

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)

«_____» _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Ганчарському Мар'яну Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення корпусу парогенератора»

Керівник роботи Барановський Віктор Миколайович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 29 » квітня 2022 р. № 4/7-340.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи базовий технологічний процес виготовлення парогенератора

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)

Слайд загального вигляду парогенератора. Креслення корпусу парогенератора. Слайд принципової схеми зварювання в захисних газах. Креслення зварювальної головки. Креслення стенду для збирання обичайок.

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>Окіпний І.Б., зав. каф. ТМ</i>		

7. Дата видачі завдання

*24 січня 2022 р.***КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Реферат</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Зміст</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Вступ</i>	<i>11.02.2022</i>	
	<i>Загально-технічна частина</i>	<i>11.02.2022</i>	
	<i>Технологічна частина</i>	<i>06.06.2022</i>	
	<i>Конструкторська частина</i>	<i>06.06.2022</i>	
	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>11.06.2022</i>	
	<i>Висновки</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Перелік посилань</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Графічна частина</i>	<i>14.06.2022</i>	

Студент

(підпис)

Ганчарський М.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Барановський В.М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	7
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	8
1.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва	8
1.2 Характеристика матеріалу виробу та його зварюваності	10
1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу	12
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	14
2.1 Вибір способів зварювання	14
2.1.1 Автоматичне зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і суміші (АПГ)	18
2.1.2 Електрошлакове зварювання (ЕШ)	21
2.2 Вибір режимів зварювання	24
2.2.1 Ручне дугове зварювання покритими електродами (РД)	24
2.2.2 Автоматичне зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і сумішах (АПГ)	25
2.2.3 Електрошлакове зварювання (ЕШ)	28
2.3 Вибір зварювальних матеріалів	31
2.4 Технологічна схема виготовлення парогенератора	32
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	34
3.1 Вибір технологічного обладнання	34
3.2 Джерела живлення	35
3.2.1 Джерело живлення випрямляч ВС-350	37
3.3 Вибір складального обладнання	38
3.3.1 Стенд для збирання поздовжніх стиків обичайок	39
3.3.2 Обертач для автоматичного зварювання TRAV 600 ВАСВ	41
3.4 Контроль якості	43

	5
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	46
4.1 Дія шуму, ультразвуку та інфразвуку на людину	46
4.2 Гігієна праці та виробнича санітарія	48
ВИСНОВКИ	51
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	52
ДОДАТКИ	55

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра складається розрахунково-пояснювальної записки, яка виконана на 58 листах формату А4, має чотири розділи, висновки, список використаної літератури 26 найменувань, 4 додатки та 6 листів графічної частини, виконаних на форматі А4.

В роботі представлено загальну характеристику виробу, проведено аналіз способів зварювання.

Запропоновано: технологію автоматичного зварювання виробу циліндричної форми на прикладі виготовлення корпусу парогенератора трьома способами зварювання: ручного дугового зварювання; у середовищі вуглекислого газу $\text{CO}_2 + 30\% \text{O}_2$; електрошлакового зварювання.

Розраховано параметри режиму зварювання, запропоновано раціональне обладнання пристосування, розроблено заходи з охорони праці; заходи з безпеки життєдіяльності.

ВСТУП

Основним завданням машинобудування є випуск продукції, яка відповідає по всіх показниках якості кращим світовим зразкам, при цьому значно скоротити терміни реалізації та освоєння нових технологій за рахунок підвищення рівня механізації і автоматизації.

В умовах ринкової економіки головним чинником підвищення ефективності національної економіки стають не окремі досягнення науки і техніки, якими видатними вони були, а високий науковий і технологічний рівень виробництва. Цей рівень визначається насамперед станом машинобудування як галузі, що забезпечує потреби у технологічному обладнанні, яке має оновлюватися безперервно.

Застосування новітніх технологій зварювання корпусу парогенератора дозволить значно підвищити якість зварного виробу та покращити техніко-економічні показники процесу виробництва зварних виробів циліндричної форми.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва

В даний час широкого поширення набули горизонтальні однокорпусні горизонтальні парогенератори з природною циркуляцією.

Принципова конструктивна схема такого горизонтального парогенератора показана на рис. 1.1.

