

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: Розроблення технологічного процесу виготовлення
траверсного механізму для піднімання вантажів

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МПс-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

Савосік А.Ю.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Барановський В.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Дячун А.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«02» лютого 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності)

студенту Савосік Андрій Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу виготовлення траверсного механізму для піднімання вантажів

Керівник роботи Барановський Віктор Миколайович, д.т.н., професор

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

Затверджені наказом ректора від « 29 » січня 2024 року № 4/7-80.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 12 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи базовий технологічний процес

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

Реферат. Зміст. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.

Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Перелік посилань.

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

Карта технологічного процесу. Зварювальний кільцевий кантувач. Стенд для складання

Кантувач

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Сенчишин В.С., к.т.н., доцент</i>		

7. Дата видачі завдання 2 лютого 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Реферат</i>	<i>05.02.2024</i>	
	<i>Зміст</i>	<i>07.02.2024</i>	
	<i>Вступ</i>	<i>14.02.2024</i>	
	<i>Аналітична частина</i>	<i>26.02.2024</i>	
	<i>Технологічна частина</i>	<i>18.02.2024</i>	
	<i>Конструкторська частина</i>	<i>03.06.2024</i>	
	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>07.06.2024</i>	
	<i>Висновки</i>	<i>09.06.2024</i>	
	<i>Перелік посилань</i>	<i>10.06.2024</i>	
	<i>Графічна частина</i>	<i>18.06.2024</i>	

Студент

(підпис)

Савосік А.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Барановський В.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

В КРБ розроблено технологічний процес виготовлення лінійної траверси з використанням автоматичного зварювання.

Мета розробки – підвищення якості зварного виробу шляхом застосування удосконаленого способу зварювання деталей траверси.

Об'єктом розробки КРБ є процес складання та зварювання траверси лінійної.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати базовий варіант виготовлення;
- підібрати проектований спосіб зварювання та обґрунтувати його доцільність застосування;
- здійснити розрахунки режимів зварювання;
- підібрати зварювальне та складальне обладнання.

ЗМІСТ

	ВСТУП	5
1	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	6
1.1	Аналіз виробу	6
1.2	Характеристика матеріалу виробу	7
1.3	Характеристика базового технологічного процесу	8
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	11
2.1	Розроблення ТП	11
2.2	Вибір способу зварювання	13
2.3	Вибір зварювальних матеріалів	16
2.4	Розрахунок режимів зварювання	18
2.5	Вибір зварювального та складального обладнання	22
2.6	Технологічний процес збирання виробу та контроль якості зварних з'єднань	26
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	31
3.1	Розрахунок притискачів	31
3.2	Опис роботи пристосування	34
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	36
4.1	Поліпшення стану виробничого середовища, зменшення важкості та напруженості трудового процесу зварювальників	36
4.2	Приведення до нормативних вимог виявлених шкідливих виробничих факторів	41
	ВИСНОВКИ	45
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	46
	ДОДАТКИ	48

ВСТУП

Зварювання – процес отримання нероз'ємного з'єднання деталей машин, конструкцій і споруд при їхньому місцевому або загальному нагріванні, пластичному деформуванні або при спільній дії того і іншого в результаті встановлення міжатомних зв'язків у місці їх з'єднання.

Розвиток сучасної техніки висуває особливі вимоги до конструкційних матеріалів, у зв'язку з цим в даний час стають затребуваними матеріали, що володіють високою міцністю і пластичністю в широкому діапазоні температур.

Виробництво лінійної траверси здійснюється за допомогою ручного дугового зварювання, що володіє не високою продуктивністю і важкими умовами праці зварювальників. Актуальним стає впровадження та заміна цих способів на автоматизоване зварювання, що спричинить зниження трудомісткості процесу виготовлення, підвищення продуктивності, зменшення витрат.

Виробництво лінійної траверси здійснюється за допомогою ручного дугового зварювання, що володіє не високою продуктивністю і важкими умовами праці зварювальників. Актуальним стає впровадження та заміна цих способів на автоматизоване зварювання, що спричинить зниження трудомісткості процесу виготовлення, підвищення продуктивності, зменшення витрат.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз виробу

Під траверсами слід розуміти швидкозмінні вантажо-захоплювальні пристрої, призначені для установки на підйомні крани.

Тобто траверса просто є проміжною складовою між крановими гаками та вантажами.

Траверса лінійна – один із найпоширеніших видів траверс, застосовується повсюдно, коли необхідно врівноважений підйом вантажу.

Вона має просту конструкцію, кріплення до кранового гака відбувається через центральний вушок.

Траверса лінійна дуже універсальна, може використовуватися у вантажопідйомних операціях з невеликою висотою навантаження.

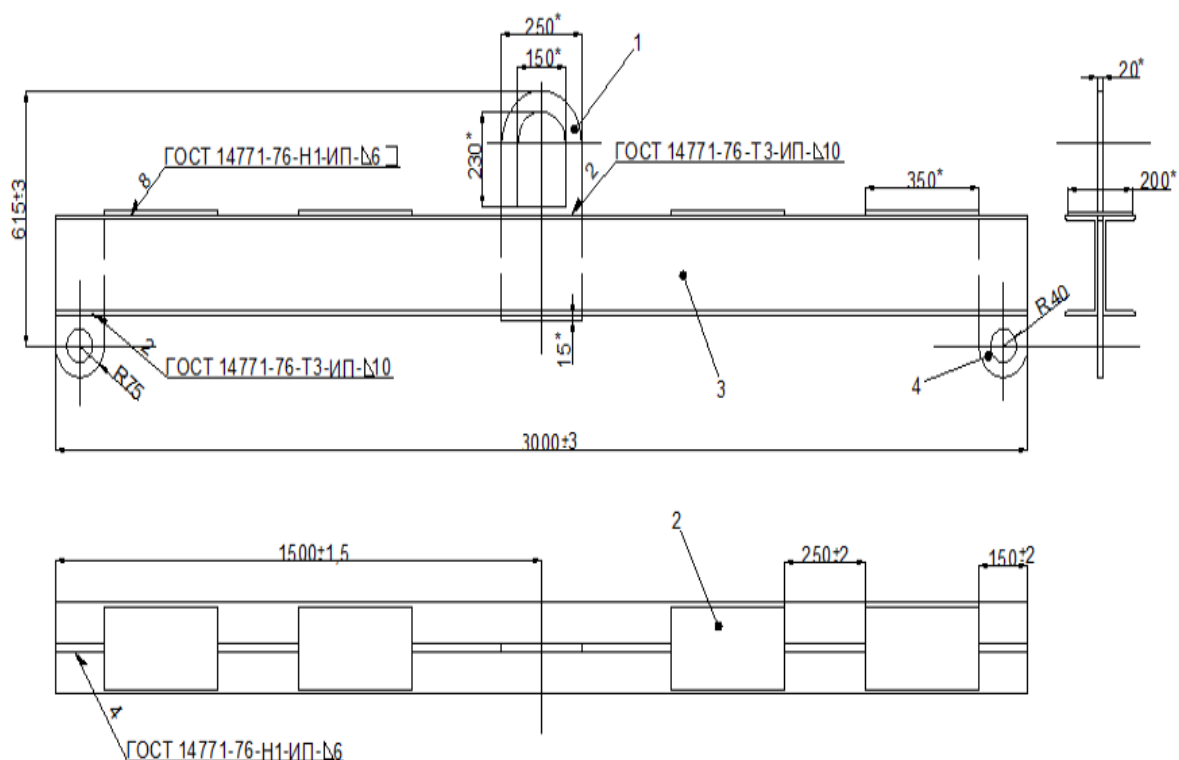


Рисунок 1.1 – Траверсний механізм

Типова лінійна траверса з підйомом за центр може бути використана для роботи з широким переліком вантажів:

- підйому та переміщення рейок та рейко-шпальної решітки спільно з спеціалізованими захватами; для підйому та переміщення контейнерів спільно з комплектом строп та захоплень за верхні чи нижні фітинги;
- для підйому та переміщення листової сталі спільно зі спеціалізованими захопленнями;
- для підйому та переміщення різних довгомірів разом з канатними або кругло-рядними стропами;
- для зняття та встановлення на транспортні засоби або місця складування скла дерев'яної тарі;
- для підйому та переміщення сендвіч панелей при виконанні монтажних робіт;
- для підйому та переміщення енергетичного обладнання;
- для підйому та переміщення автомобілів разом із спеціалізованими захопленнями.

