

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 Ніштук Ігор Степанович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу виготовлення корпусу автоцистерни

Керівник роботи Паньків Марія Романівна, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від « 29 » січня 2024 року № 4/7-79.

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. Стенд для зварювання кільцевих швів Стенд для зварювання поперечних швів. Корпус цистерни

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)

Ніштук І.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Паньків М.Р.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Величезне значення у вирішенні завдань науково-технічного прогресу належить зварюванню. Зварювання є технологічним процесом, воно широко застосовується практично у всіх галузях народного господарства.

Серійні та унікальні машини створюються із застосуванням зварювання. У конструкцію та технологію виробництва багатьох виробів зварювання внесло докорінні зміни.

Під час прокладання трубопроводів, виготовлення металоконструкцій, встановлення технологічного обладнання, четверта частина всіх будівельно-монтажних робіт посідає зварювання.

Дугове зварювання є основним видом зварювання. Практично будь-який вид роботи з металом і на виробництві, і в майстерні вимагає застосування такого виду обробки матеріалу, як зварювання.

Ріжуть та зварюють металеві деталі за допомогою різних зварювальних агрегатів. Принципи роботи можуть відрізнятися, але кінцевий результат однак - виходить нероз'ємне міцне з'єднання між зварюваними елементами із металу.

ЗМІСТ

1	АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1	Аналіз конструкції виробу	7
1.2	Характеристика матеріалу виробу	11
1.3	Характеристика базового технологічного процесу	13
2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1	Розроблення варіанту удосконаленого технологічного процесу	14
2.2	Вибір способу зварювання	15
2.3	Вибір зварювальних матеріалів	16
2.4	Розрахунок режимів зварювання	19
2.5	Вибір зварювального та складального обладнання	21
2.6	Технологічний процес збирання виробу та контроль якості зварних з'єднань	29
3	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	33
3.1	Вибір пристосування	33
3.2	Розрахунок роликів обертачів	34
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	39
4.1	Обґрунтування актуальності та вирішення питань охорони праці	39
4.2	Нормативні вимоги безпеки на ділянці	40
	ВИСНОВКИ	42

ВСТУП

Основною метою роботи є модернізація технологічного процесу збирання зварювання корпусу автоцистерни.

В результаті цієї роботи слід отримати виробництво з найбільшим ступенем механізації та автоматизації, а також підвищити продуктивність праці.

У процесі роботи розраховані режими зварювання, підібрано зварювальне оснащення та обладнання.

Проведено ряд розрахунків, що дозволяє судити про вигідність пропонованого технологічного процесу.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції виробу

Виріб, що виготовляється – це автомобільна цистерна, що працює при тиску менше $0,7 \text{ кгс/см}^2$.

Автомобільна цистерна призначена для перевезення рідких вантажів наливним способом.

Маса виробу дорівнює 625 кг.

Основний конструкційний матеріал: сталь 12Х18Н10Т.

Вибір сталі обумовлений застосуванням у зварних конструкціях, працюючих у контакті із середовищами окисного характеру.

З цього виду сталі виготовляють ємнісне, теплообмінне та інше обладнання [8].

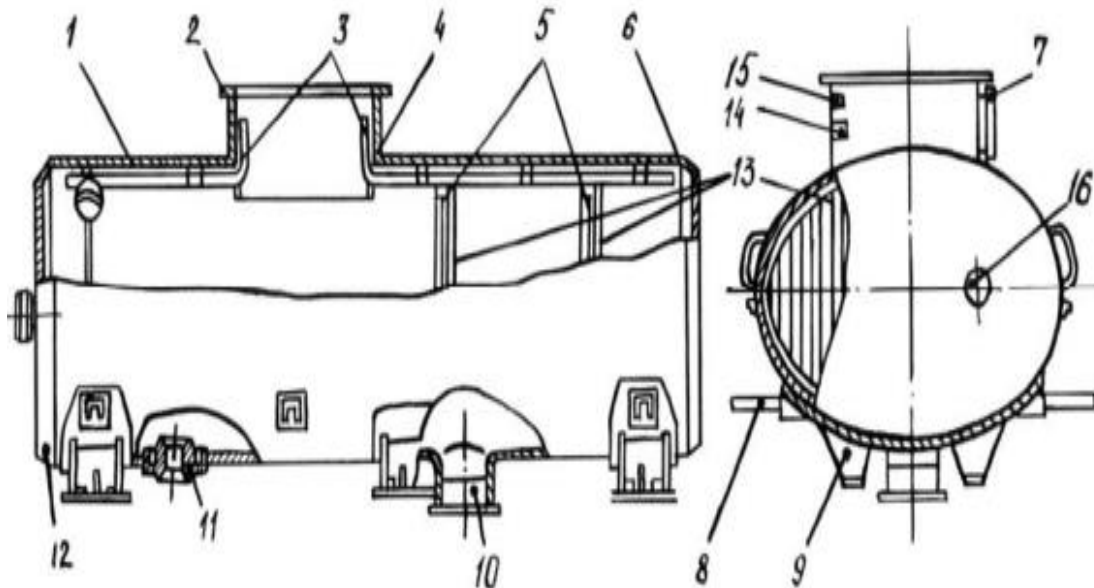


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд автоцистерни ПЦ–6,7–5207В–М:
 1 – обичайка; 2 – корпус горловини; 3 – патрубки відведення повітря;
 4 – мірний кутник; 5 – кутник жорсткості; 6 – заднє днище; 7 – фланець;
 8 – кронштейн; 9 – опори; 10 – корпус відстійника; 11 – фланець; 12 – переднє днище;
 13 – поперечні хвилерізи; 14 – табличка; 15 – маркувальна планка;
 16 – патрубок поплавцевого показника рівня

Конструкція повинна бути:

- технологічною та надійною протягом встановленого у технічній документації терміну служби;
- забезпечувати безпеку при виготовленні, монтажі та експлуатації;
- передбачати можливість огляду (у тому числі внутрішньої поверхні);
- очищення, промивання, продування та ремонту;
- контролю технічного стану судини при діагностуванні;
- контролю за відсутністю тиску та відбору середовища перед відкриттям судини.

Якщо конструкція судини не дозволяє при технічному огляді проведення огляду (зовнішнього чи внутрішнього), гідравлічного випробування, то розробник судини повинен у технічній документації на посуд вказати методику, періодичність та обсяг контролю судини, виконання яких забезпечить своєчасне виявлення та усунення дефектів.

Підготовка кромки та збирання з'єднань під зварювання повинні проводитися за робочими кресленнями та технологічним процесом, розробленому заводом-виробником відповідно до вимог державних та галузевих стандартів [10], а також іншої нормативною документацією зі стандартизації, затвердженої в установленому порядку.

Обробку кромки під зварювання виробляють механічним способом чи термічною різкою.

Переваги того чи іншого методу визначаються у кожному конкретному випадку залежно від марки матеріалу, форми та розмірів заготовлі, а також наявного обладнання.

Припуск на механічну обробку або шліфування після термічного різання або різання на ножицях та іншими подібними способами повинен бути достатнім для повного видалення всіх нерівностей і відхилень геометричної форми і неприпустимих в метал структурних змін.

Кромки та прилеглі до неї поверхні повинні бути зачищені з двох сторін на ширину не менше ніж 20 мм.