Основними елементами парогенератора є: корпус 1 з патрубками 13 підведення поживної води та 12 відведення пари колектора з теплоносія підводять і відводять патрубками 7 і 6, трубна теплообмінна поверхня 9, пристрій сепарації вологи 2, колектора 14 роздачі поживної води, штуцера 5, продувок дренажів 8 і 4 до рівнемірів.

Корпус парогенератора являє собою циліндричну посудину, зварену з окремих обичайок 3. До нього приварені еліптичні днища з люками, призначеними для проникнення всередину парогенератора. Знизу до центральної частини корпусу приварені вхідний та вихідний колектор.

Колектори розташовані симетрично щодо вертикальної осі парогенератора на однаковій від неї відстані в поздовжньому та поперечному напрямках. До перехідних кілець колектора приварені трубопроводи для підведення та відведення теплоносія.

У верхній частині колектор ущільнюються знімними кришками 11, які забезпечують доступ до місць вальцювання труб теплообмінної поверхні для ревізії та ремонтних робіт.

Для обслуговування колекторів у верхній частині центральної обичайки приварені два люки 10. Приварювання колекторів до корпусу здійснюється в такій послідовності: до корпусу приварюється патрубок, а до патрубка потім приварюється колектор.

Таке конструктивне рішення введення колекторів у корпус парогенератора викликане необхідністю усунути термічні напруги в зварному шві, які мали б

місце у разі безпосереднього приварювання колектора до корпусу. Аналогічно виконують вузол введення в корпус трубопроводу поживної води.

У паровому просторі парогенератора встановлений жалюзійний сепаратор 2, та є набором пакетів з хвилеподібних пластин. теплообмінної поверхні, охолоджується і, збираючись у вихідному колекторі, через циркуляційний трубопровід насосом знову подається в реактор.

Весь теплообмінний пучок труб розташований в обсязі води другого контуру, верхній рівень якого знаходиться трохи вище за горизонтальну осьову площину парогенератора. Волога пара, що утворюється в міжтрубному просторі, піднімається вгору.

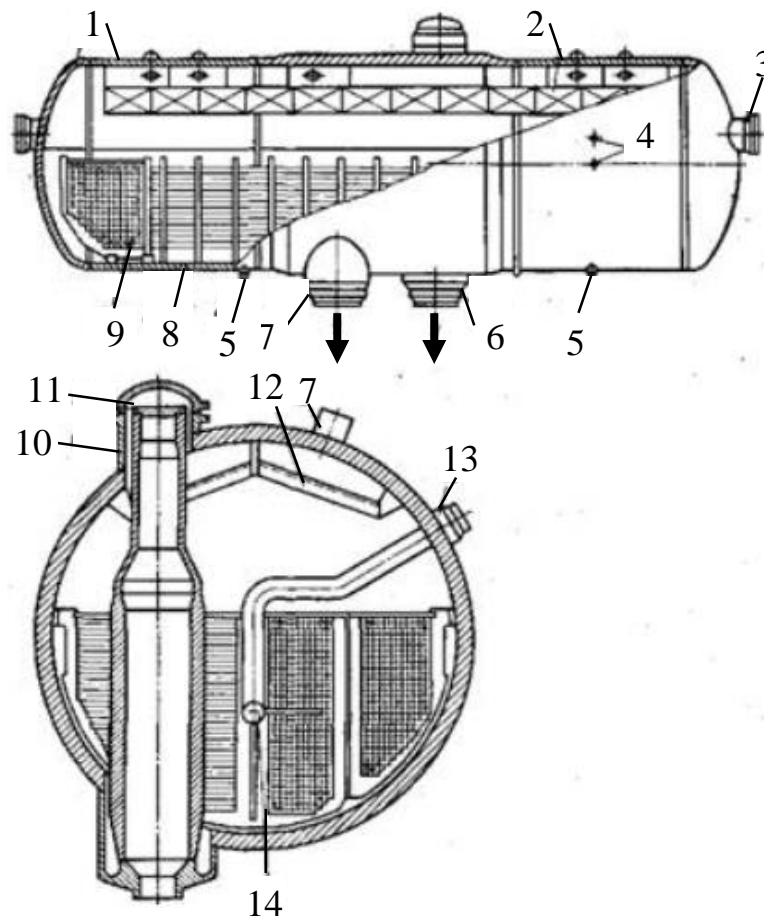


Рисунок 1.1 – Горизонтальний парогенератор: 1 – корпус; 2 – пристрій сепарації вологи; 3 6, 7 – обичайка; 4, 5 – фланець; 6, 7 – патрубок; 8 – продувка дренажу; 9 – трубна теплообмінна поверхня; 10 – люк; 11 – змінна кришка; 12 – трубка відведення пари колектора; 13 – патрубок підведення поживної води; 14 – колектор роздачі поживної води