1.2 Характеристика матеріалу виробу

Сталь 09Г2С – це є конструкційна низьколегована сталь, яка використовується при виготовленні зварних конструкцій. Даний вид матеріалу служить для виготовлення зварних металоконструкцій, які працюють за важких умов, наприклад при температурі від -70 до $+425^{\circ}\text{C}$ або під високим тиском.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 09Г2С

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu
до 0,12	0,5 - 0,8	1,3 - 1,7	до 0,3	до 0,035	до 0,035	до 0,3	до 0,008	до 0,3

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С

Марка	Межа міцності, δ_B , МПа	Межа плинності, δ_T , МПа	Відносне подовження, δ , %	Ударна в'язкість, α , кГм/см ²
09Г2С	1529	1350	21	-

Зварюваність характеризується відповідністю властивостей зварного з'єднання таким же властивостям робочого матеріалу а ступенем та частотою утворення дефектів. За такими ознаками розрізняють добре, задовільно та погано зварюютьвальні матеріали.

Фізична зварюваність передбачає можливість отримання монолітних зварних сполук з хімічним зв'язком. Таку зварюваність мають практично всі технічні сплави і чисті метали, а також ряд поєднань металів з неметалами.

Технологічна зварюваність – це характеристика металу, що визначає його реакцію на вплив зварювання і здатність утворювати зварне з'єднання із заданими експлуатаційними властивостями. У цьому випадку зварюваність розглядається як ступінь відповідності властивостей зварних з'єднань однойменним властивостям основного металу або їх нормативним значенням.

1.3 Характеристика базового технологічного процесу

У базовому варіанті зварювання траверсний механізм здійснювалося ручним дуговим зварюванням. Ручне дугове зварювання металевими покритими електродами є найефективніший із методів, які використовуються при виготовленні зварних конструкцій. Це пояснюється простотою і мобільністю устаткування, що застосовується.

Істотний недолік ручного дугового зварювання покритим електродом - мала продуктивність процесу і залежність якості зварного шва від практичних навичок зварювальника.

До електроду і виробу, що зварюється, для створення та дієздатності зварювальної дуги подається зварювальний струм від відповідних джерел . Схеми процесу ручного дугового зварювання приведено на рисунку 1.2.

Розплавляється металевий стрижень електрода у вигляді окремих крапель 4, покритих шлаком, переходить у зварювальну ванну 5. У зварювальної ванні розплавлені метали електрода та металу змішується. В процесі шлак спливає на поверхню та утворює тим самим шлакову кірку 6.

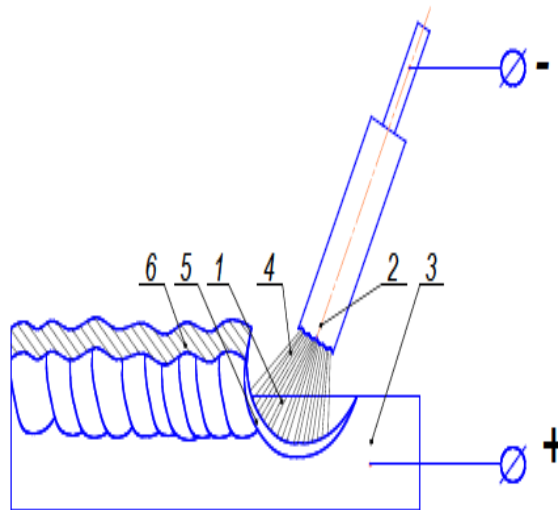


Рисунок 1.2 – Ручне дугове зварювання покритим електродом: 1 – дуга; 2 – електрод; 3 – метал; 4 – краплі; 5 – зварювальна ванна; 6 – шлакова кірка

Розміри зварювальної ванни залежать від режиму зварювання і зазвичай перебувають у межах:

- глибина до 7 мм;
- ширина до 15 мм;
- довжина до 30 мм.

У формуванні металу шва основний метал становить 15-35%.

Електроди марки УОНІ-13/55 призначені для дугового зварювання ручним методом.

Даний спосіб призначений для зварювання конструкцій з вуглецевих і низьколегованих сталей. У тих випадках, коли до металу та його зварних швів ставляться високі вимоги щодо пластичності та ударної в'язкості, особливо при роботі в умовах знижених температур.

Зварювання у всіх просторових положеннях, крім вертикального зверху вниз, постійним струмом зворотної полярності.

Особливості. Метал шва характеризується високою стійкістю проти утворення кристалізаційних тріщин і низьким вмістом водню.

Зварювання слід виробляти короткою дугою методом спірання.

Кромки, що зварюються, повинні бути очищені від окалини, іржі і слідів масла.

Зварювальний інвертор ARC 630 (J21) Сварог (IGBT) (380 В) (з аксесуарами) вироблений на базі сучасної інверторної технології транзисторів імпульсної стабільної, ефективної рівнем шуму в процесі зварювання.



Рисунок 1.3 – Зварювальний інвертор ARC 630 (J21)

Особливості апарату ARC 630 (J21) Сварог (IGBT) (380 В) – це високий ККД, низький рівень споживання енергії.

А ще даний інвертор характеризується стабільність горіння дуги та відносно малим рівнем напруги холостого ходу.

Зручність у роботі надає цифровий дисплей, який показує миттєві дані по струму зварювання та наявність пульта дистанційного керування.

Впевнена робота апарату зі збільшеною довжиною силових кабелів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розроблення ТП

В проектному варіанті пропонуємо вибрати метод зварювання в захисних газах.

Враховуючи особливість марки сталі та її зварюваність, конструкцію виробу, особливості зварних швів, для зварювання кисневого балона цілком доцільно використовувати автоматичне дугове зварювання в середовищі захисного газу електродом, що плавиться.

Основними перевагами вказаного методу є :

- висока якість зварних з'єднань на різноманітних металах та їх сплавах різної товщини, особливо при зварюванні в інертних газах через малого чаду легуючих елементів;
- можливість зварювання у різних просторових положеннях;
- відсутність операцій із засипання та збирання флюсу та видалення шлаку;
- можливість спостереження за утворенням шва, що особливо важливо при механізованому зварюванні;
- висока продуктивність і легкість механізації та автоматизації процесу.

Переваги зварювання у вуглекислому газі:

- висока продуктивність,
- великий діапазон зварюваних товщин,
- низька вартість зварювання,
- маневреність,
- відсутність необхідності застосування флюсів або покриттів,
- очищення швів від шлаку і невикористаних залишків флюсу після зварювання.

Також слід пам'ятати, що напівмеханізований спосіб зварювання CO₂ застосовується для зварювання коротких швів недоступних для зварювання автоматом.

Зварювання серед вуглекислого газу забезпечує глибокий провар. Якість зварного шва вище ручного зварювання в 1,5 рази і на 15-20% вище напівмеханізованої під шаром флюсу.

Якість зварного шва забезпечується з-за малого чаду легуючих елементів, можливості спостерігати за утворенням шва.

Для отримання при дуговому зварюванні високоякісних з'єднань необхідний захист зони дуги і розплавленого металу від шкідливої дії повітря, а в деяких випадках легування і металургійна обробка металу шва.

Для захисту зони дуги і розплавленого металу використовують газ, який подається струменем за допомогою пальника; іноді зварювання використовують в камерах, які наповнені газом.

В якості захисних використовують інертні гази (аргон, гелій та їх суміші), які не взаємодіють з металом при зварюванні, та активні гази (вуглекислий газ, кисень та ін.), які взаємодіють з металами, а також їх суміші.

Вид захисного газу визначає фізичні, металургійні і технологічні характеристики способу зварювання. Захисний газ обирають залежно від виду матеріалів, які зварюються, технологічних задач, вимог до зварних з'єднань, а також інших умов.

Зварювання в захисних газах можна виконувати електродом, що плавиться, при цьому дуга горить між електродом та виробом. Електрод в процесі зварювання не розплавляється і не потрапляє в шов.

Дуга переміщується вздовж кромки, які зварюються, та оплавляє їх. При віддаленні дуги розплавлений метал твердіє, утворюється шов, який з'єднує кромки деталей.

При зварюванні електродом, що плавиться, дуга горить між електродною проволокою, яка безперервно подається в дугу, та виробом. Дуга розплавляє проволочку і кромки виробу, в результаті чого утворюється зварювальна ванна.

При переміщенні дуги зварювальна ванна твердіє, утворює шов, який з'єднує кромки виробу. При необхідності металургійної обробки і додаткового легування шва в зону дуги подається невелика кількість розкислюючих або легуючих речовин.

Ці речовини найпростіше вносити за допомогою порошкового дроту.