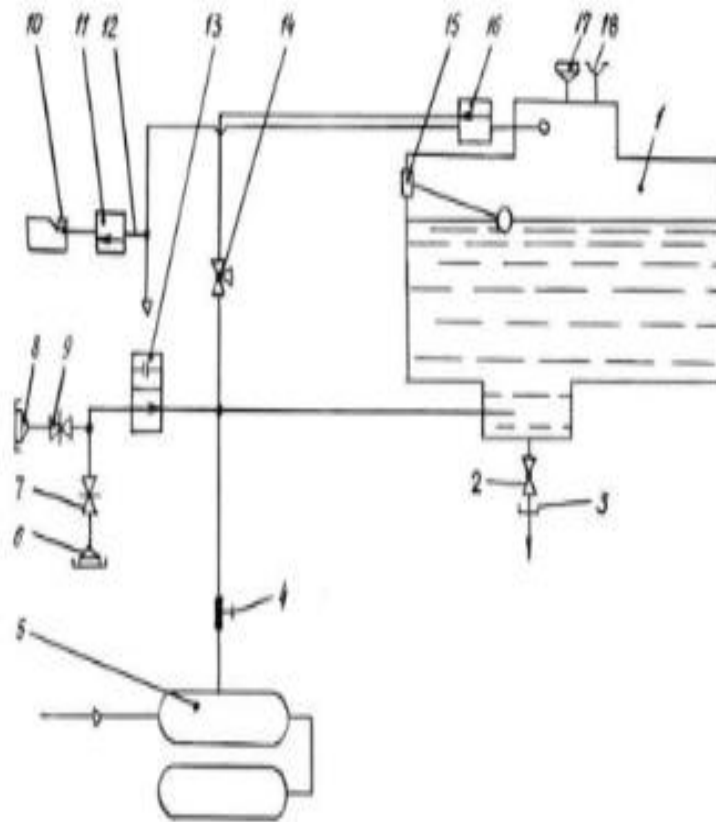


Рисунок 1.2 – Технологічна схема причепа-цистерни ПЦ–6,7–5207В–М:

1 – цистерна; 2 – запірний вентиль; 3 – штуцер зливу; 4 – випарний трійник; 5 – ресивер; 6 – приймальний штуцер; 7, 9 – заслінки; 8 – штуцер постійного приєднання; 10 – сигнал; 11 – клапан сигналу; 12 – трійник; 13 – пневматичний клапан; 14 – кран ручного керування; 15 – покажчик рівня; 16 – клапан обмежувача наповнення; 17 – заливна горловина; 18 – комбінований клапан.

Зачищення слід проводити до повного видалення іржі, ґрата та бризок після термічного різання, фарби, олій та інших забруднень.

Зачищення кромки роблять механічним способом (сталевий щіткою з нержавіючої сталі, абразивним колом та ін.).

Знежирення кромки, що зварюються, виробляють ацетоном і іншими розчинниками протираючи матеріалом з бавовняної тканини, що не залишає ворсу.

Знежирення розчинниками є обов'язковим для випадків, обумовлених цим стандартом та іншою нормативною документацією зі стандартизації.



Рисунок 1.3 – Загальний вигляд цистерни

На вуглецевих та низьколегованих сталях допускається видалення масел газополум'яними пальниками (без застосування розчинників), при цьому ширина газополум'яної обробки знежирення повинна бути не менше 100 мм³.

З метою запобігання корозії або повторного забруднення необхідно, щоб зачистка кромки, що зварюються, складання та зварювання робилася без значних розривів у часі.

При виявленні корозії чи забруднення кромки зібраного виробу необхідно провести повторне зачищення.

Складання елементів, що зварюються, слід проводити відповідно з технологічним процесом на стелажах та складальних стендах з допомогою пристроїв, застосування яких забезпечує необхідне взаємне розташування деталей і обмежує примусове припасування, що викликає місцеву наклеп і додаткову напругу.

Закріплення деталей при збиранні конструкцій виробляють прихватками, що виконуються електродами або дротом відповідних марок, призначених для зварювання металу.

Перед прихваткою необхідно перевірити правильність встановленого зазору між кромками, зміщення кромок та плавність переходу при різній товщині зварюваних листів відповідно до вимогами стандартів та креслень.

Для запобігання відведення кромок у процесі зварювання та відповідної зміни зазору за постійної його величини рекомендується використовувати монтажні пластини (розплавлювані) або монтажні вставки (які видаляються).

Розплавлювані пластини встановлюють переважно на прямолінійних стиках, видалені вставки – на кільцевих. При складанні та прихватці в першу чергу рекомендується в зазор між зварюваними кромками вварювати монтажні пластини або вставки врівень з поверхнею елементів, що зварюються.

Зварювальні матеріали (електроди, зварювальний дріт, флюси, захисні гази) повинні відповідати вимогам технічних умов або стандартів на їх постачання, що має бути підтверджено сертифікатом.

Зварювальні матеріали, що надходять на підприємства, до запуску в провадження повинні бути прийняті відділом технічного контролю.

В якості захисних газів слід застосовувати аргон, гелій та їх суміші, а також аргон або гелій з домішкою кисню (до 3%) або вуглекислого газу (до 5%) для покращення стабільності дуги та формування шва, підвищення продуктивності зварювання та інших технічних цілей.

Залежно від конструктивних особливостей виробів, протяжності та конфігурації швів, а також оснащення зварювальним обладнанням та технологічним оснащенням необхідно вибрати правильний спосіб відповідного зварювання.

1.2 Характеристика матеріалу виробу

Конструкція цистерни виготовляється з елементів обичайки та днища сталі марки 12X18H10T.

Одним із найважливіших етапів у розвитку металургії було створення та освоєння нержавіючих сталей.

Найбільш використовуваною нержавіючою сталлю, що використовується в різних галузях промисловості, є 12X18H109T.

Вказаний матеріал – нержавіюча хромонікелева сталь аустенітного класу.

Застосовується сталь для виготовлення виробів, які можна експлуатувати в умовах розведених кислот, середньо агресивних лужних та сольових розчинів – наприклад, резервуарів та зварних агрегатів[11].

Хімічний склад та механічні властивості стали представлені в таблицях 1.1 та 1.2:

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 12X18H10T

Марка	C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P	Ti
12X18H10T	\leq 0,12	2	0,8	17-19	7,0-11,0	\leq 0,30	\leq 0,002	\leq 0,035	0,7

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 12X18H9T

Марка	Межа міцності, дб, мПа	Межа плинності, дт, мПа	Відносне подовження, δ , %	Ударна в'язкість α , кГм/см ²
12X18H10T	236	530	38	-

Основні добавки складнолегованої сталі значно впливають на її властивості.

Хром підвищує антикорозійні властивості. Завдяки введенню нікелю, сталь входить до розряду аустенітів, і поєднує всі технологічні та експлуатаційні властивості нержавіючих сталей.

Введення в сплав алюмінію, титану та кремнію надає 12X18H10T якості феритної сталі Титан створює карбідоутворюючий ефект, і запобігає ризику міжкристалітної корозії.

Марганець дозволяє виготовляти сталь із дрібнозернистою структурою. Кремній збільшує щільність та покращує ступінь плинності.

У той же час він знижує рівень пластичності, що ускладнює прокатку холодним способом.

Вміст фосфору має перевищувати 0,03 %, оскільки він провокує зниження механічних властивостей, що ускладнює використання сталі в криогенній області.

Зварюваність оцінюється ступенем відповідності властивостей зварного з'єднання тим самим властивостям основного матеріалу та його схильністю до утворенню дефектів.

Матеріали поділяються на добре, задовільно, погано та обмежено зварювані.

Взявши за основу розрахунок хромонікелевого еквівалента робимо висновок, що сталь 12X18H10T має добру зварюваність.

1.3 Характеристика базового технологічного процесу

В заводському ТП конструкція бака виконується за допомогою напівавтоматичного зварювання електродом, що неплавиться.

При виборі даного методу враховували, що зварювання електродом, що не плавиться раціонально застосовувати при товщині металу 0,5 - 3,0 мм, а зварювання електродом, що плавиться, при товщині від 2,5 мм і більше.

У всіх можливих випадках слід віддавати перевагу автоматичному зварюванню, що забезпечує найкращу якість швів при високій продуктивності.

Для зменшення ступеня окислення металу та отримання якісного зварного шва процес зварювання серед захисних газів слід вести з максимально можливою швидкістю за мінімальної поверхні зварювальної ванни.

Зварювання слід вести без перерв. У разі вимушеного перерви перекидати раніше накладений шов на 10 – 20 мм. Після обриву дуги після зварювання, подачу захисного газу припинити після деякого остигання металу та електрода для запобігання неприпустимому окисленню.

Робочий тиск захисного газу рекомендується в межах 0,01 - 0,03 МПа [10].

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розроблення варіанту удосконаленого ТП

При розробці технології слід вибрати такий спосіб зварювання, який відповідає всім вимогам, встановленим вихідними даними.

Відповідно до рекомендацій технічної літератури [14] сталь 12Х18Н10Т можна зварювати будь-якими способами зварювання.

Присадкові матеріали вибирають аналогічно до складу основного металу, з урахуванням міцнісних вимог та опірності утворення кристалізаційних тріщин.



Рисунок 2.1 – Способи дугового зварювання в захисних середовищах

У проектному варіанті способом зварювання буде механізоване зварювання в середовищі захисних газів.

Як захисний газу приймаємо аргон.

2.2 Вибір способу зварювання

При аргонодуговому зварюванні електродом, що плавиться, залежно від щільності струму можливе крупнокрапельне, дрібнокрапельне або струменеве перенесення електродного металу.

