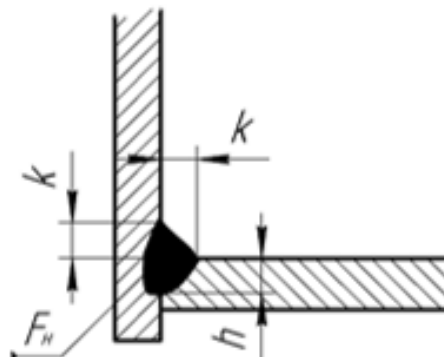
електродного дроту. Під час НАЗФ покращуються умови праці робітників, зварювальний процес є механізованим.

Проте є і недоліки при такому способі зварювання. Серед них високі вимоги до точності підготовки виробів до зварювання, оскільки зона зварювання покривається шаром флюсу, товщиною 50-60мм. Такий спосіб зварювання не можливо використовувати в різних просторових положеннях. Досить тяжко виконати зварні шви, які б мали малу довжину. Пил та пари, які виділяються з флюсу під час зварювання є досить шкідливими для здоров'я людини.

Отже, для виготовлення підвіски бульдозера найдоцільніше буде застосовувати спосіб напівавтоматичного зварювання плавким електродом в середовищі вуглекислого газу CO_2 .

Для зменшення розбризкування металу будемо використовувати газову суміш $\text{CO}_2 + \text{O}_2$. Процентний вміст кисню в даній суміші становить 30 %.

Проведемо розрахунок параметрів режиму зварювання для кутового з'єднання з катетом шва 3 мм. Схема з'єднання приведена на рисунку 2.7.



k - катет шва; h - глибина проплавлення основного металу; F_n – площа поперечного перерізу

Рисунок 2.4 - Схема кутового з'єднання

Глибина проплавлення [4]:

$$h = 0.8 \cdot k, \quad (2.1)$$

де, k – катет шва, мм;

$$h = 0.8 \times 4 = 3.2 \text{ мм.}$$

Величина зварювального струму:

$$I_{36} = \frac{h}{Ka} \cdot 100 \%, \quad (2.2)$$

де, K_a – коефіцієнт залежності від діаметру зварювального дроту;

$$I_{36} = \frac{3,2}{1,6} \times 100 = 200 \text{ А.}$$

Діаметр електродного дроту:

$$d_e = 1.13 \sqrt{\frac{I_{36}}{j}}, \quad (2.3)$$

де, j - густина струму, А/мм²; $j=145$ А/мм²;

$$d_e = 1.13 \sqrt{\frac{200}{145}} = 1.3 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_e = 1,2$ мм.

Величина вильоту електродного дроту 15мм.

Зварювальна напруга на дузі:

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot I_{36} \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.4)$$

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \pm 1 = 29 \pm 1 \text{ В.}$$

Швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{n.d.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{36}}{\pi \cdot d_e^2 \cdot j}, \quad (2.5)$$

де, α_n - коефіцієнт наплавлення, г/А·год; $\alpha_n = 14$ г/А·год;

j - густина металу, г/см³; $j=7.9$ г/см³;

$$V_{n.d.} = \frac{4 \cdot 14 \cdot 200}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot 7,9} = 313 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, \quad (2.6)$$

де, A - коефіцієнт, який залежить від діаметру електродного дроту, $A = 3,5 \times 10^3 \text{ м/Ахгод}$;

$$V_{зв} = \frac{3,5 * 10^3}{200} = 17,5 \text{ м/год}$$

Об'ємні витрати вуглекислого газу:

$$B_г = \frac{70 \cdot 10}{100} = 7 \text{ л/хв.}$$

Отримані результати зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри режимів зварювання в суміші $\text{CO}_2 + \text{O}_2$

Параметри	Значення
Зварювальний струм, А	200
Діаметер електродного дроту, мм	1.2
Величина вильоту електрода, мм	15
Напруга на дузі, В	29
Швидкість подачі електродного дроту, м/год.	313
Швидкість зварювання, м/год.	17,5
Витрати захисного газу, л/хв.	7

Вуглекислий газ, який будемо використовувати під час зварювання відвалу бульдозера має бути відповідним до ГОСТ 8050-76, який в залежності від вмісту CO_2 передбачає 2 сорти зварювальної вуглекислоти: 1 сорт з вмістом CO_2 не менше 99,5%, 2 сорт – не менше 99%.

При напівавтоматичному зварюванні бульдозера використовуємо вуглекислий газ першого сорту.

Стальний зварювальний дріт суцільного перерізу виготовляють за ГОСТ-2246-70 і спеціальними технічними умовами. В більшості випадків при зварюванні

маловуглецевих і низьколегованих сталей якісні шви отримують при застосуванні електродних дротів Св-08ГС і Св-08Г2С, що забезпечує малу забрудненість металу шва оксидними включенням. При цьому метал шва містить до 0,12...0,14% С, не нижче 0,17...0,20% Mn і характеризується малою схильністю до утворення гарячих тріщин і достатньо високими механічними властивостями.

Отже, зварювати відвал бульдозера будемо електродним дротом суцільного перерізу Св-08Г2С. Хімічний якого приведений в таблиці 2.1 [5].

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С за ГОСТ 2246-70, %

Марка дроту	С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св08Г2С	0,05..0,11	0,70...0,95	1,8..2,1	<0,20	<0,25	0,025	0,03

2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування.

В залежності від того, який спосіб зварювання вибраний та які параметри режиму зварювання використовуються, встановлюються потрібні характеристики обладнання, а саме статичні та динамічні.

Зовнішню характеристику джерела живлення вибирають у відповідності до до вольт-амперної характеристики дуги, або шлакової ванни.

Номінальний струм джерела струму вибирається в залежності від тривалості роботи та відповідає розрахованому струму. Необхідно вибирати номінальний струм з мінімальним перевищенням від розрахункового.

Наступним кроком, після того як ми обґрунтували вибір джерела живлення є вибір зварювального устаткування а саме напівавтомату, автомату, пальника.

Тут ми використовуючи каталоги проводимо вибір серед сучасних типів зварювальних автоматів і напівавтоматів, зварювальних установок, з пріоритетом на найбільшу автоматизацію та механізацію зварювального процесу.

Основні вимоги до зварювальних апаратів це забезпечення потрібного режиму зварювання та зручність у використанні. Внаслідок цього, під час вибору зварювальних апаратів необхідно звертати увагу на техніко-економічні параметри, та на конструкційні особливості. Під час вибору зварювального обладнання широко використовуються літературні джерела, каталоги та веб сайти різноманітних виробників зварювального обладнання.

Існують два види обладнання для дугового зварювання в середовищі захисних газів, а саме спеціалізоване та універсальне. Устаткування, що використовується під час зварювання в захисних газах відрізняється від інших типів обладнання тим, що воно включає в себе спеціальні вузли та допоміжні пристрої, які призначені для газового захисту металу в зоні шва від дії повітря. Технічні і конструктивні особливості джерела живлення, апарата з приладами керування і регулювання процесу обумовлюються технологічним процесом зварювання в захисних газах [5].

Випрямлячі з жорсткими зовнішніми характеристиками застосовуються при механізованому зварюванні в середовищі вуглекислого газу. Серед таких випрямлячів виділяємо тип ВДГ і ВСЖ. ВДГ тип випрямлячів розрахований на короткий режим роботи з повітряним охолодженням $PB=60\%$.