Речовини, які утворюють шлак, вносять у вигляді пилю або парів разом із захисним газом, у вигляді магнітного флюсу або флюсу, який засипається між кромками, у вигляді обмазки, яка наноситься на поверхню електродного дроту та іншими способами.

Склад металу шва можна змінити, якщо подавати в зону зварювання додатковий присадковий дріт, а також виконувати дводугове зварювання в загальну ванну з використанням дроту різного складу.

Для економії захисного газу і куруванням процесу зварювання проводять в двох окремих потоках газів, що подаються концентрично навколо дуги. У внутрішньому потоці горить дуга і знаходиться крапля електродного металу, а рідка металева ванна захищається сумішшю внутрішнього і зовнішнього потоків.

В деяких випадках використовують дводугове зварювання при поєднанні дуг з електродами, які плавляться і не плавляться, зварювання в захисному газі (перша дуга) зі зварюванням під флюсом (друга дуга).

2.2 Вибір способу зварювання

Зварювання в захисних газах - один із поширених способів зварювання плавленням. У порівнянні з іншими способами він має ряд переваг, з яких головні: можливість візуального, в тому числі і дистанційного, спостереження за процесом зварювання; широкий діапазон робочих параметрів режиму зварювання в будь-яких просторових положеннях; можливість механізації та автоматизації процесу, у тому числі із застосуванням робототехніки; високоефективний захист розплавленого металу; можливість зварювання металів різної товщини в межах від десятих часток до десятків міліметрів.

Для підвищення продуктивності зварювання застосовують головку з механічною подачею присадного дроту в зону зварювання (рис. 2.1). Дугу запалюють між заготовками і не плавиться електродом.

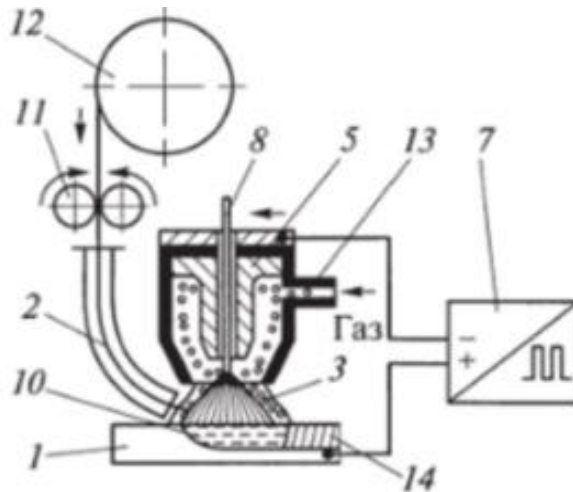


Рисунок 2.1 – Схема зварювання в захисних газах: 1 – заготовка; 2 – присадковий пруток (дріт); 3 – дуга; 4 – корпус; 5 – мундштук; 6 – рукоятка; 7 – джерело живлення; 8 – електрод; 9 – захисний газ; 10 – ванна розплавленого металу; 11 – роликівий механізм; 12 – касета; 13 – патрубок; 14 – зварений шов

Джерело живлення забезпечує постійну напругу зварювання і високочастотне імпульсна напруга запалювання дуги.

На зварювальний дріт напруга подається через контактний мундштук. Захисний газ з балона надходить через редуктор в зону зварювання по патрубку 13. Присадний дріт 2, намотаний на касету 2, подається в зону зварювання роликівим механізмом 11.

Застосування механічної подачі присадного дроту дозволяє створювати зварювальні напівавтомати (переміщення головки проводиться вручну) або автомати (забезпечені механізмом переміщення зварювальної головки).

Пальники для зварювання плавиться відрізняються від пальників для зварювання плавиться, наявністю роликівого механізму подачі обмідненої зварювального дроту, що знаходиться на касеті.

При зварюванні електродом, що плавиться, в захисному газі (рисунок 2.2) в зону дуги подається захисний газ. Дана процедура ще і служить захистом для металу зварювальної ванни. Кромки виробу, плавляться від теплоти дуги та плавиться і зварювальний дріт. За допомогою процесу кристалізації розплавлений метал утворює зварний шов.

При зварюванні низьковуглецевих і низьколегованих сталей для захисту розплавленого електродного металу і металу зварювальної ванни найчастіше застосовують вуглекислий газ.

Іноді ще використовують суміші аргону з CO_2 до 30%.

Гелій та аргон, як захисні гази застосовують тільки при зварюванні конструкцій відповідального призначення.

Зварювання в захисних газах виконують металевим електродом, що плавиться і не плавиться.

При автоматичному і напівавтоматичному зварюванні електродом що плавиться, при розміщенні швів у різних положеннях, застосовують зварювальний дріт діаметром 1,2 мм.

Відповідно до існуючих вимог, при зварюванні нижніх швів - 0,8 - 1,6 мм.



Рисунок 2.2 – ТП зварювання в захисних газах

На якість шва впливає стан вуглекислого газу.

Якщо спостерігається високий вміст азоту і водню тоді можливе утворення пор. Іржа не має значного впливу на якість швів при даному способі зварювання.

Якщо спостерігається підвищення напруги дуги, тоді відповідно і збільшується вміст легуючих елементів, тим самим знижуючи механічні властивості шва.

В аргоні ТП зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей проводиться не часто.

Це пояснюється тим, що вони мають добру зварюваність під флюсом та в середовищі вуглекислого газу.

Широкий спектр застосування захисних газів робить цей спосіб універсальним.

2.3 Вибір зварювальних матеріалів

Зварювальний дріт Св-08Г2С використовують при зварюванні сталей виробів автоматами та напівавтоматами.

Використання цього виду дроту забезпечує утворення якісного з'єднання та чистого та рівного шва.

Застосовують Св-08Г2С при ТП заповнення простору між краями виробу, що зварюється.

Зварювальний дріт забезпечує надійне зварювання з рівним та чистим швом, а також заповнює зазор між краями металу.

У цієї марки невеликий вміст домішок: фосфору та сірки.

Це шкідливі речовини, що у сукупності менше 0,03%.

Також у її складі незначна кількість хрому – 0,2% і нікелю – до 0,25%.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С

C	Si	Mn	S	P
0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	≤0,025	≤0,03

Як захисні гази для зварювання сталей у промисловості знайшли широке застосування активні (CO₂, O₂) та інертні (Ar, He) захисні гази.

Діоксид вуглецю (вуглекислота) відрізняється дешевизною та широкою поширеністю.

Інертні гази дорожчі і вимагають наявності спеціалізованих заводів із виробництва газів.

Суміші інертних газів з активними газами дозволяє підвищити стійкість дуги, збільшити глибину проплавлення, поліпшити зовнішній вигляд зварного шва, зменшити розбризування металу при зварюванні електродом, що плавиться, підвищити щільність металу шва, збільшити продуктивність процесу зварювання.

При виконанні дугового зварювання дуга і розплавляється метал, а іноді і остигає шов знаходяться в захисному газі, що подається в зону зварювання за допомогою спеціальних пристроїв.

Способи дугового зварювання в захисних газах класифікують за характером впливу дуги на зварюваний метал, виду струму, дуги, електрода і захисного газу, ступеня механізації процесу і наявності присадочного матеріалу або флюсу.

За характером впливу дуги на метал заготовок і виду електродів розрізняють зварювання однофазної дугою непрямої дії і двома плавляться (зварювання металів товщиною до 0,5 мм), трифазної дугою і не плавляться електродами (3 мм і більше), дугою прямої дії і не плавиться, (1,0 ... 3,0 мм), а також дугою прямої дії і що плавиться (0,8 ... 1,0 мм).

В якості захисних газів використовують інертні (аргон, гелій) і активні гази або їх суміші (вуглекислий газ, азот, водень, суміші аргону з киснем, воднем, азотом або вуглекислим газом). Найчастіше застосовують аргон, вуглекислий газ і суміш аргону або вуглекислого газу з киснем, що поставляються в балонах.

Інертні гази забезпечують формування високоякісного шва при зварюванні сталей неплавким електродом, а алюмінієвих сплавів плавиться.

Гелій в порівнянні з аргоном сприяє більш стійкому горінню дуги і проплавленню металу на велику глибину.

Суміш аргону (65%) і гелію (35%) забезпечує незначне розбризування металу, глибоке проплавлення і високу стійкість дуги. Зазначена суміш має більш низьку вартість, ніж чистий гелій.

Застосування активних газів пов'язане з їх меншою вартістю в порівнянні з вартістю аргону або гелію.