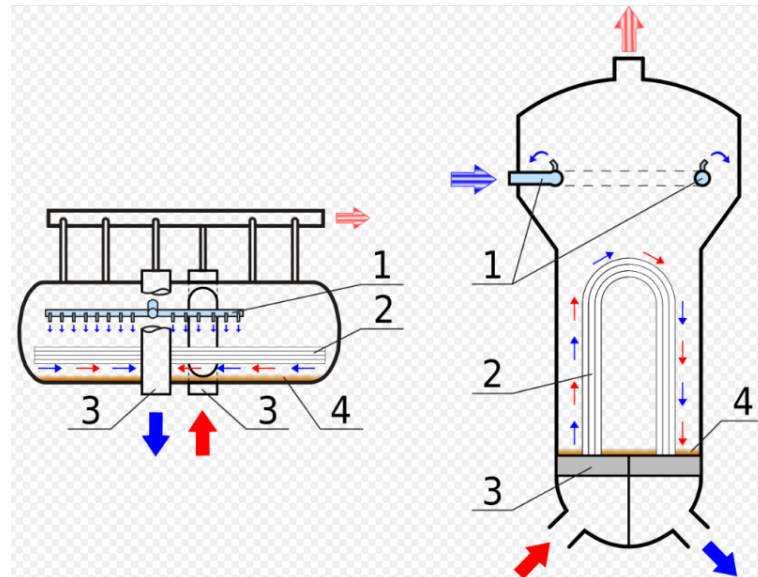


Рис. 1.2 – Конструктивна схема горизонтального та вертикального парогенератора: 1 – колектор живильної води (вхід 2-го контуру) 2 – теплообмінні трубки (всередині 1-й контур) 3 – вертикальні колектори (горизонтальний ПГ) та горизонтальна трубна дошка (вертикальний ПГ), вхід та вихід теплоносія 1-го контуру 4 – найбільш ймовірні місця скупчення шламу

Відповідно до завдання зварною конструкцією є корпус парогенератора. Матеріал виробу – сталь Ст 14Х17Н2.

Корпус парогенератора складається з фланців 4, 5 (рис. 1.3), півсфер 1, 8 та обичайок 2, 3, 6 та 7.