Отже, відповідно до вимог, наведених вище, для зварювання вузлів рами бульдозера вибираємо випрямляч типу ВДГ-303-3 (Рисунок 2.5). Він призначений для комплектування зварювальних напівавтоматів уніфікованої серії.

Технічна характеристика випрямляча ВДГ-303-3 приведена в таблиці 2.5.

Напівавтоматами називають зварювальні апарати з механізованою подачею електродного дроту. Переміщення пальника в таких апаратах виконується вручну. Тут електродний дріт подається до зварювального пальника з касети по гнучкому шлангу. Також за допомогою гнучких кабелів і трубок відбувається подача до пальника зварювального струму, захисного газу та ланцюгів керування. Дані гнучкі кабелі та трубки об'єднуються в єдиний шланг. На рисунку 2.6 зображено напівавтомат ПДГ-312, його використовують для дугового зварювання в вуглекислих газах. Його характеристики: переносний, відкритий, шотвхаючого типу. За допомогою даного напівавтомату можна зварювати кутові, напустові, стикові та

таврові шви. . Технічна характеристика напівавтомату ПДГ-312 приведена в таблиці 2.6

Основним елементом зварювального апарату є пальник. Завдяки йому відбувається збуження дуги та здійснюється направлення потоку захисного газу. Його конструктивні характеристики необхідні забезпечувати: безпеку під час виконання робіт, стабільність та стійкість зварювального процесу, захист зварювальної зони, мінімальне напilenня розплавленого металу на сопло, ремонтпридатність.



Рисунок 2.5 – Загальний вигляд зварювального випрямляча типу ВДГ-303-3



Рисунок 2.6 – Загальний вигляд зварювального напівавтомат типу ПДГ-312

Таблиця 2.2- Технічна характеристика випрямляча ВДГ-303-3

Номінальна сила струму, А	315
Номінальний режим роботи ПВ, %	60
Номінальна робоча напруга, В	40
Межі регулювання напруги, В	16...40
Межі регулювання сили струму, А	50...315
Первинна потужність, кВ×А	21
Коефіцієнт корисної дії	0,76
Розміри (довжина, ширина, висота), мм	723×593×938
Маса, кг	230

Таблиця 2.3- Технічна характеристика напівавтомату ПДГ-312

Номінальний зварювальний струм, А	315
Діаметр електродного дроту, мм	1,0...1,4
Швидкість подачі електродного дроту, м /год	120...960
Маса подаючого пристрою, кг	12
Джерело живлення	ВДГ-303-3

Технічна характеристика пальника ГДПГ-304 наведена в таблиці 2.4 [6].

Таблиця 2.4-Технічна характеристика пальника ГДПГ-304

Номінальний зварювальний струм, А	315
Спосіб захисту	Газовий захист
Діаметр електродного дроту, мм	1,2...2,0
Довжина шлангу, м	3
Маса, кг	0,7

2.3 Вибір методу контролю якості виробу

Виявлення дефектів в зварних швах є завданням контролю якості виробу. Також завдяки контролю якості можна визначити розміри та характер дефектів. Це

дає змогу оцінити ремонтпридатність виробу. Також плауються заходи для запобігання появі дефектів.

Для нашого зварного вирубу можна використовувати декілька методів контролю якості, а саме візуально-оптичний метод, ультразвукова дефектоскопія, магнітна та електромагнітна дефектоскопія, радіаційна дефектоскопія.

Візуально-оптичний метод – це метод контролю якості, що полягає в зовнішньому огляді виконаної роботи або неозброєним оком, або з використанням оптики.

Оптика використовується в випадках коли зварний шов оглянути неозброєним оком неможливо, або якщо шов захищений за елементами конструкції. Існують такі оптичні прилади, що допомагають виявити дефекти: ендоскоп, перископ та інші.

Метод радіаційної дефектоскопії ґрунтується на іонізуючому випромінюванні. Це випромінювання має форму рентгенівських променів і гама-випромінювання.

Хвилі рентгенівських променів мають значно меншу довжину ніж світлові хвилі, в саме - $6 \cdot 10^{-13} \dots 6 \cdot 10^{-9}$ мм. Довжина хвилі гама випромінювання становить – $10^{-13} \dots 4 \cdot 10^{-12}$ мм.

На відміну від світлової енергії, дані випромінювання володіють набагато більшою енергією та високу проникаючу здатність.

В основі радіоактивного методу контролю лежить зміна рентгенівського та гама-випромінювання, при цьому втрачається частина енергії, внаслідок проходження ними матеріалу в залежності від його товщини та густини.

Метод магнітної та електромагнітної дефектоскопії. В межах малих об'ємів, так званих доменів ($V = 10^{-5} \dots 10^{-8}$ см³), магнітні поля, які викликаються обертанням електронів навколо власних осей, врівноважують одне одного і деталь виявляється розмагніченою. Але під впливом зовнішніх магнітних ліній поля доменів встановлюються в його напрямку, при цьому створюється спільне поле.

Зварювальний виріб є намагніченим. Магнітні лінії мають певний напрямок. Якщо вони зустрічаються з дефектом, що має значно меншу магнітну проникність ніж основний метал, силові лінії змушені обійти дефект та при цьому утворюється поле розсіювання магнітних ліній. Проте таким методом контролю значно тяжче

виявити дефекти, що напрямлені вздовж магнітних ліній. Значно краще виявляються дефекти, що розміщені перпендикулярно. Даним методом контролю можна перевіряти тільки вироби, що виготовлені з феромагнітних матеріалів.

Суть ультразвукової дефектоскопії полягає в сприйманні пружних механічних коливань, як звуків. Вони називаються акустичними коливаннями. При частоті коливання більше 20 кГц утворюються ультразвукові коливання. Для контролю якості використовуються коливання з частотою від 0,5 до 20 МГц.

Під час контролю якості методом ультразвукової дефектоскопії генератор-випромінювач створює акустичні коливання, які розповсюджуються по всьому матеріалу виробу. Якщо на виробі є дефект, то утвориться відбите, дифраговане поле розсіювання. Якщо в дефекта великі розміри, то за ним утвориться акустична тінь, а його поверхня відіб'є ультразвукові хвилі. Використовуючи приймач-шукач знаходять послаблення ультразвукової хвилі, або еха. На основі цього можна зробити висновки про наявність дефекта.

В нашому випадку, врахувавши технологічні та конструктивні міркування будемо застосовувати наступні методи контролю якості зварних швів:

- візуально-оптичний;
- ультразвукова дефектоскопія.

2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу .

Технологічний процес виготовлення відвалу бульдозера:

- 1) заготівельні операції
- 2) складальні операції
- 3) опоряджувальні операції
- 4) зварювальні операції
- 5) допоміжні операції
- 6) контрольні операції.

Технологічний процес виготовлення заготовок проводиться в такій послідовності.:

- 1) правлення;
- 2) розмічування;
- 3) різання;
- 4) очищення.

Заготовки отримують з кутників та фасонних труб. На листоправильних валках, завдяки створенню місцевих пластичних деформацій проводять правлення листового прокату. Його виконують в холодному стані. Для правлення профільного прокату використовують роликові машини. Вони працюють за таким же принципом як і листоправильні.

Розмічування заготовок виконуємо оптичним методом, не використовуючи шаблони, згідно креслення, що проектується на поверхню розмічування, оскільки виготовлення намічу вальних шаблонів економічно не вигідно.