Наявність вільного кисню в газовій атмосфері при термічному розкладанні вуглекислого газу призводить до зниження вмісту вуглецю в металі шва і окисленню металу (в цьому випадку потрібно додати в зону шва розкислювачів).

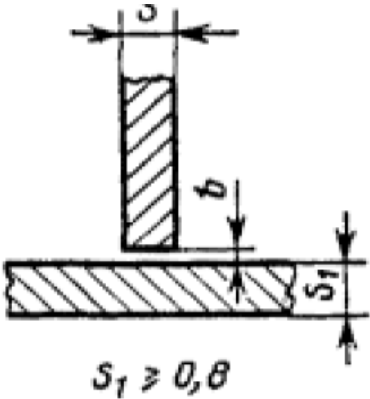
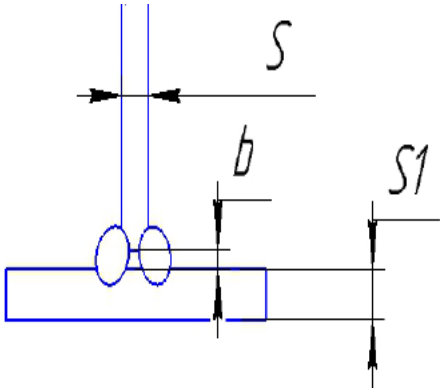
Надмірна кількість кисню в сумішах зменшує розбризкування металу.

Для зварювання сталей 09Г2С ефективним і економічним буде суміш газів - 82% Ar + 18% CO₂.

2.4 Розрахунок режимів зварювання

Для розрахунку режимів різання приймаємо наступні початкові дані.

Таблиця 2.2 – Таврове зварне з'єднання ТЗ

Форма кромок	Зварне з'єднання
S, мм	24
S ₁ , мм	10
b, мм	0
Значення катета min, мм	12
	

Площа поперечного перерізу шва Для таврових з'єднань F_n , мм²

$$F_n = 0.5 \cdot K^2 + 1.05 \cdot K, \quad (2.1)$$

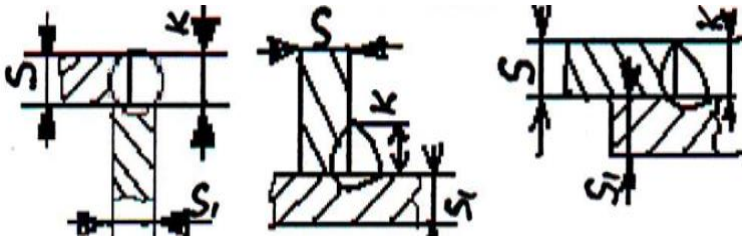
де K – величина катета, мм.

$$0.5 \cdot 12^2 + 1.05 \cdot 12 = 84.6 \text{ мм}^2.$$

Діаметр електродного дроту d_e залежить від товщини металу S і глибини проплавлення h . Однак глибина проплавлення залежить від величини проміжку між кромками, формами підготовки кромки.

Щоб врахувати ці фактори, вводимо розрахункову глибину проплавлення h .

Таблиця 2.3– Визначення розрахункової глибини проплавлення при автоматичному зварюванні

Ескіз шва та форми підготовки кромки	Формула для визначення розрахункової глибини проплавлення
	$h_p = (0.7 \div 1.1) \cdot K$ $K \leq 1.2S$

Для одноставрового з'єднання

$$h_p = (0.7 \div 1.1) \cdot K, \quad (2.2)$$

де h_p – глибина провару, мм.

$$h_p = (0.7 \div 1.1) \cdot 12 = 8.4 \div 13.2$$

Діаметр електродного дроту

$$d_e = k_d \cdot F_n^{0,625}, \quad (2.3)$$

де k_d – коефіцієнт, що залежить від виду зварювання.

$$d_e = 0.25 \cdot 84.6^{0,625} = 1.29 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_e = 1.2$ мм.

Проведемо розрахунок зварювального струму

$$I_{3\phi} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} \cdot j, \quad (2.4)$$

де j – густина струму в дроті, А/мм².

$$I_{3\phi} = \frac{3.14 \cdot 1.2^2}{4} \cdot 170 = 192 \div 220 \text{ В.}$$

Визначимо напругу на зварювальній дузі

$$U_{\phi} = 14 + 0.05 \cdot I_{3\phi}; \quad (2.5)$$

$$U_{\phi} = 14 + 0.05 \cdot 192 = 23 \text{ В.}$$

Швидкість зварювання

$$V_{3\phi} = \frac{\alpha_n \cdot I_{3\phi}}{100 \cdot \varphi \cdot F_n}, \quad (2.6)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення металу, г/А год.

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi),$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення дроту, г/А год;

ψ – коефіцієнт втрат металу.

$$\alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{I_{3\phi}}{d_e}}$$

$$\alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{192}{1.2}} = 18.6 \text{ г/А год.};$$

$$\alpha_n = 18.6 \cdot (1 - 0.02) = 18.22 \text{ г/А год.};$$

$$V_{3\phi} = \frac{18.22 \cdot 192}{100 \cdot 7.8 \cdot 0.3} = 14.4 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі дроту

$$V_{n\partial} = \frac{4 \cdot V_{3\partial} \cdot F_n}{\pi \cdot d_e^2}; \quad (2.7)$$

$$V_{n\partial} = \frac{4 \cdot 14.4 \cdot 0.3}{3.14 \cdot 1.2^2} = 382 \text{ м/год.}$$

Розрахунок витрати захисного газу

$$q_{3\partial} = 0.2 \cdot I_{3\partial}^{0.72}; \quad (2.8)$$

$$q_{3\partial} = 0.2 \cdot 192^{0.72} = 7,93 \text{ л/хв.}$$

Визначимо глибину провару h (зварювання в суміші захисних газів)

$$h = 0.0081 \cdot \sqrt{\frac{q_n}{\psi_n}}. \quad (2.9)$$

Визначимо погонну енергію q_n

$$q_n = \frac{I_{3\partial} \cdot U_{\partial} \cdot \eta}{V_{3\partial}}. \quad (2.10)$$

Коефіцієнт форми провару ψ_{np}

$$\psi_{np} = K^I \cdot (19 - 0.01 \cdot I_{3\partial}) \cdot \frac{d_e \cdot U_{\partial}}{I_{3\partial}}, \quad (2.11)$$

де K^I – коефіцієнт, який залежить роду струму.

$$K^I = 0,367 \cdot j^{0.1925}; \quad (2.12)$$

$$q_n = \frac{192 \cdot 23 \cdot 0.75}{14.4} = 2302 \text{ Дж/с;}$$

$$K^I = 0,367 \cdot 170^{0.1925} = 0.98$$

$$\psi_{np} = 0.98 \cdot (19 - 0.01 \cdot 192) \cdot \frac{1,2 \cdot 23}{192} = 2,4$$

$$h = 0.0081 \cdot \sqrt{\frac{2302}{2.4}} = 0.25 \text{ см} = 2.5 \text{ мм}$$

Отже, розрахунки проведено вірно.

2.5 Вибір зварювального та складального обладнання

Зварювальний апарат Fronius TransPocket 1500 є унікальним промисловим інвертором і представником нового покоління зварювальних випрямлячів.

Застосовується як при монтажних та ремонтних роботах, так і при виготовленні металоконструкцій та будівництві трубопроводів у важких промислових умовах.

Автоматичні функції Anti-stick, Hot Start, Arc Force і чудові характеристики на виході забезпечують стабільну і якісну дугу навіть при довжині кабелів живлення 100 метрів і коливаннях напруги живлення.

Апарат має міцну конструкцію, легку вагу, додаткове регулювання.

Даний зварювальний апарат зварює всі типи електродів діаметром до 4мм, у всіх просторових положеннях, включаючи вертикальне зварювання зверху вниз електродами з целюлозним покриттям.



Рисунок 2.3 – Fronius Trans Pocket 1500 TIG

Зварювальний стенд складається зі зварювального обертача, зварювального робота та джерела живлення.

Обертачі горизонтальні маніпулятори призначені для обертання зварюваного виробу зі зварювальною швидкістю навколо горизонтальної осі при різних видах зварювання кільцевих швів в режимі.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики

Параметри	Значення
Мережевий запобіжник	16 А
Межі регульованого струму у режимі WIG/TIG	10-150 А
Межі регульованого струму в режимі ручного зварювання (ММА)	10 – 140 А
Клас захисту	IP21
Напруга на холостому ході	92 В
Робоча напруга WIG/TIG	10,4-16;
Робоча напруга у режимі ММА	20,4-25,6 В
Клас охолодження	AF

Це забезпечує автоматичну зупинку обертача при закінченні циклу зварювання, а також для встановлення виробу на маршовій швидкості в положення зручне для зварювання поздовжніх швів.