При всіх видах перенесення має місце розбризкування електродного металу. У разі великокрапельного перенесення процес зварювання супроводжується великим розбризкуванням і відповідно погіршенням формування шва.

Скидання електродного металу з торця електродного дроту при його плавленні знижує стійкість горіння дуги. При подачі електродного дроту через струмопідвідний наконечник контакт ковзний і не завжди постійний, що призводить до погіршення стабільності процесу зварювання.

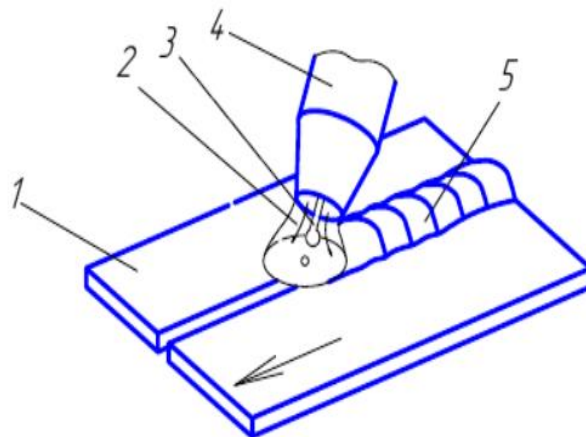


Рисунок 2.2 – Схема зварювання електродом, що плавиться в захисних газах: 1 – виріб; 2 – струмінь захисного газу; 3 – електрод, що плавиться; 4 – сопло; 5 – шов

До переваг такого виду зварювання можна віднести:

- покращена якість шва, порівняно з використанням звичайного електродугового зварювання;

- більшість газів мають невисоку вартість;
- можливість поєднувати різнопланові вироби будь-якої товщини;
- суттєво збільшується швидкість процесу зварювання;
- немає складнощів роботи з кольоровими металами, алюмінієм, кольоровими та корозійностійкими матеріалами.

2.3 Вибір зварювальних матеріалів

Для виконання даного ТП беремо зварювальний матеріал – дріт СВ-06Х19Н9Т.

Дріт СВ-06Х19Н9Т – один із найпопулярніших матеріалів з категорії сортового прокату. Його виготовляють із нержавіючої сталі методом волочіння та використовують для виконання зварювальних робіт.

Зварювальний дріт має гладку блискучу поверхню.

Технічні та експлуатаційні характеристики дроту СВ-06Х19Н9Т обумовлені певним хімічним складом. Оскільки в якості основи використовується низьковуглецева сталь, матеріал має гарну пластичність і жаростійкість.

Наявність у складі хрому забезпечує високу опірність шва до утворення корозії (у тому числі при експлуатації в несприятливих умовах та тривалому зберіганні на складі).

А кремій відповідає за високу якість шва.

До характеристик СВ-06Х19Н9Т також належать:

- межа текучості – МПа;
- відносне подовження – 36%;
- ударна в'язкість – 120,2 Дж/см² та 85,6 Дж/см² (при -20°С та при+20°С).

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту СВ-06Х19Н9Т

Марка дроту	С %	Si %	Mn %	Cu %	Ni %	S %	P %	Cr	Ti
СВ-06Х19Н9Т	0,06	0,4-1,0	1,0-2,0	≤0,25	9,0	≤0,015	≤0,03	17-19	1,0

Що стосується інших особливостей дроту СВ-06Х19Н9Т, варто виділити такі моменти:

- поставляється у діаметрах 0,8-5 мм;
- випускається в котушках (по 5-15 кг), мотках (по 5 кг і більше) та касетах (по 15-18 кг);
- підходить для виконання зварювальних робіт у середовищі захисних газів;
- потребує постійного струму.

В якості захисного газу використовуємо зварювальний вуглекислий газ.

Це обґрунтовуємо тим, що зазначений вид газу не підтримує горіння в зоні дуги.

А також він зменшує вміст кисню в металі шва, таким чином сприяє підвищенню механічних властивостей деталі.

Дотримання існуючих вимог та нормативів дозволяє отримати якісний зварювальний дріт, застосування якого обумовлено наступними перевагами матеріалу:

- підвищена міцність та стійкість до механічних пошкоджень;
- широкий діапазон робочих температур;
- підвищена жароміцність;
- точне калібрування за довжиною;
- рівномірне плавлення;
- відсутність розбризкування та закипання;
- утворення щільного однорідного шва;
- відсутність у шві сторонніх включень та повітряних порожнин;
- стійкість до міжкристалічної, хімічної, а також до атмосферної корозії.

Особливістю нержавіючого дроту марки СВ-06Х19Н9Т є присутність у його складі алюмінію, а також мала кількість вуглецю.

Це забезпечує високу якість зварного шва.

Дріт стійкий до високої температури, вологості та корозії.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад аргону

Ar, %, не менше	O ₂ , %, не більше	N ₂ , %, не більше	CO ₂ , %, не більше	Вміст водяної пари, %, не більше	Температура насичення, К, не більше
99,992	0,0007	0,006	0,0005	0,01	215

Як захисний газ для захисту зварювальної ванни та зварювальної дуги приймаємо Аргон. Ar володіє кращими захисними властивостями внаслідок більшої питомої частки. Дуга в Ar характеризується вищою стабільністю.

У зварювальному виробництві газоподібний Ar застосовують як захисне середовище при зварюванні активних і рідкісних металів (титану, цирконію та ніобію) та сплавів на їх основі, алюмінієвих та магнієвих сплавів, а також хромонікелевих корозійностійких жароміцних сплавів, легованих сталей різних марок.

Аргон, будучи важчим, ніж повітря, своїм струменем краще захищає метал при зварюванні в нижньому положенні. Розтікаючись по поверхні виробу, що зварюється, він захищає досить довго досить широку та протяжну зону як розплавленого, так і нагрітого при зварюванні металу. Застосування аргону дозволяє підвищити температуру зварювальної дуги, що покращує проплавлення зварного шва, збільшуючи продуктивність зварювання загалом. При зварюванні в середовищі аргону (як і інших інертних газів) мінімізується вигорання активних легуючих елементів, що дозволяє використовувати більш дешеві зварювальні дроти.

2.4 Розрахунок режимів зварювання

Таблиця 2.3 – Режими аргонодугового зварювання електродом, що плавиться, постійним струмом для сталі 12Х18Н10Т

Тип з'єднання	Товщина матеріалу, мм	Діаметр дроту, мм	Режим зварювання		
			Струм, А	Напруга дуги, В	Розхід газу, л/хв
В стик	5,0	1,0-1,6	190-250	24-28	8-10

Приймаємо $I_{зв} = 230$ А та $U_{зв} = 27$ В.

$$je = \frac{230}{2} = 115 \text{ А/мм} \quad (2.1)$$

Коефіцієнт провару:

$$\psi_{np} = K' (19 - 0.01 I_{св}) \cdot d_э \cdot U_d / I_{св}, \quad (2.2)$$

де K' – коефіцієнт полярності, $K' = 0,92$.

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0.01 \cdot 230) \cdot 1,6 \cdot 27 / 240 = 2,77$$

Ширина шва:

$$e = \psi_{np} \cdot H = 2,77 \cdot 5 = 13,8 \text{ мм}.$$

Значення коефіцієнта форми підсилення $\psi_г$ приймаємо 8.

$$g = \frac{13,8}{8} = 1,728 \text{ мм} . \quad (2.3)$$

Площа січення наплавленого металу:

$$F_H = 0,73 \cdot e \cdot g ; \quad (2.4)$$

$$F_H = 0,73 \cdot 13,8 \cdot 1,728 = 17,412 \text{ мм}^2 \text{ мм}^2.$$

Швидкість зварювання:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_H}, \quad (2.5)$$

де γ – густина металу. $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$;

F_n – площа металу, що наплавляється; $F_n = 11,825 \text{ мм}^2$.

α_n – коефіцієнт наплавлення

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (2.6)$$

де ψ – коефіцієнт втрат.

$$\psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j_e - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j_e^2;$$

$$\psi = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 115 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 115^2 = 9\% .$$

де α_p – коефіцієнт плавлення дроту.

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l}{d_3^2}, \quad (2.7)$$

де l – виліт зварювального дроту $l = 10-12 \text{ мм}$;

d_3 – діаметр дроту;

$I_{зв}$ – струм зварювання.