Листові деталі різемо на гільйотинних ножицях. В випадку поперечного різання використовуємо прес-ножиці, що мають фасонні ножі. В разі різання фасонних труб використовуємо верстат з зубчастим диском. Перед складанням необхідно провести очисні роботи, зачистити кромки деталей від фарби, іржі та мастил. Для очищення використовуємо металеві щітки та тканину.

Також перед процесом складання необхідно перевірити відповідність деталей вимогам креслення (візуально). Забезпечивши таке розміщення деталей, в якому вони повині перебувати в готовому вигляді виконуємо складання. При цьому потрібно забезпечити достатню жорсткість і міцність складального вузла, для того, щоб зменшити деформації при зварюванні. Для виконання складання і зварювання відвалу бульдозера застосовуємо складально-зварювальні стенди.

Складання та зварювання відвалу бульдозера проводимо в такій послідовності:

- 1) встановлюємо в пристосування деталі;
- 2) притискуємо встановлені деталі в пристосуванні пневматичним притискачем;

- 3) виконуємо зварювання в допустимих місцях;
- 4) відкріплюємо складальну одиницю в пристосуванні і зняти;
- 5) проводимо кінцеве зварювання складальної одиниці.

В кінці зачищаємо шви, видаляємо металеві бризки з поверхонь. Використовуємо при цьому окуляри ЗП-12-72, шліфувальна машина Kinzo 8E282, металеві щітки.

При виготовленні бульдозера виконуємо налагоджувальні, перевантажувальні та підйомно-транспортні роботи:

Налагоджуємо обладнання перед тим як зварювати, проводимо регулювання витрат захисного газу, регулюємо виліт зварювального дроту, виставляємо потрібні параметри режиму зварювання. Встановлюємо деталі в кондуктори та кантувач, проводимо перевезення заготовок до робочого місця та транспортування деталей на подальші операції

До контрольних операцій входить комплекс робіт на кожному етапі виробництва зварного виробу. В першу чергу контролюємо якість вхідних матеріалів. Потім проводиться контроль виконання усіх операцій описаних вище.

Форма зварних швів та їх розміщення контролюємо відповідно до креслення. За допомогою візуального огляду перевіряємо наявність зовнішніх дефектів в зварному з'єднанні. Використовуємо ультразвукову дефектоскопію для виявлення внутрішніх дефектів.

2.5 Нормування витрат матеріалів та електроенергії

Нормуємо витрат зварювальних матеріалів відповідно до ДСТУ 3159-95.

Витрати електродного дроту [7]:

$$Q = a \cdot F \cdot L \cdot \gamma, \quad (2.8)$$

де $a = 1,15$;

Довжина всіх швів з катетом $K=4$ мм становить 8,32 м.

Тоді

$$Q = 1,15 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 8,32 \cdot 7800 = 0,6 \text{ кг.}$$

Затрати захисного газу:

$$H = Q_G \cdot L + Q_{\text{доп}}, \quad (2.9)$$

де Q_G – питома норма витрат газу на 1 м шва, л;

$$Q_{\text{доп}} = 0,8 \text{ л.}$$

$$Q_G = q_2 \cdot t_0, \quad (2.10)$$

де q_2 – витрати захисного газу, л/хв;

t_0 – основний час зварювання 1 м шва, хв/м.

$$t_0 = \frac{60}{V_{3\phi}}, \quad (2.11)$$

$$t_0 = \frac{60}{46} = 1,3 \text{ год.}$$

$$Q_G = (16 \cdot 1,3) = 20,8 \text{ л/м.}$$

$$H_G = 20,8 \cdot 8,32 + 0,8 = 173,8 \text{ л.}$$

Затрати електроенергії на довжину шва 1 м:

$$A = \frac{0,001 \cdot U_{\text{д}} \cdot I_{3\phi}}{\eta \cdot V_{3\phi}}, \quad (2.12)$$

$$A = \frac{0,001 \cdot 29 \cdot 240}{0,75 \cdot 46} \approx 0,20 \text{ (кВт·год)/м.}$$

Загальні затрати електроенергії:

$$Q = 0,2 \cdot 8,32 = 1,66 \text{ кВт}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір та розрахунок елементів основного чи додаткового зварювального устаткування.

Характерною особливістю складальних одиниць, які входять в склад зварної конструкції, являється необхідність складання декількох деталей (деколи кілька десятків деталей) в послідовності технологічного процесу. При складанні даних вузлів раніше встановлені деталі, які дотикаються до установлювальних поверхонь пристосування, стають базами для монтажу наступних деталей, тому вимоги необхідності закріплення перших підвищуються.

Із всієї різноманітності заготовок та деталей, які складають зварну конструкцію, найбільше розповсюдження мають призматичні заготовки, у яких в якості встановлювальних баз використовують три взаємно перпендикулярні площини. При накладанні на таку заготовку шести координатних зв'язків, зона буде позбавлена всіх степенів вільності

Часто точного положення заготовки у всіх трьох координатних площинах не вимагається, обмежуються спрощеним базуванням по двох або одній площині [8].

Як базуючу вибирають з найбільшими розмірами. Як направляючу найдовшу поверхню. [8].

Складання під зварювання заключається в послідовному розташовуванні елементів виробу та їх суміщення відповідно до розмірів складальних креслень. Це відбувається перед зварюванням з використанням прихоплень.

Фіксатори є елементами встановлення, які призначені для забезпечення правильного встановлення деталі в пристосуванні.

Вимоги до фіксаторів:

1. точність при встановленні деталей
2. зручність при встановленні деталей
3. зручність при зварюванні
4. міцність і жорсткість;
5. вільне звільнення з фіксуючих пристроїв та знімання деталі

Фіксатори класифікуються за способом фіксації заготовки в пристосуванні. Серед фіксаторів розрізняють упори, опори, установочні пальці, призми та шаблони знімні.

Упори базують заготовки по плоским боковим поверхням. Існують постійні, знімні, відкидні, відводні та поворотні упори. Постійні використовуються для зафіксування 1ї або 2х деталей в горизонтальній площині. Також для фіксування деталей під час складальних операцій. Встановлюються упори шляхом приварювання до основи пристосування, або шляхом фіксування з штифтами.

Точність складання може погіршуватись, оскільки в процесі роботи опорні поверхні, можуть досить таки швидко випрацьовуватись. Внаслідок можливе погіршення точності складання зварної конструкції. Щоб запобігти цьому, в упорах передбачені базові пластинки. Вони виготовлені зі сталі, яка є загартованою.

Упори класифікуються з технологічним призначенням. Існують силові та напрямні упори.

Упори в складальному пристосуванні визначають положення заготовки в просторі. Вони позбавляють заготовку від ступенів свободи. Самі упори розміщуються в горизонтальній площині пристосування. В складально-зварювальному пристосуванні широко застосовуються жорсткі та регульовані опори. Серед жорстких розрізняють опорні пластини, опорні штирі, гнізда, ложементи.

Опорні пластини використовуються для базування великогабаритних заготовок. Кріляться заготовки гвинтами. Якщо заготовка не є великогабаритною то використовуються для круплення опорні штирі, запресовані в корпусі складального пристосування.

Для закріплення заготовки в плоскій та циліндричній поверхні застосовуються опорні гнізда, або ложементи. Опорне гнізда по ширині має бути ширшим на кілька мм від ширини заготовки. Це необхідно, щоб забезпечити відне встановлення та знімання.