Рисунок 2.4 – Зварювальний обертач

Обертач складається із встановленої нерухомо передньої стійки з приводом обертання, рухомої задньої стійки, встановленої на рейковий шлях та шафи управління, розташованого на рамі передньої стійки.

Планшайби обертається від електродвигуна через черв'ячно-циліндричний редуктор.

В свою чергу задня стійка з висувною піноллю встановлена на візку, що пересувається рейковим шляхом.

На обертачі можливе зварювання циліндричних, корпусних, рамних та балкових конструкцій. Управління кнопочне із переносного пульта. Зварюваний виріб закріплюється до планшайби за допомогою кріпильних пристроїв та пристроїв, що розробляються та виготовляються заводом-споживачем.

Для кріплення цих пристроїв та пристроїв на планшайбі обертача є L-подібні пази.

Пропонуємо використати роботизований комплект Aristo Mig компанії ESAB. Система може бути підключена до різних типів роботів та може використовуватися, як для створення нових установок, так і для модифікації існуючих.

Модуль контролю Aristo Mig працює з різними моделями інверторних джерел енергії. А також з маніпуляторами, що встановлюються зверху автоматичним обладнанням подачі дроту.

Також з самим потужним блоком управління.

Інтерфейс автоматичного модуля може бути аналоговим або цифровим.



Рисунок 2.5 – Роботизований комплект Aristo Mig

Зварювальне джерело, що використовується для різних процесів:

- MIG/MAG-зварювання;
- імпульсне MIG-зварювання;
- ММА – дугове зварювання.



Рисунок 2.6 – Зварювальне джерело Aristo Mig U5000

Джерело живлення базується на технології IGBT, яка дозволяє забезпечити надійність обладнання за рахунок найвищого рівня зварювання.

Контроль та взаємодія системи CANbus дозволяють зменшити кількість кабелів, що збільшує експлуатаційну надійність устаткування.

Інвертор оптимізовано для роботи з механізмами подачі дроту Aristo. З'єднувальні кабелі до 35 м забезпечують робочий радіус до 35 м, щоб задовольнити ваші персональні зварювальні потреби.

Aristo Mig здатний керувати різноманітними механізмами подачі дроту від єдиного джерела живлення.

Це дає вам можливість використовувати подвійний кабель або складові типи проводів в Aristo Mig.

Параметри зварювання змінюються автоматично залежно від типу кабелю.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика джерела живлення

Параметри	Значення
Вхідна напруга	460 V, 3 фази, 60 Hz
Плавкий запобіжник (із затримкою спрацьовування), A	35
Діапазон струмів MIG, A/V	16-500/8-60
Stick DC, A	16-500
TIG DC, A	4-500
Коефіцієнт потужності: 60% робочий цикл, A/V	500/39
100% робочий цикл, A/V	400/34
Напруга холостого ходу, V	68-88
Режим енергозбереження, W	50
Потужність, що споживається, kW	23
Коефіцієнт потужності за максимального струму	0.85
Ефективність при максимальному струмі, %	86
Напруга управління, V, Hz	42, 50/60
Клас захисту IP	23
Діапазон робочих температур °C	-10 до +40

2.6 Технологічний процес збирання виробу та контроль якості зварних з'єднань

Пропонуємо наступну технологію виготовлення траверсного механізму.

Контроль якості шва необхідно проводити виявлення зовнішніх дефектів шва. При контролі зовнішніх дефектів застосовуємо візуально-вимірювальний контроль шва а також використовуємо метод МПД (магнітно-порошкової дефектоскопії).

Таблиця 2.6 – Технологія виготовлення траверсного механізму

№ операції	Найменування операції	Зміст операції	Обладнання та оснащення
1	Заготівельна	Розкроювання листа на заготовки. Аркуші стандартних розмірів 6000×1500×10мм, 6000×1500×20мм. Транспортований метал перевіряється на наявність окалини, іржі та інших забруднень	Плазмова установка Durma
2	Транспортування	Транспортувати заготовки на складально-зварювальні ділянки	Кран мостовий 4 т.
3	Контрольна	Провести контроль підготовки габаритних розмірів	Комплект вимірювальних приладів
4	Складання	У зварювальний обертач встановлюємо швелера, між ними кладемо вуха і виконуємо прихвачування L=25 мм крок 250 мм. Повертаємо виріб на 90° і кладемо листи по креслярських розмірах і виконуємо прихвачування L = 25 мм крок 250 мм	Зварювальний обертач. Притискач. Електроди УОНІ-13/55 Ø 4 мм, прихватки на I = 180 А.

5	Зварювання	Виконати зварювання зварним швом по вимогах, які вказані на кресленні	Робототехнічний зварювальний комплект. Зварювальний обертач. Зварювальне джерело.
6	Зачистка	Провести зачистку зварного шва	Шліфувальна машинка Bosch GWS26-230 JBV. Круг шліфувальний
7	Контрольна	Виконати візуально-вимірювальний контроль	Катетомір МС-3-16, рулетка

Щоб виявити дефект при проведенні МПД недостатньо мати правильне устаткування. Треба також використати спеціальну феромагнітну речовину. Простіше кажучи, магнітний порошок.

Його наносять на зварне з'єднання за допомогою сухого або мокрого методу.



Рисунок 2.6 – Процес магнітно-порошкової дефектоскопії

При сухому методі використовується звичайна порошкоподібна магнітна речовина. А при мокрому-спеціальна магнітна суспензія.

В даному випадку суспензія-це суміш магнітного порошку і рідини. В якості рідини можна використати трансформаторну олію, його суміш з гасом, а також суміш води з речовинами, що перешкоджають утворенню корозії.



Рисунок 2.7 – Порошкоподібна магнітна речовина

Не можна однозначно сказати, який метод кращий: сухий або мокрий. У різних ситуаціях доводиться вибирати різні методи, а іноді і зовсім комбінувати їх між собою.

У будь-якому випадку, ви зможете виявити навіть дрібні дефекти, незалежно від того, яку магнітну речовину використовуватимете.

При застосуванні порошку або суспензії речовина просто “збирається” навколо дефекту, утворюючи хитромудрі малюнки, якщо дефектів багато. Таким чином вдається точно визначити не лише місце розташування, але і розмір дефекту.

Магнітопорошковий контроль (МПД). Для виявлення дефекту на поверхню виробу, що контролюється, наносять магнітний порошок.

Після намагнічування деталі частинки порошку з'єднуються в ланцюжок, а над дефектом вони накопичуються під дією результуючої сили.

МПД призначений для виявлення тонких поверхневих і поверхневих порушень суцільності металу - дефектів, що поширюються вглиб виробів.

До таких дефектів відносимо тріщини та не провари.

Чутливість МПД визначається магнітними характеристиками матеріалу контрольованого виробу, шорсткістю поверхні контролю, орієнтацією полів, що намагнічують, по відношенню до площини дефекту, якістю дефектоскопічних засобів і освітленістю контрольованої поверхні.

Візуально - вимірювальний контроль (ВІК) зварних швів - це зовнішній огляд досить великих зварних конструкцій, як неозброєним оком, так і за допомогою різних технічних пристроїв для виявлення дрібніших дефектів, що не піддаються початковій візуалізації, а також з використанням перетворювачів візуальної інформації у телеметричну.

ВІК відноситься до органолептичних методів контролю і здійснюється у видимому спектрі випромінювань. Візуальне обстеження в пошуках теоретичних дефектів проводять із зовнішнього боку зварного шва, де при їх виявленні можна виконати мінімальні вимірювання за допомогою оптичних приладів та інструментів, укласти акт візуального огляду.