Коефіцієнт плавлення дроту

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \sqrt{230} \cdot \frac{12}{1,6^2} = 11,254 \text{ г / А} \cdot \text{год.}$$

Коефіцієнт наплавлення

$$\alpha_n = 11,254 \cdot (1 - 0,1) = 10,129 \text{ г / А} \cdot \text{год.} \quad (2.8)$$

Швидкість зварювання

$$V_{зв} = \frac{10,129 \cdot 230}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,117825} = 0,704 \text{ см/с}.$$

Швидкість подачі електродного дроту

$$V_{н.э} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{F_{эл} \cdot \gamma}, \quad (2.9)$$

де α_p – коефіцієнт плавлення дроту; $\alpha_p = 9,238 \text{ г / А} \cdot \text{год}$;

$F_{эл}$ – площа поперечного сечення дроту ($F_{эл} = 2 \text{ мм}^2$);

γ – густина металу; $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$.

$$V_{n.e} = \frac{9,238 \cdot 230}{0,02 \cdot 7,8} = 13620 \text{ см/год}.$$

Погонна енергія

$$q_n = \frac{I_{св} \cdot U_d \cdot \eta_u}{V_{св}}, \quad (2.10)$$

де $I_{зв}$ – зварювальний струм;

U_d – напруга;

$V_{зв}$ – швидкість зварювання;

$\eta_u = 0,8 \div 0,84$ – ККД.

$$q_n = \frac{230 \cdot 27 \cdot 0,84}{0,704} = 7409 \text{ Дж/см}.$$

Глибина провару

$$H = (0,5 \div 0,7) \cdot r; \quad (2.11)$$

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot q_n}{\pi \cdot e \cdot c \cdot \gamma \cdot T_{пл}}}, \quad (2.12)$$

де $c \cdot \gamma$ – теплоємність Дж/см³·град (для сталей $c \cdot \gamma = 4,7$ Дж/см³·град);

$T_{пл} = 1425^\circ\text{C}$ – температура плавлення.

$$r = \sqrt{\frac{2 \cdot 7409}{3,14 \cdot 2,71 \cdot 4,7 \cdot 1425}} = 0,68 \text{ см}.$$

$$H = 0,7 \cdot 0,68 = 0,476 \text{ см} \approx 5 \text{ мм}.$$

Проведені розрахунки вірні, ми одержали необхідну глибину провару.

2.5 Вибір зварювального та складального обладнання

Вибрані параметри режиму зварювання для цього зварного виробу дозволяють сформулювати вимоги до зварювального обладнання.

Для раціонального вибору обладнання основними критеріями повинні є такі принципи:

1. Технічна характеристика обладнання має відповідати всім вимогам ухваленої технології.

2. Забезпечення відносної простоти обслуговування та експлуатаційної надійності.

3. Найбільший ККД за найменшого споживання електроенергії під час експлуатації.

4. Найменші маса та габарити обладнання.

5. Мінімальний термін окупності.

Виходячи з експлуатаційних, технологічних та економічних вимог було обрано таке обладнання:

- зварювальний апарат повинен забезпечувати зварювальний струм до 250 А;

- діаметр дроту 0,8-1,0 мм;

- швидкість подачі електродного дроту до 90 м/год.

Виходячи з даних вимог, вибираємо зварювальний інвертор Flama. MULTIMIG 350F SYN.

Функціональні можливості:

- наявність синергетичних функцій (до 18 вбудованих синергетичних програм), що дозволяють зварювати чорні та кольорові метали, включаючи «нержавійку», алюміній та його сплави;

- двотактний та чотиритактний режим;

- регулювання динаміки зварювальної дуги;

- регулювання часу продування газом до та після зварювання;

- можливість додаткового підключення блоку рідинного охолодження.

Складальні операції при виготовленні зварних конструкцій мають мета – забезпечення правильного взаємного розташування деталей виробу, що збирається.

Найбільш раціонально у цій роботі використовувати гвинтові стяжки для збирання поздовжніх стиків обичайок. Для запобігання дефектам форми виробу, що збирається додатково встановлюємо розпірки.



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд зварювального інвентора

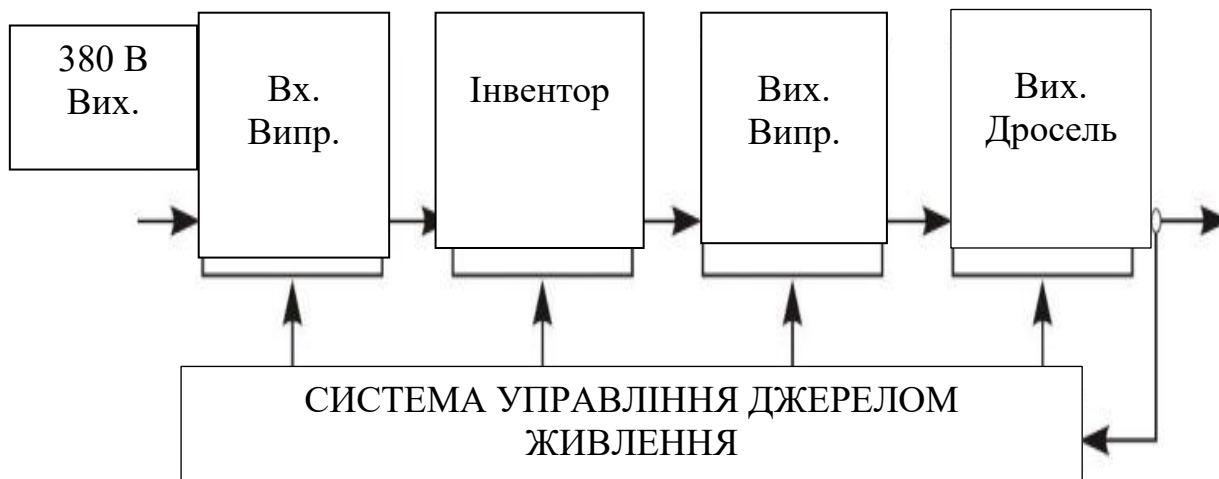


Рисунок 2.2 – Блок схема інвенторного джерела живлення

Механізм для подачі дроту 0,6 – 1,6 мм, має широкий спектр застосування, великі функціональні можливості при зварюванні відповідальних конструкцій, а також має високу мобільність.

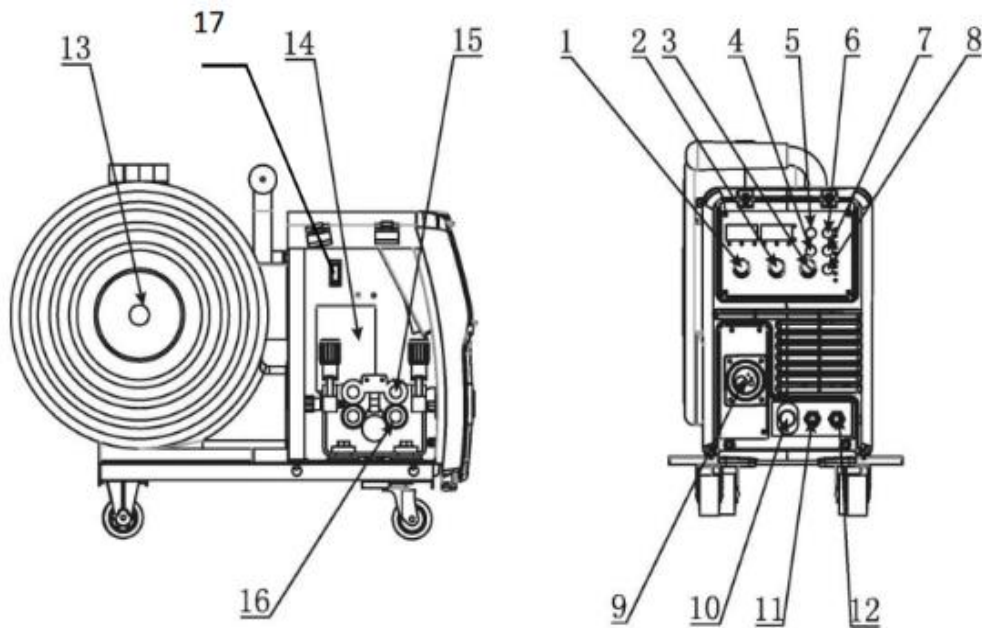


Рисунок 2.3 – Схема механізму подачі дроту: 1 – вибір програми, регулятор довжини дуги при зварюванні, зварюванні кратера, регулятор часу; 2 – регулятор зварювального струму; 3 – регулятор динаміки дуги; 4 – кнопка заправки дроту; 5 – кнопка продування газу; 6 – кнопка вибору режиму роботи з/без рідинного охолодження; 7 – 2Т/4Т режим роботи; 8 – кнопка вибору параметрів; 9 – євро роз'єм підключення пальника; 10 – роз'єм підключення Push/Pull пальники; 11 – роз'єм підключення рідинного охолодження; 12 – роз'єм підключення рідинного охолодження; 13 – відсік зварювального дроту; 14 – мотор подавального механізму; 15 – притискний механізм; 16 – ролики; 17 – перемикач пальника Push Pull.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики випрямляча ВДМ-1001