Якщо установочні поверхні заготовки містять відхилення, то використовуються регульовані опори. Для заготовок з отворами базування відбувається з установочними пальцями. Може використовуватись 1-2 установочні пальці.

Установочні пальці бувають:

- циліндричні
- циліндричні з буртом
- зрізані

У випадку, коли прихвачену заготовку нможливо зняти, без зйому фіксатора, на допомогу приходять знімні установочні пальці.

Якщо отворим в деталі діаметром від 70 до 100 міліметрів, то застосовують розсувні оправки.

В нашому випадку, для фіксації відвалу бульдозера, вибираємо пневматичні притискачі та фіксатори.

Для найдійного закріплення в пристосуванні складальних одиниць в процесі складання та зварювання використовуються притискні механізми.

Притискні механізми мають забезпечувати потрібний напрямок дії сил притиску заготовки, та не допускати при цьому можливість зсуву та перекидання. Забезпечувати силу притиску, яка була попередньо розрахована на протязі складання та зварювання. Важливим моментом є те, щоб притискачі не спричиняли деформацію складальної одиниці та щоб не пошкодили її поверхню. Від притискних механізмів вимагається швидкодія роботи, зручність та безпека під час використання механізму. Також обов'язковою умовою є вільне та зручне знімання складальної одиниці з пристосування. Та безумовно доступ до деталі під час зварювання і надійне її закріплення.

Притискні механізми класифікують за ступенем механізації та за конструкцією притискача.

За ступенем механізації:

- гвинтові
- клинові

- есцентрикові
- важільні
- бойонетні
- комбіновані
- пружинні

Немеханізовані навідміну від механізованих, притискачі приводяться в дію за допомогою ручної сили, а механізовані в свою чергу оснащені силовим приводом.

Існують такі механізовані притискачі :

- пневматичні
- пневмогідравлічні
- гідравлічні
- пневмогідравлічні
- електромагнітні

Пневматичні притискачі це притискачі прямої дії, вакуумні, комбіновані. До притискачів прямої дії відносяться пневмоциліндри, пневмокамери та пневматичні шланги.

При комбінуванні простого механізму і силового пристрою в притискачі, то тоді даний притискач буде називатися комбінованим. Серед комбінованих є пневмоклинні та пневмоважільні притискачі.

Механізовані притискачі застосовуються під час серійного виробництва.

З технологічних міркувань для закріплення в пристосуваннях вузлів піввагона вибираємо притискачі та затискачі з пневмоприводом.

Пневматичні силові вузли виконують у вигляді циліндрів. Циліндри виготовляють односторонньої і двохсторонньої дії.

Осьова сила на штоці пневмоциліндра односторонньої дії при подаванні повітря зі сторони поршня визначається за формулою [8]:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta \cdot Q_1, \quad (3.1)$$

де D – діаметр пневмоциліндр, мм;

p – тиск стисненого повітря цехової мережі, МПа, $p = 0,6$ МПа;

η - коефіцієнт корисної дії, який враховує втрати в пневмоциліндрі,
 $\eta = 0,85 \dots 0,9$;

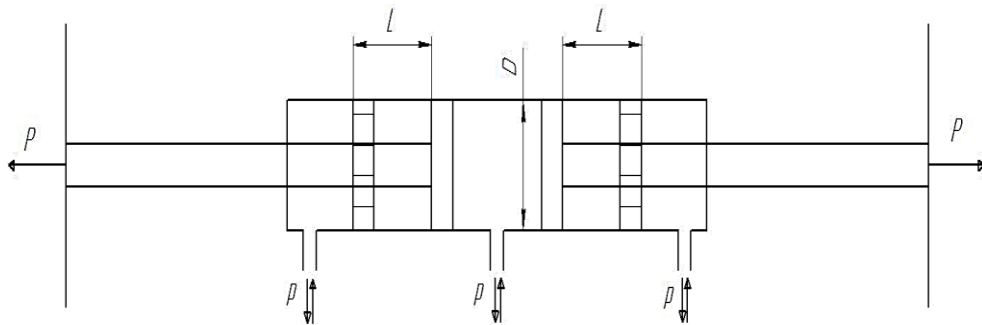
Q_1 – сила опору зворотної пружини в кінці робочого ходу $Q = 450$ Н.

З формули (3.1) визначаємо необхідний діаметр пневмоциліндра [8]:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (Q + Q_1)}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (3.2)$$

З врахуванням прийнятої величини зусилля притискання $Q = 2000$ Н, діаметр пневмоциліндра становить:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (2000 + 450)}{3.14 \cdot 0.6 \cdot 0.8}} = 78.2 \text{ мм.}$$



D – діаметр пневмоциліндра; L - хід поршня; p - тиск стиснутого повітря цехової мережі;

P - необхідне зусилля на штоці поршня

Рисунок 3.1 - Кінематична схема пневматичного притискача

Заокругливши знайдене значення до найбільшого стандартного значення приймемо діаметр пневмоциліндра $D = 80$ мм.

Отже, для забезпечення необхідного притискного зусилля потрібно використати пневмоциліндр, діаметр поршня якого становить 80 мм.

Для того щоб виконати складання відвалу бульдозера, спроектуємо елементи притискання пристосувань для фіксування складальних одиниць.

Необхідно розрахувати зусилля, які будуть обмежувати переміщення, яке може виникнути в результаті деформації відвалу в процесі зварювання. Також за

допомогою цих зусиль буде відбуватися фіксування деталей під час складання і забезпеченні відсутності зазорів між деталями виробу.

Розрахунок зусиль притискання при впуску повітря в поза штокову порожнину проводимо за формулою [8]:

$$Q = p_n \frac{\pi D^2}{4} \eta; \quad (3.3)$$

$$Q = 0.6 \frac{3.14 \cdot 75^2}{4} 0.8 = 2411 \text{ Н.}$$

Розрахунок зусиль притискання при впуску повітря в штокову порожнину проводимо за формулою [8]:

$$Q = p_n \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \eta; \quad (3.4)$$

$$Q = 0.6 \frac{3.14(75^2 - 10^2)}{4} 0.8 = 2373 \text{ Н.}$$

Для виготовлення планера відвалу бульдозера будемо використовувати пристосування зображене на рисунку 3.11.

Пристосування для складання планера складається з таких складальних одиниць: боковин 1, основи 2, упорів 3, кронштейнів 4, опори 5, притискачів 6, затискного пристрою 7, а також пневмосистеми 8.

Пристосування для виготовлення планера відвалу бульдозера призначене для фіксування та закріплення вузлів та заготовок для відвалу бульдозера. За допомогою пристосування буде забезпечуватись необхідна якість та точність зварно конструкції. Основа пристосування (рисунок 3.4) є елементом, який об'єднує в одну конструкцію всі частини пристосування. На основі розташовуються опорні і направляючі деталі, упори та опори, які визначають положення деталей виробу, кронштейни та фіксатори. Основа сприймає масу виробу і всі зусилля, що виникають в процесі складання і зварювання, при цьому вона повинна забезпечити точність розташування складених деталей та володіти достатньою міцністю і жорсткістю.