Види зовнішніх дефектів: перекис і зміщення кромки, нерівномірний переріз шва по ширині та товщині, підрізи кромки основного металу, пропали, не провари, незавірені поглиблення швів, зовнішні тріщини у шві, основному металі та ін.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок притискачів

Визначаємо внутрішній діаметр гвинта

$$d_{\text{гн}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \gamma \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,5 \cdot Q}{3,14 \cdot [\sigma]}} \approx 1,4 \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{[\sigma]}}, \quad (3.1)$$

де $Q = 12$ кН;

$[\sigma] = 160$ МПа (корпус гвинта Ст 3);

$\sigma_T = 80$ МПа (матеріал гвинта Ст 45).

$$d_{\text{гн}} = 1,4 \sqrt{\frac{12000}{80 \cdot 10^6}} = 1,4 \sqrt{1,5 \cdot 10^{-4}} = 0,012247 \text{ м.}$$

$$d_{\text{вн}} = 12,245 \text{ мм.}$$

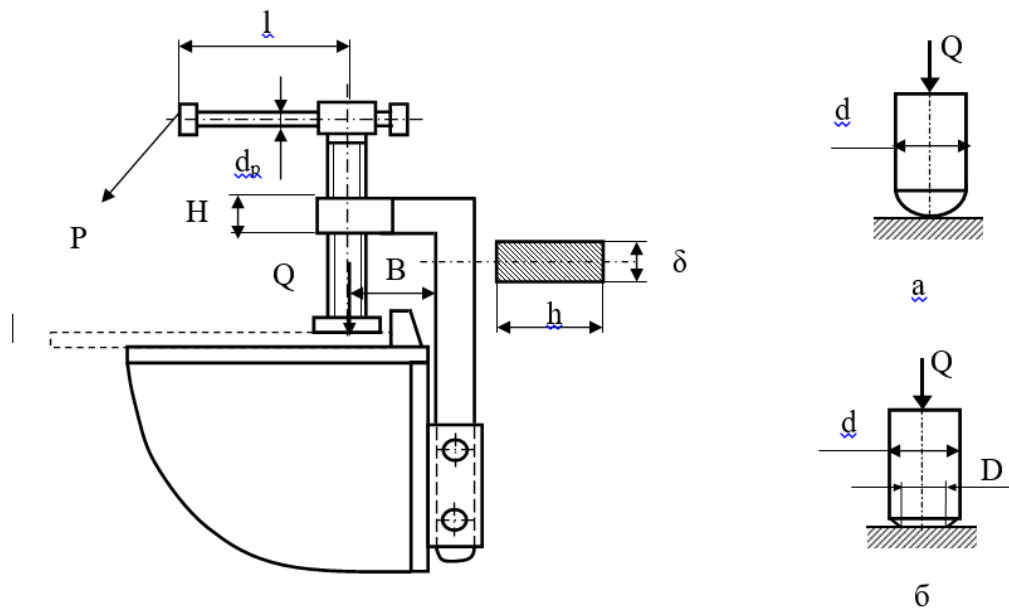


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема притискача: а – сферична заточка; б – плоский

Вибираємо зі стандартного ряду гвинт М16×2,0 із внутрішнім діаметром $d_{\text{вн}} = 13,835$ мм та зовнішнім - $d_3 = 16$ мм.

Момент затяжки гвинта (гвинт із сферичною заточкою)

$$M_c = Q [r_{\text{сп}} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{\text{сп}}) + M_{\text{ТР.С}}], \quad (3.2)$$

де $r_{cp} = 0,45d_3$ – радіус різьби;

$\alpha = 2^{\circ}30'$ – кут підйому різьби;

$\varphi_{пр} = 6^{\circ}40'$ – кут тертя різьби.

$$M_c = 12 \cdot 10^3 \cdot 0,45 \cdot 0,016 \cdot \operatorname{tg}(2^{\circ}30' + 6^{\circ}40') = 13,651$$

Момент затяжки гвинта (гвинт з плоским торцем)

$$M_{IT} = Q[r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр}) + M_{IT}] = Q\left[r_{cp} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр}) + \frac{1}{3} \mu D\right], \quad (3.3)$$

де $\mu = 0,1$ – коефіцієнт тертя ковзання;

$D = 0,8d$.

$$M_{IT} = 12 \cdot 10^3 \cdot \left(0,45 \cdot 0,016 \cdot 0,1614 + \frac{1}{3} 0,1 \cdot 0,8 \cdot 0,016 \right) = 19,04 \text{ Нм}. \quad (3.3)$$

Довжина рукоятки (гвинт із сферичною заточкою)

$$l = \frac{M_c}{P} = \frac{13,651}{90} = 0,152 \text{ м}, \quad (3.4)$$

де $P = 100 \text{ Н}$, прикладене зусилля.

Довжина рукоятки (гвинт з плоским торцем)

$$l = \frac{M_c}{P} = \frac{19,04}{90} = 0,212 \text{ м}, \quad (3.5)$$

Діаметр рукоятки, враховуючи умову міцності

$$\sigma = \frac{Pl}{W} \leq [\sigma], \quad (3.6)$$

де $W \approx 0,1 \cdot d_p^3$ – осьовий момент опору (форма перерізу – кругла).

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{Pl}{0,1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{90 \cdot 0,152}{0,1 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,013 \text{ м}.$$

Кількість витків різьби в гайці

$$n = \frac{Q}{\frac{\pi}{4}(d_3^2 - d_{\text{гн}}^2)p_0}, \quad (3.7)$$

де $p_0 = 9 \dots 13$ МПа – питомий тиск, який виникає в різьбі (в нашому випадку гайка та гвинт сталеві).

$$n = \frac{12000}{\frac{3,14}{4}(0,016^2 - 0,013835^2)11 \cdot 10^6} = 23,57$$

$N = 24$ витки.

Висота гайки

$$H = \frac{nS}{m}; \quad S = 2\pi r_{\text{ср}} \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.8)$$

де $m = 1$ кількості заходів різьби.

Для нашого випадку М 16×2, крок різьби $S = 2,0$ мм.

$$H = \frac{24 \cdot 2,0}{1} = 48,0 \text{ мм.}$$

Використовуючи рівняння міцності, знайдемо ширину корпусу

$$\sigma = \frac{QB}{W} + \frac{Q}{b\delta} \leq [\sigma]; \quad (3.9)$$

$$\sigma \leq 1,05[\sigma],$$

де $\delta = 11$ мм – товщина.

Параметри поперечного перерізу корпусу обчислимо враховуючи напруження від згинального моменту.

$$\sigma = \frac{6QB}{b^2\delta} \leq [\sigma], \quad (3.10)$$

звідки

$$b = \sqrt{\frac{6QB}{\delta[\sigma]}}$$

$$b = \sqrt{\frac{6 \cdot 12000 \cdot 0,1}{0,011 \cdot 160 \cdot 10^6}} = 0,064 \text{ м.}$$

Потім зробимо перевірку на міцність з урахуванням напружень від розтягу

$$\sigma = \frac{6 \cdot 12000 \cdot 0,1}{0,06^2 \cdot 0,01} + \frac{12000}{0,06 \cdot 0,01} = 220 \text{ МПа.}$$

Отже, $\sigma > [\sigma]$ - змінюємо параметри поперечного перерізу:

$$b = 80 \text{ мм при } \delta = 11 \text{ мм}$$

$$\sigma = \frac{6 \cdot 12000 \cdot 0,1}{0,08^2 \cdot 0,01} + \frac{12000}{0,08 \cdot 0,01} = 1,125 \cdot 10^8 + 1,5 \cdot 10^7 = 12,5 + 15,0 = 127,5 \text{ МПа}$$

Розрахунки основних параметрів притискачів проведено вірно.

4.2 Опис принципу роботи приспособлення

Кільцевий кантувачі призначений для зварювання великогабаритних великовагових конструкцій. Він складається з двох зварних поворотних рам, виготовлених у вигляді тригранних решітчастих конструкцій з кутиків, на кінцях яких встановлені опорні півкільця.

Рами з'єднуються між собою півкільцями через вставки. Поворотна рама своїми півкільцями спирається на ролики опорних рам [3]. Деталь вкладається на одну поворотну раму, встановлену горизонтально, і фіксується гвинтами.

Перед закладанням зварюваного елемента гвинтові опори під стінку і полки балки повинні бути відрегульовані з урахуванням співпадання осей. Після цього зварюваній балці поворотною рамою надається положення, за якого стінка нахилється під кутом 45° . В даному положення деталь фіксується і здійснюють зварювання першого поясного шва. Потім рама повертається в протилежному напрямку, теж на кут 45° , і зварюється інший поясний шов. Після зварювання двох поясних швів поворотна деталь знову встановлюється в горизонтальне положення.



Рисунок 4.1 – Кантувач кільцевий

Повертання деталі зазвичай здійснюється приводним механізмом горизонтально, і фіксується гвинтами. Перед закладанням зварюваного елемента гвинтові опори під стінку і полки балки повинні бути відрегульовані з урахуванням співпадання осей.