Параметри	Значення
Номінальний зварювальний струм (А)	40-350
Кількість фаз	3
Напруга холостого ходу (В)	67
Максимальний зварювальний струм при неперервній роботі, А	275
Габаритні розміри (мм)	525×240×6475
Маса (кг)	22
Діаметр дроту, мм	0,6-1,6
ККД, %	0,85
Температурний діапазон роботи, °С	Від -10 до +40

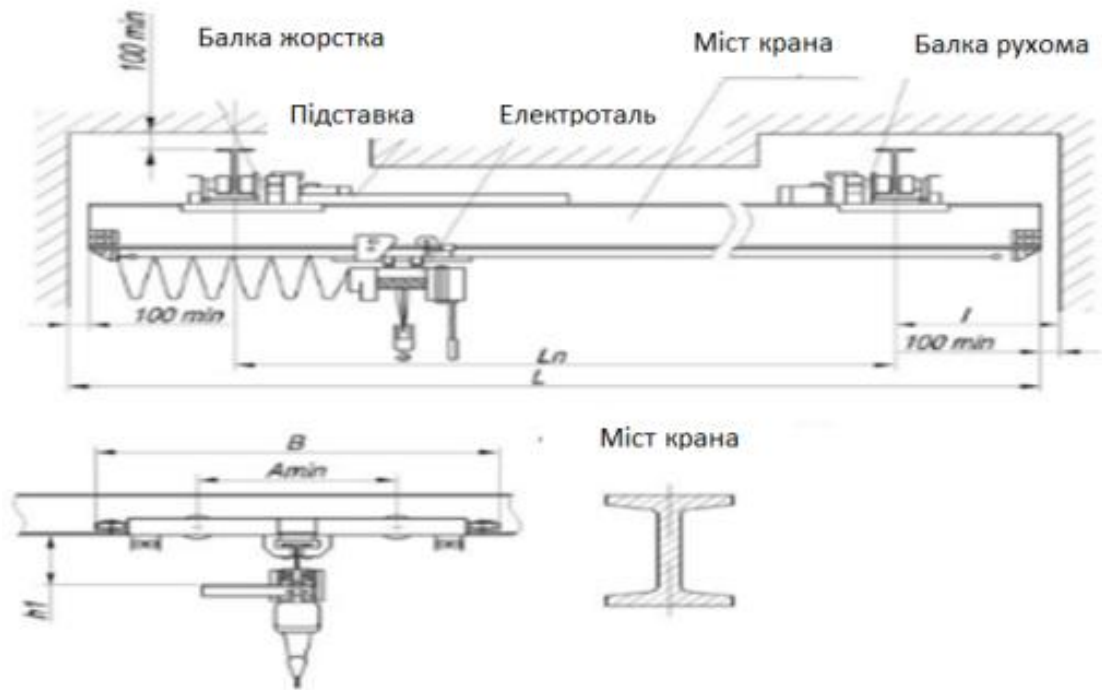


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд підвісної кран-балки



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд крана мостового

Для зварювання обичайок застосовуємо зварювальну колону КС (200) для автоматизованого зварювання в захисному газі поздовжніх та кільцевих швів.

У запропонованому технологічному процесі як складально-зварювальний прилад застосовуємо роликові обертачі.

Роликові обертачі – це найкраще рішення для обертання великогабаритних труб та цистерн.

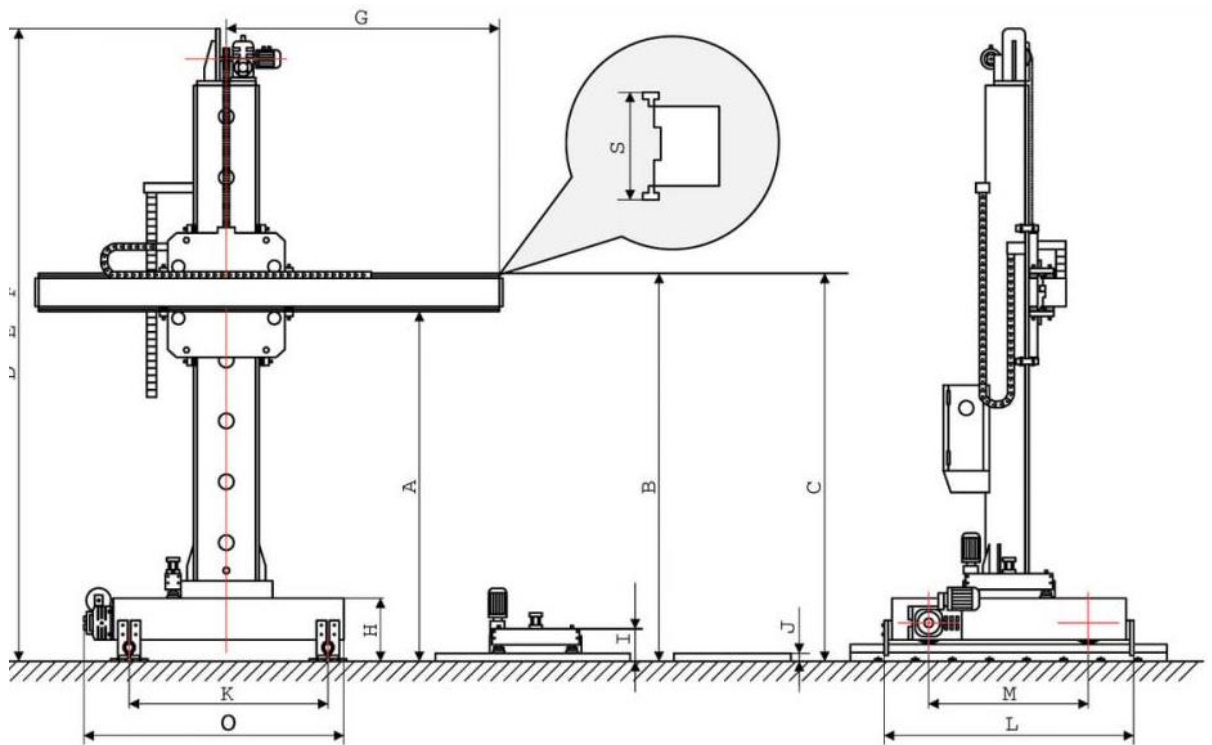


Рисунок 2.5 – Зварювальна колона

Пристрої у вигляді зварювальних роликівих обертачів (опор) знаходять застосування:

- при встановленні заготовок циліндричної форми в положення, що є найбільш оптимальним для здійснення процесу зварювання;
- з метою обертання заготовок з необхідними швидкостями для зварювання в напівавтоматичному та автоматичному режимі швів внутрішнього та зовнішнього характеру, як під флюсом, так і у захисних газових середовищах;
- під час наплавних робіт.

Зварювальні роликіві опори є секційними. До складу комплекту обертача можуть бути включені від двох до більшої кількості секцій. Кожна із секцій – зварна конструкція з розміщеними на ній роликівими опорними блоками.

За мобільними критеріями секції можуть бути:

- стаціонарними або пересувними (критерій переміщення);
- приводними чи непривідними холостими (критерій наявності приводу).

За конструкційним виконанням роликів опор секції можуть бути:

- з наявністю одинарних роликів;
- самоналаштовуються (балансирні, самоцентруються).

Якщо виникає необхідність переміщення, секції встановлюються на рейкові візки, які транспортуються вручну або за допомогою електроприводу. Даний спосіб переміщення роликів опор дозволяє суттєво оптимізувати процес стикування обичайок.

За конструкційним виконанням роликів і матеріалами їх покриття всі типи зварювальних обертачів поділяють на два основні різновиди.

1. Обертачі, що мають велику вантажопідйомність (від 100 т і вище), для оснащення яких застосовуються цільнолиті металеві ролики. Секції з металороликами незамінні також у зварювальних процесах, що здійснюються з нагріванням поверхні обичайок до високих температур.