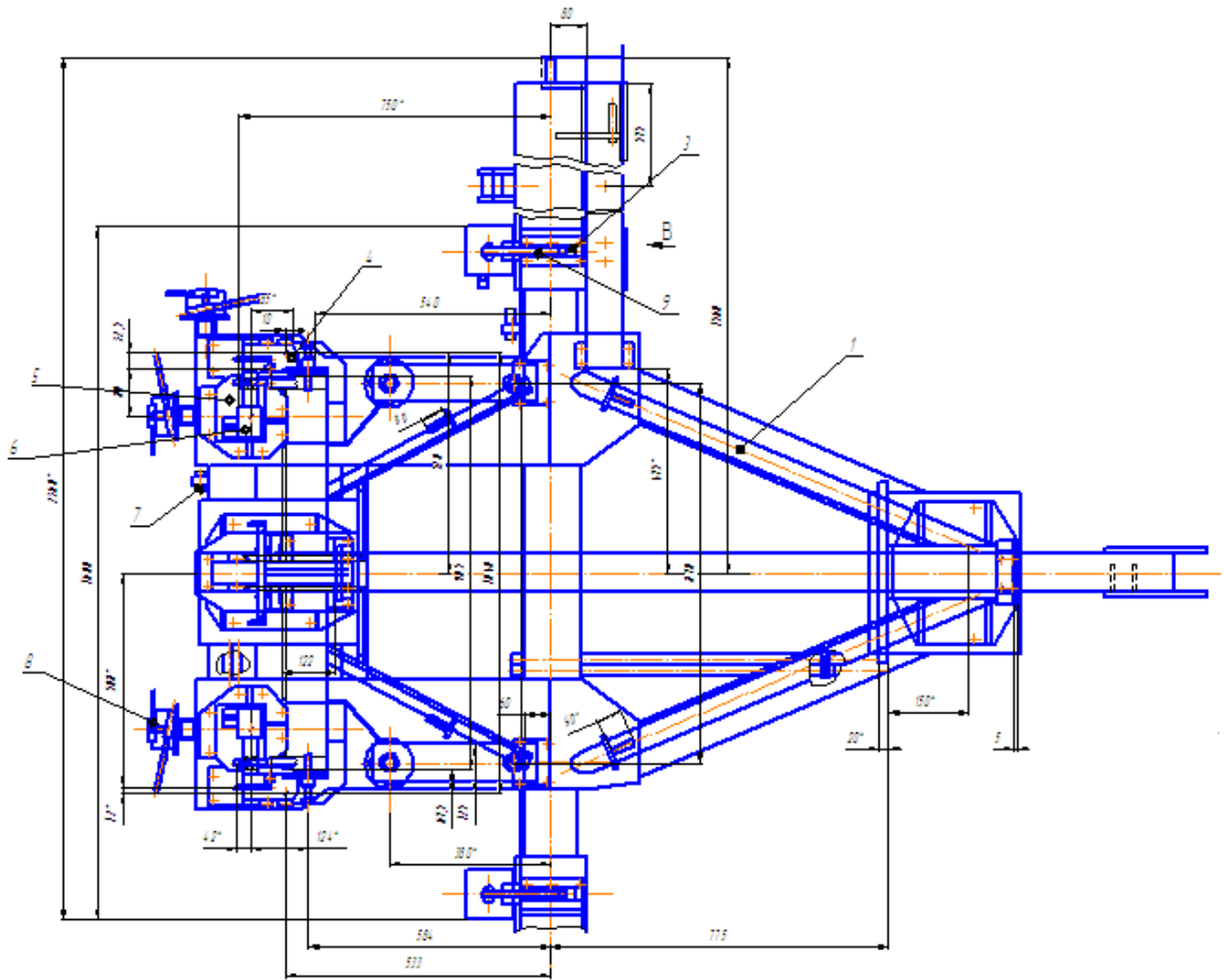


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд кондуктора для зварювання відвалу бульдозера