Після цього зварюваній балці поворотною рамою надається положення, за якого стінка нахилиється під кутом 45° . Повертання деталі зазвичай здійснюється приводним механізмом.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Поліпшення стану виробничого середовища, зменшення важкості та напруженості трудового процесу зварювальників

Для зменшення важкості та напруженості трудового процесу застосовують транспортуючі та вантажопідйомні машини та механізми (підйомники, крани, тельфери, кран-балки).

До них також відносяться стрічкові та ланцюгові конвеєри (транспортери).

Як періодично діючий транспорт використовується автомашини, вагонетки, автокари, навантажувачі та ін.

На території підприємства визначають:

- оптимальні шляхи їх переміщення, які передбачають мінімальну кількість пересічення вантажних та людських потоків;

- місця пересічення відмічають попереджувальними знаками.

Проїзди у приміщеннях відмічають білими лініями на підлозі.

При проектуванні та виготовленні вантажопідйомних пристроїв необхідно дотримуватись наступних правил безпеки:

- при розрахунках та проектуванні виконувати вимоги "Правил експлуатації кранів", оскільки вони визначають головні умови безпеки, які закладено в конструкцію вантажопідйомних машин;

- конструкція, компоновка та розташування вузлів та механізмів повинні забезпечувати вільний та зручний доступ до них, безпеку при монтуванні, експлуатації та ремонті;

- розміщувати в захисних кожухах привідні та передавальні механізми; - передбачати огороження небезпечних зон та пристосування від випадкового включення рухомих частин;

- електроапаратура та проводка повинні відповідати наступним вимогам; всі частини машин, які можуть опинитися під напругою необхідно заземлювати;

- передбачити автоматичне розривання ланцюга в разі припинення подачі електроенергії, щоб попередити самовільне включення машини при поновленні подачі струму;

- вантажопідйомні механізми повинні бути обладнані приладами та пристроями безпеки (кінцевими вимикачами, обмежувачами вантажопідйомності, показниками вантажопідйомності, автоматичними сигналізаторами небезпечної напруги, протиугінними пристроями, анемометрами та ін.).

Проектування, виготовлення, встановлення, експлуатація та свідоцтво вантажних та пасажирських ліфтів визначаються "Правилами облаштування та безпечної експлуатації ліфтів", затвердженими Держгіртехнаглядом.

Отвори шахти, що служать для завантаження, забезпечують дверима з блокуванням, яке виключає можливість пуску ліфту з відчиненими дверима і не дозволяє відчинити двері під час руху кабіни до того часу, доки її підлога не буде знаходитись на одному рівні з підлогою площадки поверху.

Двері кабін у пасажирських ліфтах влаштовують так, щоб пуск ліфтів був можливим тільки після її зачинення. При випадковому відчиненні дверей ліфт зупиняється.

Окрім того, встановлюються взаємозв'язані уловлювачі та обмежувачі швидкості, що запобігають падінню кабіни в разі обривання канатів, а також зупиняють її при перевищенні та підвищенні швидкості.

Упори та буфери, призначені для поглинання кінетичної енергії кабіни, яка рухається вниз, а також кінцеві вимикачі також є ефективними засобами безпеки.

Всі вантажопідйомні машини та механізми повинні бути прийняті відділом технічного контролю, забезпечені паспортом та інструкцією з монтажу та експлуатації.

У відповідності з правилами технічної експлуатації кранів всі тільки-но встановлені вантажопідйомні машини, а також з'ємні вантажо-захоплюючі пристрої перед пуском підлягають технічному освідоцтву.

Первинне свідоцтво проводить ВТК заводу-виготовлювача перед відправкою кранів замовнику.

Механізми, що знаходяться у постійній експлуатації, повинні підлягати періодичному частковому освідоцтву один раз на рік, а повному – через три роки.

Механізми, які використовуються епізодично, підлягають повному технічному свідоцтву один раз на п'ять років.

Статичне випробування проводять з допомогою навантаження, що на 25% перевищує його номінальну вантажопідйомність. Крюк з вантажем піднімають на висоту 200-300 мм і в такому положенні витримують на протязі 10 хв.

Потім вантаж опускають і встановлюють відсутність остаточних деформацій, що свідчить про нормальну роботу металевих конструкцій.

При виявленні остаточних деформацій кран до роботи не допускають до в'яснення причин деформації та можливості його подальшої експлуатації.

При динамічних випробуваннях застосовують вантаж, котрий перевищує номінальний на 10% (у деяких випадках допускається випробування вантажем, маса якого дорівнює вантажопідйомності крану).

Випробування полягає у повторному підніманні та опусканні вантажу, а також у перевірці дії всіх механізмів при їх відносному русі.

При тривалих зупинках машин та механізмів необхідно відключати їх електроживлення. Якщо оператор залишає машину на якийсь час, а також закінчує роботу, то він повинен замкнути кабіну.

Для забезпечення безпеки обладнання під час його експлуатації і, таким чином, спеціальним доповненням для захисту обслуговуючого персоналу служать захисні пристрої.

Вони поділяються на спеціальні (пристрої для захисту від радіоактивних випромінювань, електромагнітних полів, електричного струму, блискавкозахист, запобігання аварій при експлуатації вантажопідйомних машин) та загальні (огороження, блокувальні пристрої, гальма).

Вони необхідні, виходячи з того, що при конструюванні обладнання повинні бути знайдені та застосовані найбільш досконалі засоби захисту операторів від дії шкідливих та небезпечних факторів, в першу чергу, небезпечних зон, тобто просторів, де постійно діють чи періодично виникають ситуації, небезпечні для життя та здоров'я операторів.

Ці зони повинні бути своєчасно виявлені та прийняті заходи для їх виключення або застосовані огороження, що запобігають можливості проникнення людини в небезпечне місце.

Розрізняють нерухомі та пересувні огороження, які періодично відкривають. Перші знімають і відкривають тільки під час ремонту і кріплять болтами.

Другі роблять рухомими і вони закривають небезпечну зону під час виконання робочого процесу та відкривають її для виконання допоміжних операцій, коли машина зупинена.

Зубчасті передачі, маховики та інші рухомі частини механізмів, якщо вони розташовані на висоті нижче 2 м від підлоги робочого приміщення, повинні бути огорожені.

Огороження виконують у вигляді глухих кожухів, суцільних стін та запобіжних металевих сіток з отворами не більше 1 см².

Їх доцільно фарбувати зовні ідентично кольору машини, а зсередини - червоною фарбою, щоб зняте огороження було помітним.

Блокувальні пристрої підрозділяються на заборонно-дозволяючі та аварійні. Перші запобігають неправильному включенню та вимкненню машин.

Окрім того, існують регулюючі, пускові та запірні пристрої, котрі не допускають відмикання апаратури, що працює під тиском, без попереднього його зняття, запобігають включенню машини, якщо вона не підготовлена, у разі відсутності огорожень, та виконують багато інших функцій, які запобігають неправильним діям операторів.

Аварійно-блокувальні пристрої служать для ліквідації утвореної аварійної ситуації, автоматичного відключення окремих ділянок

технологічного ланцюга, включення спеціальних відсікаючих, запираючих та стравлюючих пристроїв, припинення подачі сировини, енергоносіїв, відключення джерел нагрівання та ін.

У разі припинення подачі стисненого повітря чи електроенергії, що приводять у дію регулюючі пристрої, аварійне блокування встановлює виконавчі механізми у положення, що виключає можливість виникнення аварій (аварійні клапани), а лінії скидання приводяться у положення, яке забезпечує виведення продуктів із системи, попереджає надходження у систему повітря чи електроенергії при поновленні їх подачі.

Для захисту громіздких та крупногабаритних апаратів та пристроїв і їх безпечного обслуговування їх обладнують стаціонарними площадками та драбинами. Площадки виготовляють з рифленого заліза з обов'язковим улаштуванням перил. Ширина площадок складає 1,5 - 4,0 м, висота перил - 1 м.

Сходи роблять маршевіми (використання драбин-приставок є винятком) з проміжними площадками. Ухил драбин приймається 45° , у окремих випадках - до 60° . Ширина сходиць повинна бути не меншою 1 м, крок сходиць 0,25 м, а їх ширина - 0,12 м.

Згідно законодавству, машини, які виробляються підприємствами, а також механізми та інше обладнання повинні бути забезпечені огороженнями та запобіжними пристроями, однак це не звільняє підприємства, які їх використовують, від обов'язків по їх встановленню, а також облаштувати і додаткові огороження при їх експлуатації, що викликане вимогами безпеки. Під час роботи обладнання огороження повинно бути на потрібному місці та надійно закріплене.