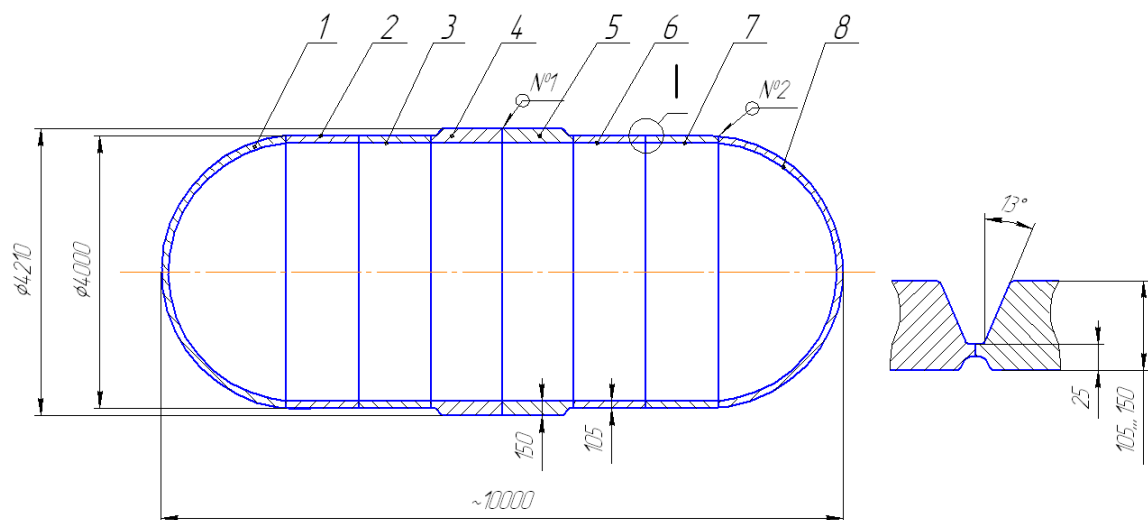


Рисунок 1.2 – Корпус парогенератора: 1, 8 – півкулі; 2, 3, 6, 7 – обичайки; 4, 5 – фланці

Фланці 4, 5 виконуємо зварюванням швом № 1 по замкнутому контуру, обичайки 2, 3, 6, 7, фланці 4, 5 та півкулі 1, 8, відповідно, виконуємо зварюванням шістьма швами № 2 по замкнутому контуру.

1.2 Характеристика матеріалу виробу та його зварюваності

Сталь – суміш заліза та вуглецю, яку активно використовує як у будівництві, так і в машинобудівній галузі. Даний матеріал набув популярності завдяки збільшеній зносостійкості, міцності та низькій ціні, але властивості кожної заготовки значно відрізнятимуться один від одного, і тут все залежить від хімічного складу (за цим параметром визначають якість і призначення металопрокату).

Для створення високосортної деталі чи міцної конструкції потрібно приділяти увагу саме додатковим компонентам.

Більшість металевих деталей використовуються у несприятливих умовах: підвищені температури, сильна механічна дія, висока вологість та інше. І якщо більшість сплавів легко переносять перші фактори, то рідина є головним ворогом будь-якого заліза. Проте сучасна металургійна галузь знайшла вихід із цієї ситуації, і створила модель сталі Ст 14X17H2, що відноситься до корозійно-стійкого типу. Ще вона є жаростійкою, і її можна використовувати практично за будь-яких обставин.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Ст 14X17H2

Марка сталі	Легуючі елементи, %								
	C	Cr	Ni	Ti	Si	Mn	S	P	Cu
Ст 14X17H2	0,11-0,17	16-18	1,5-2,5	≤ 0,2	≤ 0,80	≤ 0,80	≤ 0,025	0,030	≤ 0,30

Застосування металопрокату можна зустріти у таких випадках:

- створення робочих та напрямних лопаток для турбін.

На такі предмети лягає серйозна відповідальність, і від їхнього сортаменту залежить стабільна робота всього агрегату.

Лопаті піддаються швидким оборотам, а зовнішні фактори у вигляді газу або гарячої пари створюють додаткове навантаження. Ще в спокійному стані на поверхні може накопичуватися конденсат, який почне руйнувати звичайний метал.

- виготовлення кріплень. Сюди входять болти, гайки, штифти, шпильки та інші. Ці компоненти також відіграють ключову роль, і від їхньої міцності залежатиме надійність і безпека всієї конструкції.

- виробництво втулок. Ці складові зустрічаються в підвісці автомобілів, тому вони повинні витримати не тільки силовий тиск, але і відштовхувати воду після дощу, переносити підвищену температуру в літній час і низьку в зимовий, служити без деформації. Також втулки можна встановлювати і в інші механізовані прилади.

- випуск валів. Подібні запчастини передають момент, що крутить, від однієї ланки механізму до іншої. Тут теж є негативні фактори у вигляді сили тертя, тиску, температури та іншого

Таблиця 2.1 – Механічні властивості сталі X17H2 [4] ГОСТ 5632-72

Сталь	Стан матеріалу		ω , %	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ_5 %	НВ
				МПа			
14X17H2	Нагрів на 975 – 1040°C, охолодження в маслі, відпуск при °C, охолодження на повітрі	20	30	1100	850	10	286

Такі предмети допускається використовувати у різних сферах, і, від частини, можна віднести до універсального типу. Навіть частку медичних приладів та інструментів роблять із цього прокату. Що стосується властивостей, то у Ст 14X17H2 характеристики виглядають так:

- нержавіюча поверхня;
- здатність працювати за $T = \text{до } +400 \text{ } ^\circ\text{C}$;

- стійкість до статичних та динамічних впливів;
- мінімальний рівень деформації.