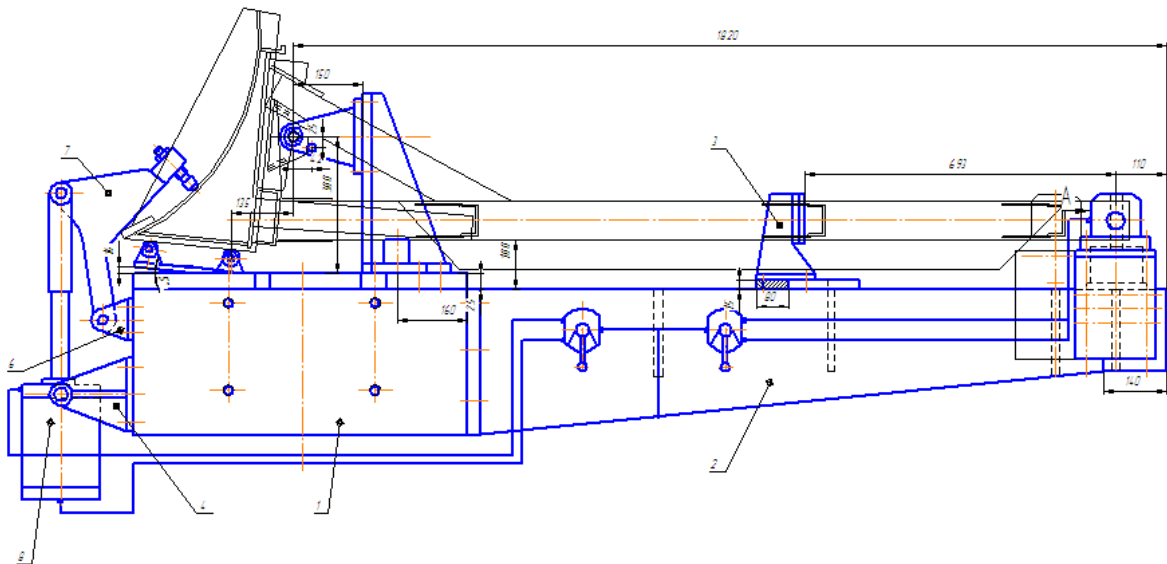


Рисунок 3.3 - Пристосування для виготовлення планера відвалу бульдозера

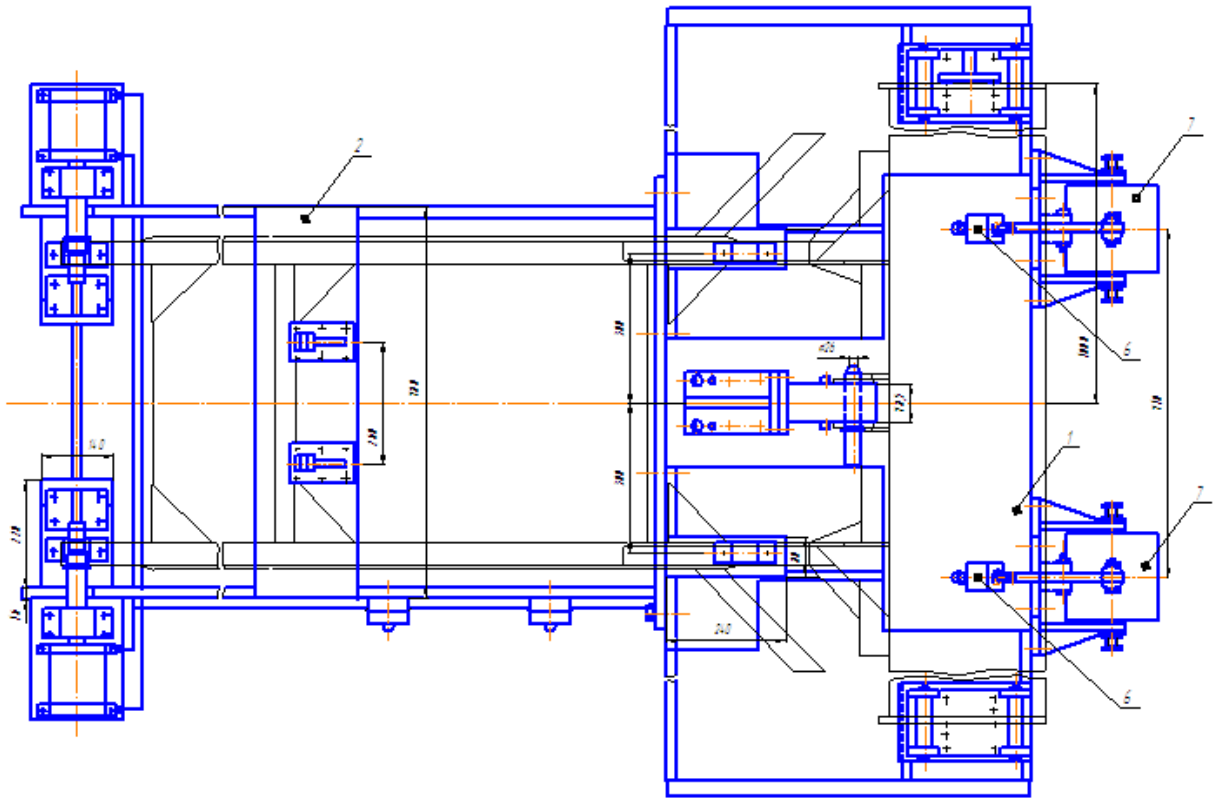


Рисунок 3.4 - Пристосування для виготовлення планера відвалу бульдозера

Форма і розміри основи залежать від конфігурації виробу, який складається в пристосуванні, а також від типу і розташування фіксуючих, затискних та направляючих елементів (рисунок 3.5).

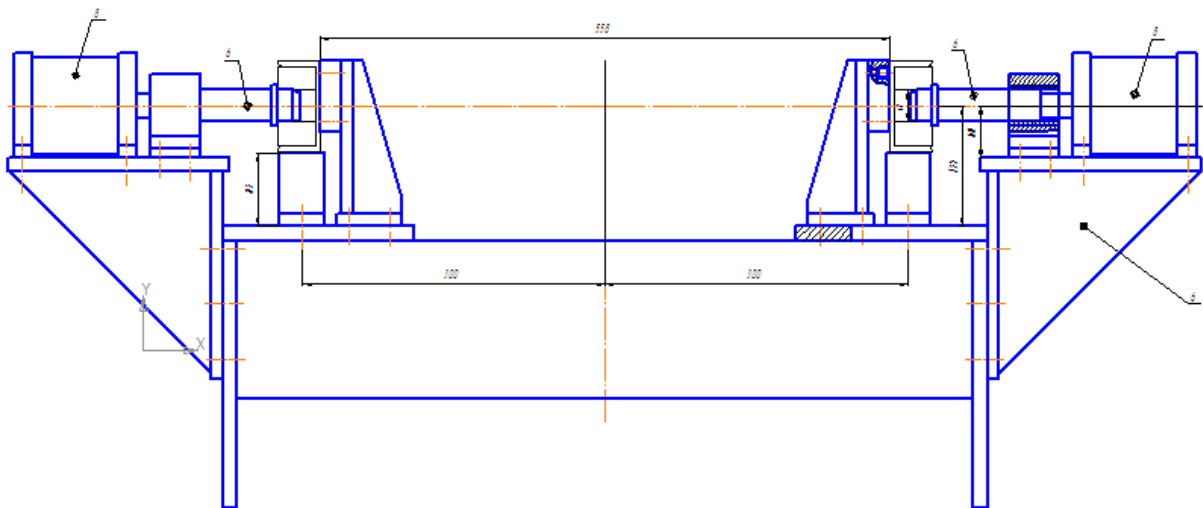


Рисунок 3.5 – Розміщення фіксуючих елементів пристосування для складання

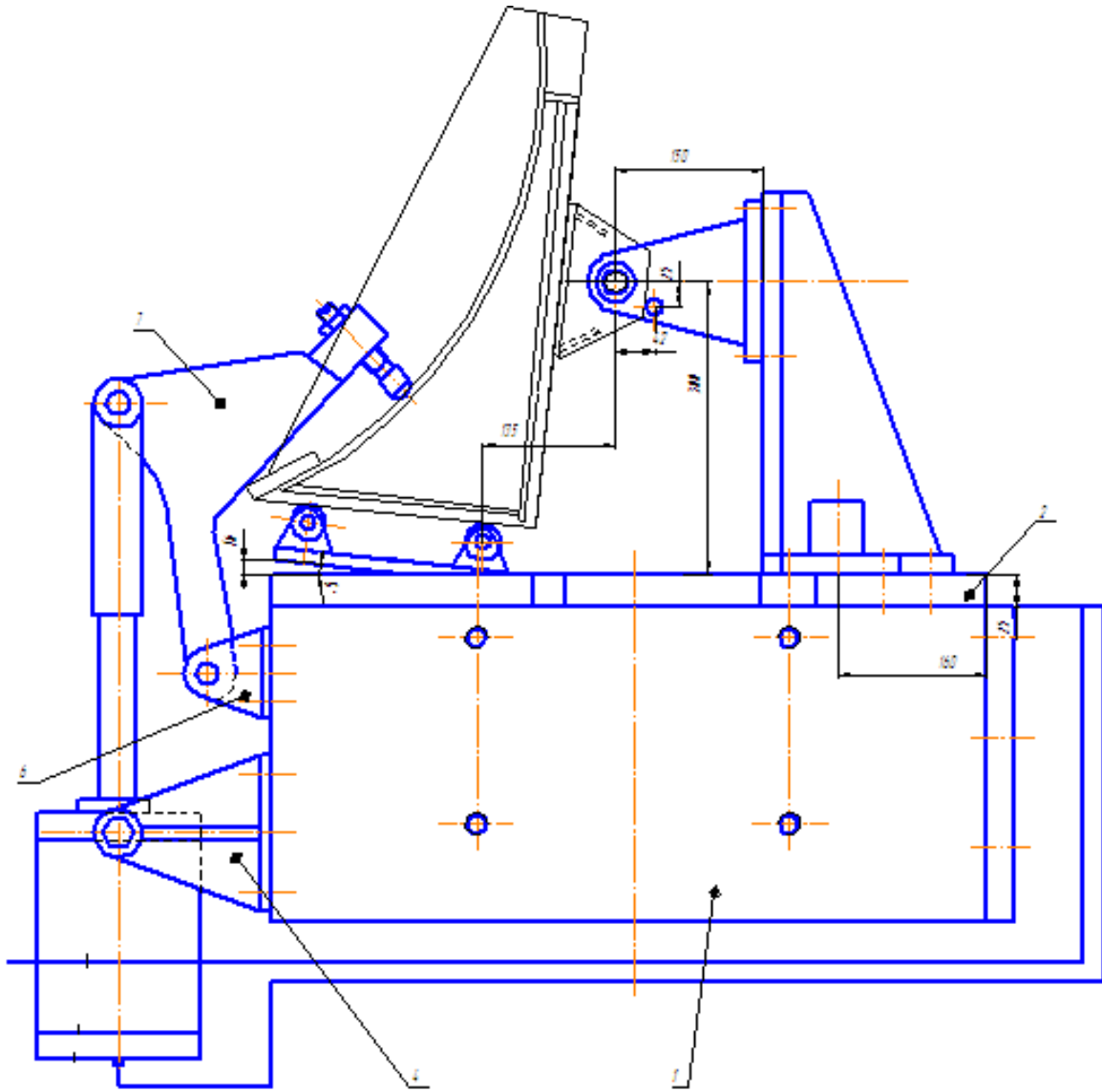


Рисунок 3.6 – Пристосування для складання планера бульдозера

3.2 Розрахунок зварних з'єднань на міцність.