До виконання зварювальних робіт допускаються особи, котрі пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань вимог безпеки, мають кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижчу II та одержали відповідні посвідчення. До виконання електрошлакового зварювання допускаються зварювальники та помічники зварювальників, які пройшли додаткове навчання технології ЕШЗ та перевірку знань вимог безпеки.

До самостійного виконання ЕШЗ помічник зварювальника не допускається. До зварювальних робіт на висоті допускаються працюючі, що пройшли спеціальне медичне освідоцтво, мають стаж верхолазних робіт не менше одного року та розряд зварювальника не нижче III.

Жінок до виконання зварювання всередині замкнених та важкодоступних просторів, до ручного дугового зварювання та зварювання при верхолазних роботах не допускаються.

Робітники електрозварювальних професій повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту у відповідності з типовими галузевими нормами, затвердженими в установленому порядку, та у відповідності з характером та умовами робіт, що проводяться.

6.2. Приведення до нормативних вимог виявлених шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

Оскільки виявлених шкідливих та небезпечних виробничих факторів досить багато, то виконаємо детальний аналіз одного з основних із них – виробничого шуму, та визначимося із основними технічними засобами, що дозволяють зменшити його негативний вплив на здоров'я працівників цеху.

Звуки і їх сполучення, небажані в даний момент для людини, прийнято називати шумом. На практиці в більшості випадків необхідно мати справу з шумами, що являють собою сукупність багаточисленних звукових коливань, які швидко міняються по частоті і силі.

Частота – це число коливань за одиницю часу. Одиниця вимірювання частоти – герц (Гц). Людина сприймає звукові коливання з частотою від 20 до 20000 Гц.

Норми шуму – це максимально допустимі рівні звукового тиску, дія якого не викликає негативних і необоротних явищ в організмі людини.

Шум класифікується наступним чином.

За характером спектра:

- ✓ широкосмужний – з безперервним спектром шириною більше однієї октави;

- ✓ тональний – в спектрі якого мають місце виражені дискретні тони.

За часовими характеристиками шум є:

- ✓ постійний, рівень звуку якого за 8 – годинний робочий день змінюється в часі не більше, ніж на 5дБА при вимірюваннях на часовій характеристиці “Повільно” шумоміра;

- ✓ непостійний, рівень звуку якого за 8 – годинний робочий день змінюється в часі більше, ніж на 5дБА.

Непостійний шум поділяється на:

- ✓ коливальний, рівень звуку якого безперервно змінюється в часі;

- ✓ безперервний, рівень звуку якого змінюється ступінчасто (на 5дБА і більше), причому тривалість інтервалів, на протязі яких рівень звуку залишається постійним, складає 1 секунду і більше;

- ✓ імпульсний, що складається з одного або декількох звукових сигналів, кожний тривалістю менше 1 секунди.

Оцінка шуму здійснюється шляхом порівняння рівнів звуку і звукового тиску, отриманих в результаті вимірювань або розрахунків, з нормативними значеннями.

Допустимі рівні шуму встановлені для 8 – годинного робочого дня.

Нормування шуму ґрунтується на значеннях гранично допустимих рівнів звукового тиску (граничних спектрах) в октавних смугах частот із середньо геометричними частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц.

Для зменшення виробничого шуму у виробничому приміщенні цеху передбачаємо використання засобів звукоізоляції, в якості яких застосовуються звукоізолюючі огороження, звукоізолюючі кабінки, пульти управління, звукоізолюючі кожухи, акустичні екрани.

При використанні звукоізолюючих огорожень в цехах механічної обробки (стінок, перекриття, перегородок, вікон, дверей) звукоізоляція R визначається за формулою

$$R = 10lq (p_{\text{пад}} / p_{\text{пр}}),$$

де $p_{\text{пад}}$ і $p_{\text{пр}}$ – відповідно звукова потужність, що падає на огороження і проходить через нього, Вт.

Відомо, що від того, на якій основі виготовлені мастильно-охолоджувальні матеріали, (що використовуються для металорізального обладнання), істотно залежить хімічний склад повітряного середовища у виробничому приміщенні (від якого істотно залежить здоров'я працівників).

Тому згідно рекомендацій в якості змащувального матеріалу в металообробному обладнанні використовуємо масло індустріальне типу I-20 А, температура спалаху якого значно вища нормованих 150°C і яке вільне від кислот та вологи.

Вагомий вплив на здоров'я працівників має чисте повітря потрібного хімічного складу, оптимальної температури, вологості і швидкості його руху. Створення в робочій зоні металорізальних верстатів потрібних метеорологічних умов сприятливо діє на організм, сприяє доброму самопочуттю, значно підвищує безпеку роботи, забезпечує високу ступінь працездатності.

Тому метеорологічні умови в робочих зонах верстатників повинні відповідати нормативним вимогам.

Щодо температури повітря, то вона повинна бути:

- ✓ в холодний період року – $18 - 20^{\circ}$;
- ✓ в теплий період року – $21 - 23^{\circ}$.

Щодо відносної вологості повітря, то незалежно від періоду року її значення повинно не перевищувати 75 %.

Відносно швидкості руху повітря: вона повинна знаходитись в межах $0,2 - 0,3$ м/с.

У відповідності з нормативними документами значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих приміщень в залежності від категорії важкості роботи, що

виконується, величини надлишків явного тепла, що виділяється в приміщенні, і періоду року.

Категорія робіт – це розподіл робіт на основі загальних енерговитрат організму, котрі вимірюються в джоулях в секунду. Для нашого випадку приведені нормативні величини відповідають середній важкості категорії робіт.

Щодо теплового режиму, то в залежності від нього розрізняють приміщення з незначними і значними надлишками явного тепла. Під явним теплом розуміють тепло, що поступає в приміщення від обладнання, отоплювальних приладів, нагрітих матеріалів і інших джерел, котре впливає на температуру повітря в приміщенні.

Значить, в нашому випадку, використовується приміщення з незначними надлишками тепла, для якого і встановлені приведені вище нормативні величини.

ВИСНОВКИ

У КРБ було проаналізовано базовий варіант виготовлення траверсного механізму, виявлено його недоліки. Було розглянуто інші способи зварювання та обрано один, за яким і розроблявся надалі дипломний проект. Зроблено розрахунки режимів зварювання. Вибрано технологічне обладнання та оснащення.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бялік О. М., Черненко В. С., Писаренко В. М. та ін. *Металознавство : підручник*. Київ : Політехніка, 2018. 384 с.
2. Боженко Л. І. *Проектування та виробництво заготованок : підручник / Л. І. Боженко*. Львів : Світ, 1996. 368 с.
3. Пилипець М. І., Комар Р. В. *Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин : метод. вказівки*. Тернопіль : ТНТУ, 2019. 58 с.
4. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б. *Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб.* Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
5. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. *Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник*. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.
6. *Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» зі спеціальності 131 Прикладна механіка для підготовки освітнього рівня «магістр» / Укладачі : Комар Р.В., Окіпний І.Б., Сенчишин В.С.* Тернопіль : 2022. 42 с. 15. Дичковський М. Г. *Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань : навч. посіб.* Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.
7. Палаш В. М. *Металознавчі аспекти зварності залізовуглецевих сплавів.: Навчальний посібник*. – Львів: КІНПАТРІ ЛТД, 2003. - 263 с.
8. *Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія та устаткування зварювання плавленням» / М.І. Підгурський, Б.П. Татарин, І.Б. Окіпний, В.С. Сенчишин*. – Тернопіль: ТНТУ імені Івана Пулюя, 2017. – 95 с.
9. Кривов, Г.О. *Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Кривов, Г.О., Зворикін, К.О.* – К.:КВІЦ, 2012.-896 с.

10. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.
11. Биковський, О.Г. Довідник зварника: довідник / О.Г. Биковський, І.В. Пінковський. - К.: Техніка, 2002. – 336 с.
12. Спеціальні способи зварювання : підручник / І. В. Кривцун, В. В. Квасницький, С. Ю. Максимов, Г. В. Єрмолаєв, за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Б. Є. Патона. – Миколаїв : НУК, 2017.– 346 с.
13. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. –225 с.
14. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві / 2-ге видання, переробл. та доповн.: Навч. посібник.- К.: Арістей, 2006. - 272 с.
15. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві Навчальний посібник / О.Г. Левченко – К.: Основа, 2010. – 240 с.
16. Стеблюк М.І. Цивільна оборона. Підручник. – К.: Знання, 2006 – 487с.

ДОДАТКИ