2. Обертачі з роликами комбінованої конструкції. Кожен такий ролик складається з одного центрального і двох бічних дискових елементів, що дозволяє поліпшити зчеплення з заготівлею, що обертається.

Центральний диск має еластичне покриття із спеціального гумового матеріалу або високоміцного поліуретану. Бічні диски повністю виконані зі сталі, маючи при цьому менший діаметр у порівнянні з центральним диском.

Тому спочатку заготівля лягає на центральний диск, під її вагою еластичне покриття проминається і навантаження розподіляється по всій поверхні ролика, включаючи бічні елементи.

Найчастіше приводна секція оснащується двома роликами, кожен із яких є провідним. Однак нерідкі й бюджетні рішення, коли провідним є лише один ролик.

Подібна економія недоцільна, негативно впливаючи на якість зварних швів внаслідок зниження рівномірності обертання обідків та їх небажаного осьового зміщення. Однією парою роликів може виявитися недостатнім при виконанні робіт з тонкостінними обичайками або заготовками, що мають близькі діаметри.

У подібних випадках досить ефективним виявляється застосування чотирироликкових опор, що дозволяють полегшити стикування обичайок шляхом більш рівномірного розподілу зусиль, що додаються. Рівномірне обертання довгомірних заготовок вдається здійснити синхронізацією роботи кількох опорних секцій.

Обертання опор зазвичай здійснюється за допомогою застосування частотного регульованого приводу, до складу якого входять ЕДВ змінного струму і перетворювач частот, що забезпечує можливість плавного безступінчастого регулювання швидкостей обертання.

Однак у ряді випадків, коли виникає необхідність у використанні пристроїв з підвищеними характеристиками потужності для експлуатації в широкому спектрі швидкостей, застосовуються двигуни постійного струму, що оснащуються широтно-імпульсними перетворювачами (модуляторами).

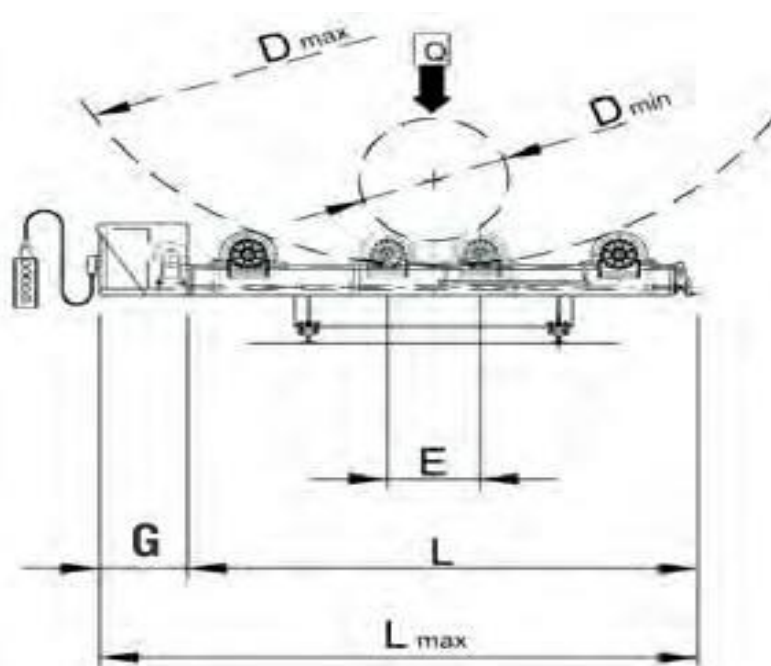


Рисунок 2.6 – Схема роликкових обертачів

На закінчення залишається відзначити, що правильний підбір зварювального роликкового обертача неможливий без урахування таких найважливіших факторів, як особливості технології зварювального процесу в кожному конкретному випадку, а також розмірні параметри і матеріалознавчі характеристики заготовок, що піддаються зварюванню.

Роликові обертачі складаються з жорсткої рами та опорних роликів із зносостійким покриттям. Ролики можуть розводитися плавно, забезпечуючи оптимальну стійку базу для виробів різного діаметру.

Відстань між роликами встановлюється вручну з фіксацією кожного ролика або високою точністю за допомогою гвинтового маховика.

За потреби ролики можуть бути опціонально замінені на сталеві, без покриття. Якщо в процесі виробництва необхідно швидко переставляти опори на різну довжину металоконструкцій, їх можна доукомплектувати рейковими платформами, що переміщуються по рейковому шляху.

Використання цих платформ забезпечує точну установку платформ і уникнення поздовжнього дріфта при обертанні виробу.



Рисунок 2.7 – Роликові обертачі

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

Весь технологічний процес є послідовність взаємозалежних операцій. Основна вимога до технології будь-якої сукупності операцій, виконуваних на окремому робочому місці, полягає в раціональній їх послідовності з використанням необхідних пристроїв та оснастки.

При цьому мають бути досягнуті відповідні вимоги креслення, точність складання, можлива найменша тривалість складання та зварювання деталей, що з'єднуються, максимальне полегшення умов праці, забезпечення безпеки робіт. Виконання цих вимог досягається застосуванням відповідних раціональних складальних пристосувань, підйомно-транспортних пристроїв, механізації складальних процесів [24]

Таблиця 2.5 – ТП виготовлення та складання деталі

Номер операції	Назва технологічної операції
005	Комплектування деталей, що входять в збиральну одиницю
010	Збирання двох обичайок та прижим їх за допомогою гвинтових прижимів
015	Прихвачування та зварювання обичайок
020	Встановлення днища, двох кутників та кронштейнів
025	Прихвачування та зварювання деталей в порядку їх встановлення
030	Встановлення на збиральну одиницю люка, 2 скоби , хомути, пластини та кронштейна, 2 болти, 2 гайки, 2 шайби.
035	Встановлення елементів трубопроводів: патрубка та листа підкладного
040	Прихвачування та зварювання деталей в порядку їх встановлення
045	Встановлення елементів перегородки: патрубков, днище, кутник
050	Прихвачування та зварювання деталей в порядку їх встановлення
055	Встановлення елементів кожуха: фланця та листа підкладного
060	Прихвачування та зварювання деталей в порядку їх встановлення
065	На направляючу встановлюємо листи підкладні
070	Прихвачування та зварювання деталей в порядку їх встановлення
075	Прихвачування та зварювання 3 напрямляючих, 6 напрямляючих та 6 направляючих
080	Встановлення 2 патрубків, фланця, 2 штуцерів та з'єднувача
085	Прихвачування та зварювання деталей в порядку їх встановлення
090	Приводимо зачистку зварних швів
095	Проводимо контроль зварних швів

Контроль якості зварних з'єднань слід проводити наступними методами:

- візуальним оглядом та вимірювальним контролем;
- механічними випробуваннями;
- випробуванням на стійкість проти міжкристалітної корозії;
- металографічними дослідженнями;
- ультразвуковою дефектоскопією;
- радіографією;
- кольоровою або магнітопорошковою дефектоскопією.

Вибір методу контролю визначається конструктивними особливостями виробу, фізичними властивостями контрольованого матеріалу, технічними вимогами до виготовлення виробу.

Візуальний контроль та вимірювання зварних швів необхідно проводити після очищення швів та прилеглих до них поверхонь основного металу від шлаку, бризок та інших забруднень.

Обов'язковому візуальному контролю та виміру підлягають усі зварні шви відповідно для виявлення дефектів, виходять на поверхню шва і не допустимі відповідно до вимогами цього стандарту. Візуальний контроль та вимірювання слід проводити у доступних місцях з двох сторін по всій протяжності шва.

Для виявлення внутрішніх дефектів зварних з'єднань слід застосовувати один із методів неруйнівного контролю, в якому використовується проникаюче фізичне поле - ультразвукове.

Обов'язковому контролю радіографічним або ультразвуковим методом підлягають:

- а) стикові, кутові, таврові зварні з'єднання, доступні для цього контролю;
- б) місця сполучення (перетинів) зварних з'єднань;
- в) зварні з'єднання внутрішніх і зовнішніх пристроїв у відповідності до технічних умов на деталь.

Гідравлічному випробуванню підлягають всі судини після їх виготовлення. Для гідравлічного випробування судини слід використовувати воду.

Гідравлічні випробування слід проводити, як правило, на підприємстві-виробнику.

Гідравлічні випробування судин, що транспортуються частинами та збираються дома монтажу, допускається проводити після їх виготовлення на місці встановлення.