Важко знайти сплав, який міг би відповідати аналогічним параметрам. Тому він і цінуватиметься на всіх виробничих підприємствах.

Особливості термообробки. Ця процедура потрібна для поліпшення проби матеріалу. Внаслідок таких робіт відбуваються процеси, які здатні змінити властивості заготівлі. При цьому можна обробляти як звичайні болванки, так і готові частини. Термообробка сталі 14X17H2 завжди проходить за одним сценарієм:

- загартування в печі 980-1020 ° С;
- відпустка в олії до 680-700 ° С;
- охолодження на відкритому повітрі.

Цей процес надає сплавам твердість і додає коефіцієнт зносостійкості, а це дуже важливий показник, оскільки матеріал може бути використаний для створення складних технічних пристроїв або масивних конструкцій.

Суть такого способу полягає в поступовому нагріванні з подальшим різким охолодженням і так робиться кілька підходів.

Слід зазначити, що з гартування є шанс виникнення дефектів: перегрів, перепал, окислення, тріщини та інше. Щоб уникнути таких неприємностей, потрібно суворо дотримуватися всіх правил термічної обробки.

1.3 Висновки та постановка задач на кваліфікаційну роботу

Парогенератор - теплообмінний апарат для виробництва водяної пари з тиском вище атмосферного за рахунок теплоти первинного теплоносія, що надходить з ядерного реактора.

Раніше термін «парогенератор» застосовувався також назви парових котлів, проте, після появи атомних електростанцій, сучасне значення стало витісняти первісне. Сучасними стандартами називати парові казани парогенераторами не допускається.

Також у деяких галузях знань під терміном можуть розуміти електрокотли та котли-утилізатори.

Парогенератори застосовуються на двох-і трьохконтурних АЕС. На одноконтурних їхню роль грає сам ядерний реактор. Парогенератори, поряд з конденсаторами турбіни та проміжними теплообмінниками (при триконтурній схемі), є основними теплообмінниками АЕС, від характеристик яких суттєво залежать ККД та економічні характеристики станції.

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка технологічного процесу виготовлення корпусу парогенератора та вибір оптимального способу зварювання.

В КРБ необхідно вирішити такі завдання:

- підібрати та обґрунтувати проєктований спосіб зварювання металоконструкції;
- провести необхідні розрахунки режимів зварювання;
- вибрати та обґрунтувати зварювальне та складальне обладнання;
- розробити технологію збирання-зварювання корпусу парогенератора;
- розглянути питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Таким чином, у кваліфікаційній роботі бакалавра в технологічній частині на основі проведеного синтезу буде розроблено проєктний варіант технологічного процесу виготовлення корпусу парогенератора, розраховано режими зварювання та вибрано необхідне обладнання та оснащення.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір способів зварювання

Для даного матеріалу, враховуючи тип конструкції будемо аналізувати способи зварювання плавленням:

- ручне дугове зварювання покритими електродами (РД);
- автоматичне зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і сумішах (АПГ);
- електрошлакове зварювання (ЕШ).

Ручне дугове зварювання покритим електродом це – дугове зварювання, при якому збудження дуги, подача електрода та його переміщення виробляються вручну, захист зварювальної ванни забезпечується розплавленням та розкладанням компонентів покриття.

Спосіб дозволяє проводити зварювання практично будь-яких конструкцій та деталей різної складності, у важкодоступних місцях, при різних просторових положеннях зварного шва.

Якість зварних з'єднань, виконаних ручним дуговим зварюванням, не можна гарантувати без суворого дотримання технології зварювання та операційного контролю за всіма процесами. Починаючи від вхідного контролю матеріалів зварювальних та основних, перевірки кваліфікації зварників, дотримання режимів зварювання та остаточного контролю готового зварного з'єднання.

При ручному дуговому зварюванні покритими електродами дуга збуджується при торканні електродом деталі, що зварюється, в результаті замикання електричного зварювального ланцюга.

У процесі зварювання покритий електрод подається до деталі, що зварюється, в міру плавлення електрода і переміщується вздовж з'єднання з поперечними коливаннями для надання заданої форми і розмірів шва. Рухи покритим електродом при зварюванні.