При виготовленні відвалу бульдозера використовується обладнання, яке виготовлене з застосуванням кутових зварних з'єднань, тому розрахунок на міцність зварних з'єднань конструкції проводимо для кутових швів з катетом бмм і довжиною швів 4850 мм.

Проводимо розрахунок на зріз [9]:

$$\tau_{зр} = \frac{P}{F} \leq [\tau'_{зр}], \quad (3.5)$$

де $\tau_{зр}$ - напруження зрізу, МПа;

P - навантаження зрізу, Н;

F - площа поперечного перерізу шва, m^2 ;

$[\tau'_{зр}]$ - допустиме напруження зрізу для шва, МПа.

$$[\tau'_{зр}] = 0,6 \cdot [\sigma], \quad (3.6)$$

де $[\sigma]$ - допустиме напруження на розтяг основного металу, МПа. $[\sigma]=440$ МПа.

Звідси:

$$P = F \cdot [\tau'_{зр}] \quad (3.7)$$

Площа поперечного перерізу шва:

$$F = k \cdot \cos 45, \quad (3.8)$$

де k – катет шва, мм. $k = 6$ мм.

Підставивши у формулу 3.7 для визначення допустимого зусилля навантаження отримаємо:

$$P = k \cdot \cos 45 \cdot l \cdot [\tau'_{зр}] \quad (3.9)$$

Тоді $P = 6 \cdot \cos 45 \cdot 314 \cdot 0,6 \cdot 440 = 240173,06$ Н

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Оцінка шкідливих факторів, які діють в зварювальному цеху (дільниці). Заходи для зменшення їх впливу

Під час виконання технологічного процесу зварювання необхідно дотримуватись цілого комплексу правил з техніки безпеки. Ці правила мають бути відображені у технологічних картах та суворо дотримуватись робітниками під час виконання зварювальних робіт.

Під час експлуатації зварювального устаткування, внаслідок дій різних шкідливих факторів, може створюватись можливість травматизму. Зона в якій з різною періодичністю діють небезпечні, шкідливі фактори називається небезпечною.

Середовище виробничих приміщень, в яких відбувається технологічний процес зварювання металів в СО₂ забруднюється зварювальним аерозолем, який містить в собі газоподібні фтористі сполуки, оксид вуглецю, оксиди азоту, а також пил та шкідливі випаровування.

Також під час зварювального процесу утворюється ультрафіолетове, або світлове випромінювання, яке при дії на очі робітника може спричинити електрофтальмію. Якщо інфрачервоне випромінювання діє досить тривалий час, це може спричинити помутніння кришталіка (катаракта).

Тому на стадії проектування підприємств із зварювальним виробництвом та під час експлуатації виробничих приміщень, в яких відбувається виробничий процес повинні бути проведені спеціальні заходи щодо запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням, перш за все щодо зменшення кількості шкідливих та небезпечних факторів на виробництві.

Щоб захистити робітників від дії шкідливих факторів використовуються колективні та індивідуальні засоби захисту.

Такі пристрої як: кондуктори, маніпулятори, кантувачі, струбцини, затискачі допомагають зберігати працездатність та підвищувати продуктивність праці робітника зварювального виробництва.

Існують такі заходи щодо покращення умов праці зварників на зварювальному виробництві:

- автоматизація, механізація та раціоналізація виробничого процесу;
- захист очей від ультрафіолетового та світлового випромінювання;
- вентилявання робочих приміщень від пилу та шкідливих газів;
- заходи безпеки з запобігання ураженню електричним струмом.

Освітленість виробничих приміщень-важливий захід гігієни та охорони праці і підвищення її продуктивності [10]. У виробничих приміщеннях застосовують два види освітлення: природне і штучне.

Для забезпечення зручного для зварювання положення деталей, та перевезення їх використовується механізований транспорт. Це дозволяє полегшити працю зварника, зменшити травматизм на виробництві та підвищити продуктивність праці.

Характерною особливістю електричної дуги є те, вона випромінює значну кількість ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання, які в свою чергу є небезпечними для очей та шкіри зварника. У випадку виконання зварювальних робіт з відкритою дугою, наприклад ручне зварювання в CO₂, є небезпека отримання опіків променями електричної дуги. Тому зварювальник використовує робочий одяг, який захищає його шкіру та спеціальні захисні щитки, або маски з темно-синім скло-фільтром.

Під час прибирання флюсу і відбивання шлаку можливе механічне пошкодження очей робітника. Для запобігання цьому використовуються захисні окуляри зі звичайним склом. При опіках очей необхідно робити холодні примочки, промивати очі слабким содовим розчином або закапати очі очними цинковими каплями. При сильних опіках необхідно звернутися до лікаря [10].

В наслідок високих температур електричної дуги відбувається випаровування металів. В результаті відбувається реакція між випарами металу та киснем, що призводить до утворення дрібного порошку у вигляді окислів. Серед окисів найшкідливішими є окисли свинцю, міді, цинку, кадмію, які

утворюються при зварюванні виробів з міді, латуні і бронзи. Також утворюються пари окислів в наслідок плавлення певних видів флюсів.

При виконанні робіт по зварюванню в вуглекислому газі присутнє виділення чадного газу, який є дуже шкідливим для організму людини. Враховуючи те, що вуглекислий газ має в півтора рази більшу вагу ніж повітря, то в тісних приміщеннях та закритих посудинах може утворюватись накопичення вуглекислого газу. Це може привести до того, що кисню в приміщенні буде недостатньо для дихання.

З метою видалення небезпечних газів та пилу з виробничих приміщень, а також для постійного підведення свіжого повітря в приміщення використовується загальна або місцева вентиляція. У випадку загальної вентиляції застосовується приточно-витяжна вентиляція з підігрівом повітря в холодну пору року. Вона використовується для циркуляції повітря в закритих виробничих приміщеннях (цехах, майстернях і т.д.). Для усунення шкідливих та небезпечних газів безпосередньо з місця їх утворення використовується місцева вентиляція. Якщо виробниче приміщення є закритого типу, використовуються ізолюючі апарати, такі як ШР-1, ДПА-4, ША-40. Також застосовуються обладнані шлангами, що подають свіже повітря.

У випадку отруєння, людину потрібно перемістити на вулицю, на свіже повітря, при наявності тісного одягу, звільнити потерпілого від нього та викликати швидку допомогу. При зупинці дихання слід застосувати штучне дихання [10].

4.2 Розрахунок природного освітлення для зварювальної дільниці

Освітлення приміщень за рахунок прямого, або відбитого сонячного денного світла називається природним освітленням.

Однією з умов забезпечення комфортної та безпечної виробничої діяльності людини є Організація раціонального природного освітлення на робочих місцях. При недостатній освітленості робочої зони може виникнути виробничий травматизм, або професійне захворювання.

Приміщення з постійним перебуванням людей повинні мати природне освітлення, яке забезпечується бічним, верхнім та комбінованим світлом.