Також випробування судин слід проводити з кріпленням і прокладками, передбаченими у технічній документації. Випробування судин, які працюють без тиску (під налив), проводять змочуванням зварних швів гасом або наливом води до верхньої крайки судини.

Час витримки судини під час випробування наливом води має бути не менше ніж 4 год. Контроль зварних швів на герметичність допускається проводити капілярним методом змочуванням гасом.

При цьому поверхня контрольованого шва із зовнішнього боку слід покривати крейдою, а з внутрішньої - рясно змочувати гасом протягом усього періоду випробування [9].

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір пристосування

Зварювальними пристроями називаються додаткові технологічні пристрої для обладнання, що використовуються для виконання операцій:

- складання під зварювання,
- зварювання,
- термічного різання,
- паяння,
- наплавлення,
- усунення або зменшення деформацій та напруг,
- контролю.

У комплексно-механізованому зварювальному виробництві широко застосовуються завантажувальні, розвантажувальні, підйомно-транспортні та комбіновані пристрої.

У запропонованому технологічному процесі як пристосування виступають роликові обертачі.

Роликовий обертач (зварювальний обертач) з приводом обертання - це механічний пристрій, який полегшує проведення автоматичного, напівавтоматичного або ручного електродугового зварювання.

Обладнання знаходить своє застосування також при монтажі металевих ємностей та резервуарів, при монтажі та збиранні ємностей та резервуарів зі склопластику.

Виріб призначений для того, щоб полегшити майстрам роботу з важкодоступними місцями. Особливо актуально це під час роботи з великогабаритними виробами, на заводах різних галузей промисловості.

Суть використання обертача полягає в тому, що місце зварювання може плавно переміщатися в положення, при якому майстру буде зручно працювати з поверхнею, що зварюється.

Поверхня апарату здатна обертатись навколо своєї осі зі швидкістю, обраною зварником.

Продуктивність праці при використанні такого обертача незмінно зростає, тому таке обладнання досить популярне.

При монтажі ємностей і резервуарів зі склопластику цей пристрій допомагає суттєво полегшити процес накочування (з'єднання) обичайок (труб) великих діаметрів – від 600 мм до 5000 мм, а також при монтажі різних патрубків та технологічних люків.

Виріб незамінний при монтажі боковин-днищ ємностей та резервуарів із композитних матеріалів (склопластика).

3.2. Розрахунок роликів обертачів

З конструкторських міркувань приймаємо, що діаметр деталі $D=3500$ мм, довжина $l = 5000$ мм, вага деталі $G = 5880$ Н, ексцентриситет $e = 0,01R$, центральний кут стенда $\alpha = 50^0$, діаметр $D_p = 420$ мм .

Відстань L між роликоопорами

$$D = \frac{L}{\sin \frac{\alpha}{2}} - D_p, \quad (3.1)$$

$$L = \sin \frac{\alpha}{2} (D + D_p) = \sin \frac{50^0}{2} (3,5 + 0,42) = 0,4236 \cdot 3,92 = 1,709 \text{ м.}$$

Приймаємо $L = 1,7$ м, що спричинить збільшення центрального кута

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{L}{D + D_p} = \frac{1,7}{3,5 + 0,42} = 0,43; \quad \frac{\alpha}{2} = 26^0; \quad \alpha = 52^0 \quad (3.2)$$

Критичне значення ексцентриситету $e = 0,01R = 0,017$ м

$$e_{kp} = R \sin \frac{\alpha}{2} = 1,5 \cdot \sin \frac{52^0 44'}{2} = 1,75 \cdot 0,44 = 0,77. \quad (3.3)$$

Оскільки $e < e_{кр}$, то умова стійкості барабана буде виконуватися.

Визначимо опорні реакції роликкоопор в статиці

$$Q = Q_1 = Q_2 = \frac{G}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{5880}{2 \cos \frac{52^\circ}{2}} = \frac{5880}{2 \cdot 0,395} = 7443 \text{ Н.} \quad (3.4)$$

Визначаємо діаметр осі роликкоопори від реакції Q.

Згинальний момент в осі

$$M_3 = \frac{Ql}{4} = \frac{7443 \cdot 0,5}{4} = 930 \text{ Нм.} \quad (3.5)$$

Діаметр осі роликкоопори (сталь 35, $[\sigma] = 60 \text{ МПа}$)

$$d = \sqrt[3]{\frac{10M_3}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 930}{60 \cdot 10^6}} = 1,157 \text{ м.} \quad (3.6)$$

Дотична сила T_1

$$T_1 = G \left(\varepsilon + \frac{\varepsilon + \sin \frac{\alpha}{2}}{b \sin \alpha + \cos \alpha - 1} \right), \quad (3.7)$$

де $\varepsilon = \frac{e}{R} = \frac{eR}{R} = \frac{0,01 \cdot 1,75}{1,75} = 0,01$ – ексцентриситет, виражений в долях радіуса барабана.

Приймаємо $f = 0,1$ для підшипників ковзання.

Конструкція роликів є прогумована, $\mu = 0,0025$.

$$b = \frac{D_p}{fd_p + 2\mu} = \frac{0,42}{0,072 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,0025} = 21,0; \quad (3.8)$$

$$T_1 = 5880 \cdot \left(0,017 + \frac{0,017 + 0,44}{33,607 \cdot 0,7959 + 0,612 - 1} \right) = 202 \text{ Н.} \quad (3.9)$$

Величина дотичної сили

$$T_2 = G \left(\frac{\varepsilon + \sin \frac{\alpha}{2}}{b \sin \alpha + \cos \alpha - 1} \right) \quad (3.10)$$

$$T_2 = 5880 \cdot \left(\frac{0,01 + 0,44}{21,0 \cdot 0,7959 + 0,612 - 1} \right) = 100,3 \text{ Н.}$$

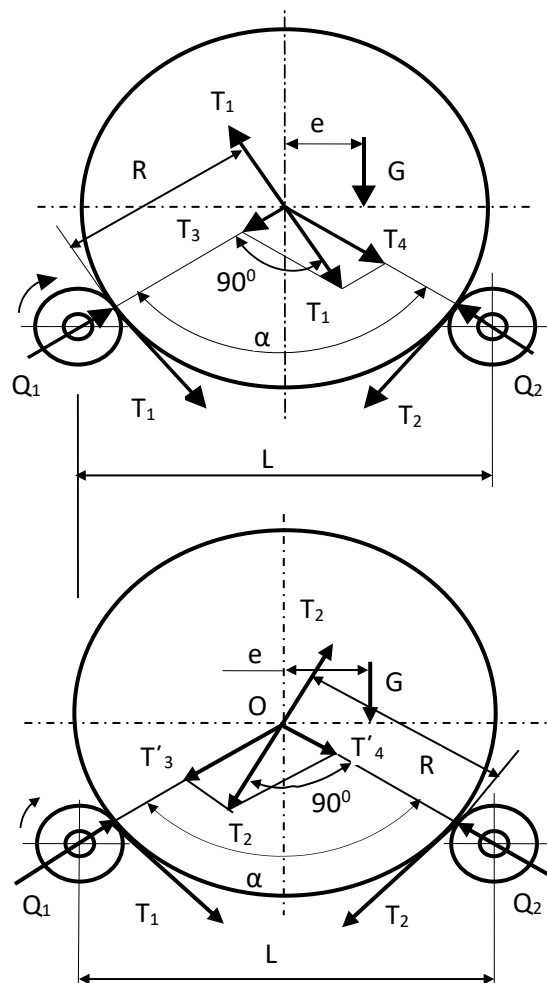


Рисунок 3.1 - Розрахункова схема роликвого стенда

Опорні реакції:

$$Q_1 = \frac{G}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} \left(1 - \frac{\varepsilon \cos \alpha}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{\varepsilon + \sin \frac{\alpha}{2}}{b \cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}} \right); \quad (3.12)$$

$$Q_1 = \frac{5880}{2 \cdot 0,8939} \left(1 - \frac{0,01 \cdot 0,612}{0,44} + \frac{0,01 + 0,44}{21,0 \cdot 0,8939 - 0,44} \right) = 3312 \text{ Н};$$

$$Q_2 = \frac{G}{2 \cos \frac{\alpha}{2}} \left(1 + \frac{\varepsilon}{\sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{\varepsilon + \sin \frac{\alpha}{2}}{b \cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2}} \right); \quad (3.13)$$

$$Q_2 = \frac{5880}{2 \cdot 0,8939} \cdot \left(1 + \frac{0,01}{0,44} + \frac{0,01 + 0,44}{21,0 \cdot 0,8939 - 0,44} \right) = 4812 \text{ Н}.$$

Кількість роликів в одному ряду, при $P_p = 900 \text{ Н}$

$$i_p = \frac{3312}{900} = 3,68 \quad (3.14)$$

Тоді, в одному ряду $i_p = 4$ роликкоопори.