У процесі ручного дугового зварювання відбувається плавлення покриття та електродного металевго дроту. Покриття, що розправляється, утворює шлак і виділяються гази. Шлак обволікає краплі розплавленого металу, що виникають при плавленні стрижня електрода. У ванні шлак спливаючи на її поверхню, утворює захисний шар, що захищає метал від взаємодії з атмосферним повітрям. Крім того, піднімаючись на поверхню зварювальної ванни, шлак очищає розплавлений метал від шкідливих домішок.

Зварювальні гази, що утворюються при розплавленні покриття, витісняють повітря із зони зварювання і, тим самим, захищають зварювальну ванну від взаємодії з киснем і азотом. Рідкий шлак твердне і утворює на поверхні шва тверду шлакову кірку, яка видаляється після зварювання. Тобто, компоненти, що входять у покриття зварювального електрода, забезпечує захист зварювальної ванни та застигаючого металу зварного з'єднання від реакцій з атмосферними газами та очищення металу в процесі хімічних реакцій, що відбуваються у зварювальній ванні.

Покритими електродами застосовують для зварювання сталей, чавунів та кольорових металів різної товщини. Також покриті електроди використовується для наплавлення з метою відновлення зношених деталей та отримання покриттів зі спеціальними властивостями головним чином антикорозійних та зносостійких.

Переміщення зварювального електрода вздовж зварного шва та його подачу в зону зварювання у міру його розплавлення робить зварювальник. У зв'язку з цим стабільність процесу та якість зварювання залежить від кваліфікації зварювальника та його зорово-моторної координації, оскільки зміняться довжина дуги, нахил електрода, швидкість його переміщення, що призводить до зміни параметрів режиму - напруги дуги та сили зварювального струму. При ручному дуговому зварюванні зварних конструкцій покритими електродами для забезпечення стабільності режимів зварювання використовують джерела зварювального струму з крутопадаючими вольт-амперними характеристиками.

Рух покриття електроду та принципова схема ручного дугового зварювання покритими електродами наведена, відповідно, на рис. 2.1 та рис. 2.2.

Переваги ручного дугового зварювання:

- застосування ручного можливе в різних, найнезручніших просторових положеннях;
- зварювання може виробляється у важкодоступних місцях;
- універсальність способу;
- можливість зварювати вироби різної конфігурації;
- застосовність до широкого діапазону різних марок сталей;
- висока мобільність.

Недоліки способу:

- мало висококваліфікованих зварювальників;
- неможливо гарантувати якість звареного з'єднання; невисока продуктивність зварювання; несприятливі умови праці.

Раціональні галузі застосування:

- зварювання металоконструкцій, трубопроводів;
- раціонально використовувати при зварюванні коротких швів.

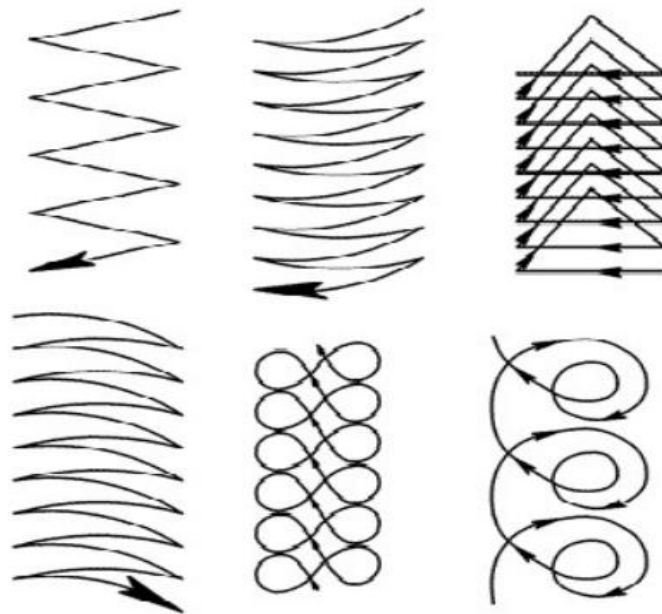


Рисунок 2.1 – Рух покриття по електроду

Технологія ручного дугового зварювання включає наступні операції:

- обробку та підготовку зварювальних кромок;
- збудження зварювальної дуги;
- переміщення електрода під час зварювання;
- порядок накладання зварних швів залежно від марки матеріалів та конструкції зварних з'єднань.