Метод розрахунку природного освітлення заключається в визначенні сумарної площі світлових прорізів, необхідних для достатнього забезпечення коефіцієнта природної освітленості на робочих місцях.

Оскільки зварювальна діляниця освітлюється бічним світлом, проводимо розрахунок площі світлових прорізів за формулою:

$$S_B = \frac{e_H \cdot k_3 \cdot h_B}{100 \cdot \tau \cdot r_1} \cdot S_{\Pi} \cdot K_{\sigma}, \quad (4.1)$$

де S_B - площа світлових прорізів при бічному освітленні, m^2 ;

e_H - нормоване значення коефіцієнту природної освітленості, %;

$e_H = 3,6\%$;

k_3 - коефіцієнт запасу, $k_3 = 1,5$;

h_B - світлова характеристика вікон, $h_B = 8$

S_{Π} - площа підлоги приміщення, m^2 ;

K_{σ} - коефіцієнт затінення вікон будівлями, що стоять напроти, $K_{\sigma} = 1,1$;

r_1 - коефіцієнт, що враховує підвищення коефіцієнту природного освітлення при бічному освітленні за рахунок світла відбитого від поверхонь приміщення та підстелюючого шару прилеглого від будівлі $r_1 = 1,7$;

τ - загальний коефіцієнт світло пропускання;

$$\tau = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (4.2)$$

де τ_1 - коефіцієнт світлопропускання матеріалу, $\tau_1 = 0,8$;

τ_2 - коефіцієнт, який враховує втрати світла в рамі світлопрорізу,

$\tau_2 = 0,9$;

τ_3 - коефіцієнт, який враховує втрати світла в несучих конструкціях покриття, $\tau_3 = 1$;

τ_4 - коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях, $\tau_4 = 0,9$;

τ_5 - коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями. При бічному освітленні $\tau_5 = 1$.

За формулою (4.2) загальний коефіцієнт світлопропускання буде рівним:

$$\tau = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,648.$$

За формулою (4.1) визначаємо площу світлових прорізів потрібну для забезпечення нормованого значення коефіцієнта природної освітленості на робочих місцях:

$$S_B = \frac{3,6 \cdot 1,5 \cdot 8}{100 \cdot 0,648 \cdot 1,7} \cdot 336 \cdot 1,1 = 144,94 \text{ м}^2.$$

Отже, площа світлових прорізів, яка потрібна для забезпечення нормованого значення коефіцієнта природної освітленості на робочих місцях, становить $144,94 \text{ м}^2$.

4.3 Пожежна профілактика в зварювальній дільниці

Дільниця рахується правильно спроектована у тому випадку, коли разом з вирішенням функціональних, міцнісних, санітарних та інших технічних і економічних вимог забезпечені умови пожежної безпеки.

Всі будівельні матеріали по займанню поділяються на три групи:

- незгораючі, які під дією вогню або високих температур не займаються і не обвуглюються (до них відносять більшість металів та матеріали мінерального походження);

- важкозгораючі, які можуть займатися і продовжувати горіти тільки при постійній дії стороннього джерела займання (наприклад, конструкції з дерева, які просочені або покриті вогнезахисними сумішами);

- згораючі, які можуть самостійно горіти після видалення джерела займання (до них відносять більшість пластичних матеріалів, в тому числі які застосовуються в будівництві).

Займання будівельних конструкції визначають, як правило, по займанню матеріалів з яких вони виготовлені.

В умовах пожежі, крім високих температур, на будівельні конструкції впливають їх власна маса та експлуатаційні навантаження, а також додаткові статичні навантаження (від пролітої при тушінні пожежі води або уламків конструкції, що завалилися) та динамічний вплив (водяні струмені або уламки, що падають). В результаті вказаних впливів несучі конструкції деформуються та втрачають міцність. Крім того, при пожежі конструкції можуть нагрітися до небезпечних температур, прогоріти або отримати наскрізні тріщини, що може привести до розповсюдження пожежі в суміжні приміщення. Здатність конструкцій чинити опір впливу пожежі на протязі певного часу при збереженні експлуатаційних функцій називається вогнестійкістю.

Підвищити вогнестійкість будівель та споруд можна облицюванням або оштукатурюванням металічних конструкцій. Перевагою користуються облицювальні матеріали, які мають мінімальну масу та мінімальний коефіцієнт температуропровідності.

Противопожежні стіни повинні бути виконані з незгораючих матеріалів, мати межу вогнестійкості не менше 2,5 годин і опиратися на фундаменти. Противопожежні стіни розраховують на стійкість з врахуванням можливості однобічного завалення перекриття та інших конструкцій при пожежі.

При проектуванні будівель необхідно передбачити безпечну евакуацію людей на випадок виникнення пожежі. При виникненні пожежі люди повинні покинути будівлю на протязі мінімального часу, який визначається найменшою віддаллю від місця їх знаходження до виходу назовні.

Як правило, виникнення пожежі в будівлях та спорудах супроводжується виділенням великої кількості диму, який затемнює приміщення та утруднює умови евакуації та гасіння пожежі. Крім того дим володіє задушливими властивостями.

Видалення газів та диму із приміщення, в якому виникла пожежа, проводиться через віконні прорізи, аераційні ліхтарі, а також за допомогою

спеціальних димових люків, конструкцій, що легко скидаються. Димові люки призначені для видалення продуктів згоряння, забезпечення не задимлених суміжних приміщень та керування процесами горіння на пожежах (для того, щоб надати полум'ю бажаного напрямку).

Димові люки встановлюються у підвальних приміщеннях, в перекриттях складських та безліхтарних виробничих будівель.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі на тему «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення відвалу бульдозера» запропоновано наступні інженерні рішення, а саме:

- змінений спосіб зварювання, порівняно з базовим варіантом запропоновано зварювання в суміші газів $\text{CO}_2 + \text{O}_2$;
- раціонально вибране зварювальне устаткування;
- більш раціонально вибрані складально-зварювальні пристосування з пневматичними притискачами.

З метою охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях працюючих запропоновані заходи з охорони праці для збереження і підвищення працездатності працюючих та шляхи підвищення стійкості виробництва у надзвичайних ситуаціях, а з метою охорони навколишнього середовища запропоновано заходи для зменшення викидів у навколишнє середовище шкідливих речовин, які виділяються в результаті зварювальних робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Марочник сталей и сплавов [Текст] / Под ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
2. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів [Текст] / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896 с.
3. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
4. Биковский О.Г. Довідник зварника [Текст]: довідник / О.Г. Биковський, І.В. Пінковський. - К.: Техніка, 2002. – 336 с.
5. Технология и оборудование сварки плавлением / Г.Д. Никифоров, Г.В. Бобров, В.М. Никитин и др.; Под ред. Г.Д.Никифорова. - М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
6. Александров А.Г., Заруба И.И., Пинковский Н.В. Эксплуатация сварочного оборудования. – К.: Будивэльник, 1990. – 224 с.
- 7 ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. – Чинний від 01.07.1996. - К.: Держстандарт України, 1995. – 36 с.
8. Колчака Л.А. Зварювальне виробництво / Л.А. Колчака. - Ростов н / Д.: Фенікс, 2002. - 512 с.
9. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві .-К.: Арістей, 2005. – 268с.
10. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.
- 11 Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г.Бедрія. – Львів.:, 1997. – 275с.

ДОДАТКИ