Розрахункові навантаження на роликкоопори:

$$P_1 = \frac{\sqrt{Q_1^2 + T_1^2}}{i} = \frac{\sqrt{3312^2 + 202^2}}{4} = 829,75 \text{ Н}; \quad (3.15)$$

$$P_2 = \frac{\sqrt{Q_2^2 + T_2^2}}{i_p} = \frac{\sqrt{4812^2 + 100,3^2}}{4} = 1203 \text{ Н}. \quad (3.16)$$

Уточнюємо діаметр осі

$$M_3 = \frac{P_2 l}{4} = \frac{1203 \cdot 0,5}{4} = 150,41 \text{ Нм}; \quad (3.17)$$

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{10 M_3}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 150,41}{60 \cdot 10^6}} = 0,0025 \text{ м}. \quad (3.18)$$

Згинальний момент на валу

$$M_3 = \frac{P_1 l}{4} = \frac{829,75 \cdot 0,5}{4} = 103,72 \text{ Нм}. \quad (3.19)$$

Крутний момент з врахуванням діаметра вала

$$\begin{aligned}
 M_{kp} &= T_1 \frac{D_p}{2} + \left(f \frac{d_e}{2} + \mu \right) \sqrt{Q_1^2 + T_1^2} = \\
 &= 202 \cdot \frac{0,42}{2} + \left(0,1 \cdot \frac{1,157}{2} + 0,0025 \right) \sqrt{3312^2 + 202^2} = 341,6 \text{ Нм.} \quad (3.20)
 \end{aligned}$$

Еквівалентний момент, діючий на приводному валу

$$M_e = \sqrt{M_s^2 + M_{kp}^2} = \sqrt{103,72^2 + 341,6^2} = 356,9 \text{ Нм.} \quad (3.21)$$

Діаметр вала приводного ролика

$$d = \sqrt[3]{\frac{10M_e}{[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 356,9}{60 \cdot 10^6}} = 0,031 \text{ мм.} \quad (3.22)$$

Кутова швидкість обертання барабана

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 6}{30} = 0,628 \text{ рад;} \quad (3.23)$$

$$N = \frac{M_{kp} \omega}{\eta_0} = \frac{341,6 \cdot 0,628}{0,501} = 428,19 \text{ Вт.} \quad (3.24)$$

Обираємо електродвигун потужністю $N = 1$ кВт.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Обґрунтування актуальності та вирішення питань охорони праці

Охорона праці – це комплекс технічних, санітарно-гігієнічних і правових умов, направлених на створення безпечних і здорових умов праці. Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує.

Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю значної кількості небезпечних і шкідливих факторів. Завдання охорони праці – звести до мінімуму ймовірність ураження чи захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Сучасне виробництво, на якому широко застосовуються автомати характеризується тим, що більшість операцій обробки і транспортування виконуються без участі робітника.

Разом з тим степінь автоматизації верстатів (особливо напівавтоматів) не дозволяє повністю звільнити робітника від необхідності виконання значного числа налагоджувальних і допоміжних операцій.

Сучасні автомати і напівавтомати є потужними і швидкохідними машинами з складними механізмами, що ведуть автоматичну обробку заготовок одночасно декількома ріжучими інструментами, знімають великий об'єм стружки і потребують в процесі роботи значного охолодження.

Це значно ускладнює їх обслуговування і для безпеки роботи потребує використання спеціальних обмежуючих і запобіжних пристроїв, а також потребує від обслуговуючого персоналу хороших знань і обов'язкового виконання правил охорони праці, техніки безпеки і виробничої санітарії.

Безпека життєдіяльності – цілісна система знань про захищеність життя і діяльності особистості, суспільства і життєвого середовища від небезпечних факторів природного і штучного характеру. Безпека життєдіяльності охоплює пожежну безпеку, санітарно-епідеміологічний добробут, охорону здоров'я, екологічну та ядерну безпеку, запобігання надзвичайним ситуаціям, тощо.

4.2 Нормативні вимоги безпеки при роботі на дільниці

Нормування освітлення. Для забезпечення нормальних і безпечних умов роботи обслуговуючого персоналу поряд з виконанням правил техніки безпеки важливе значення має також створення в цеху сприятливого мікроклімату, забезпечення нормального освітлення, зниження виробничого шуму, правильне пофарбування стін, верстатів, транспортних засобів і інші міроприємства.

Якісне освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці, покращенню якості виготовлення деталей, а також зберігає зір робітника і знижує травматизм.

Освітлення буває природне, коли використовується денне світло, і штучне, коли використовується електрична лампа.

При налагодженні верстата наладчик, крім місцевого освітлення, може користуватися переносною лампою, для підключення якої на шафі з електрообладнанням передбачене штепсельне гніздо.

Вікна, світлові ліхтарі і електричні лампочки повинні знаходитись в чистоті. Забруднені вікна затримують світло, а лампочки, покриті пилюкою і колоттю, дають значно меншу освітленість.

Нормування освітлення виробничих приміщень проводиться в залежності від розряду зорових робіт. При роботі на верстатах розряд зорових робіт 5-6, а тому освітленість повинна бути при штучному освітленні: близько 200 лк. При наладці верстатів проводяться роботи 4-го розряду зорової точності і освітленість в залежності від характеристики фону повинна бути при штучному освітленні: 750-300 лк, загальному 300-150 лк.

Нормування виробничих шумів. Сильний шум шкідливо впливає на здоров'я і працездатність людей. Людина, що працює при шумі звикає до нього, але тривала дія сильного шуму викликає загальну втоми, може привести до погіршення слуху, а інколи і до втрати слуху, погіршується процес травлення їжі, проходить зміна об'єму внутрішніх органів.

Вухо людини сприймає тільки ті коливання, частоти яких знаходяться в межах 20 Гц – 20кГц. У зв'язку з цим необхідно систематично контролювати рівень шуму на робочих місцях. Шум в умовах виробництва може сприяти виникненню травматизму, так як на фоні шуму робітник може не чути сигналів транспорту, маніпуляторів.

Нормування шуму проводиться по рівню звуку в децибелах і приймається загальний рівень звукового тиску в робочому приміщенні не більше 70 дБ.

Електробезпека. Для безпеки роботи на верстатах необхідно дотримуватись всіх правил електробезпеки, викладених в керівництві по електрообладнанню, що наявне для кожного верстата. Верстати і окремі деталі електрообладнання повинні бути заземлені згідно вказаним в керівництві по електрообладнанню вимогам.

Доступ до електрообладнання (електрошафи, кінцевим вимикачам і іншим деталям електрообладнання) дозволяється лише електриковому. Необхідно слідкувати за справністю електричних блокуючих пристроїв на дверцях коробки передач, задньої стійки і т.п.

Не допускається оголення струмопровідних частин електрообладнання, а також відсутність огороження деталей електроапаратури, до яких можливий випадковий дотик під час роботи або регулювання.

Не можна працювати на верстаті з несправним місцевим освітленням.

У верстатах повинне бути передбачене заземлення, тобто сукупність заземлювальних провідників і заземлювального обладнання, що контактує з землею.

Опір заземлювальних пристроїв повинен бути не більше вказаних значень. Найбільший допустимий опір в системі заземлення, яка використовується у верстатах (для джерела трифазного струму, напругою 380 В) при розміщенні заземлення безпосередньо близько біля верстата становить 4 Ом.

ВИСНОВКИ

У КРБ було зроблено проектний розрахунок складально-зварювального цеху для виготовлення корпусу автоцистерни. У процесі проектування були підбрані режими зварювання, зварювальні матеріали, обладнання для зварювання.

Виходячи з обраних значень режимів зварювання, вибрали зварювальне обладнання – зварювальний інвертор Flama MULTIMIG 350 F SYN.

Для складання-зварювання корпусу автоцистерни було розроблено складально-зварювальний пристрій, який дозволяє повертати виготовлений виріб у зручне для збирання та зварювання положення, та полегшує доступ до місця зварювання.

Розроблено заходи щодо безпеки життєдіяльності та охорони праці.

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