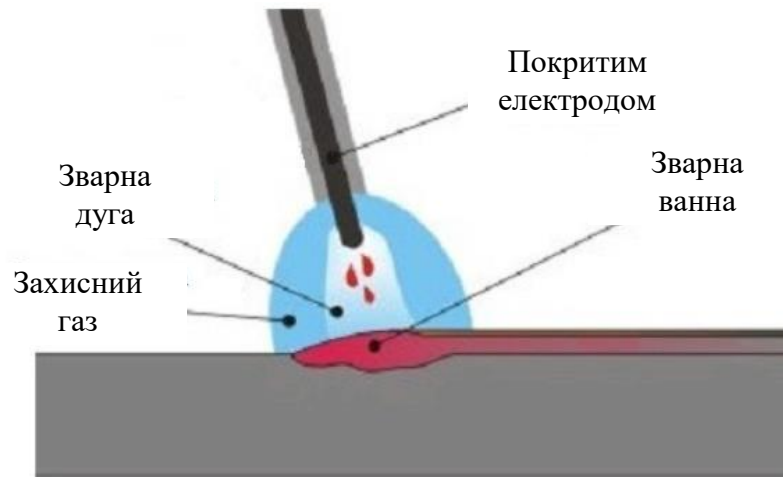


Рисунок 2.2 – Принципова схема ручного дугового зварювання покритим електродом

Ручне дугове зварювання вимагає якісної підготовки кромок і прилеглої поверхні деталей, що зварюються. Механічну обробку та зачистку, зварюваних деталей виконують на верстатах або вручну.

Кромки, що зварюються, зачищають до металевого блиску, не повинно бути слідів іржі, пухкого шару окалини бруду, масляних плям, тому що недостатньо якісна підготовка призведе до дефектів і як наслідок зменшення міцності зварного з'єднання.

Обов'язковому зачищенню підлягають кромки, що зварюються, і прилегла до них поверхня металу шириною не менше 20 мм. Форма підготовки кромок під ручне дугове зварювання покритими електродами встановлюється стандартами конструктивні елементи зварних з'єднань залежно від товщини деталей. Кут скосу кромок, притуплення і зазор між деталями, що з'єднуються, повинні бути рівномірними і не виходити за межі встановлених допусків.

2.1.1 Автоматичне зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і суміші (АПГ)

Автоматичне зварювання в захисних газах проводиться за допомогою зварювального дроту або електродів без покриття. Ґрунтується на двох основних принципах дії. Від електрозварювання, тут за основу взято розігрівання металу до стану плавлення за допомогою електричної дуги. Для цього можуть використовуватися як плавкі, так і неплавкі електроди. Відсутність покриття компенсується газовою оболонкою. Сам принцип зварювання практично не відрізняється від того, що використовується в ручному зварюванні в захисних газах.

Головною відмінністю є те, що установка має систему управління, яка допомагає проводити всі процедури без участі людини. У неї є ряд параметрів, які потрібно поррахувати для створення відповідного режиму, а потім включається весь потік.

При зварюванні електродом, що плавиться в захисному газі (рис. 2.3) в зоні дуги, яка горить між електродом, що плавиться та виробом через сопло подається газ, функція якого – захист покриття зварювальної ванни, каплі електродного металу та через кристалізований газ атмосфери металу від активних. Теплоотою зварювальної дуги плавиться зварювальний дріт та краї виробів.

Зварний шов утворюється металом зі зварювальної ванни. Під час технологічного процесу зварювання в захисних газах електродом, що плавиться в якості електродного металу застосовують зварювальний дріт, який за хімічним складом основного металу.

Вибір захисного газу визначається його інертністю до металу, що зварюється або активністю, здатністю рафінації металу зварювальної ванни. Для зварювання кольорових металів і сплавів на їх основі застосовують інертні одноатомні гази. Для зварювання міді і кобальту можна застосувати азот. Для зварювання сталей різних класів застосовують вуглекислий газ.

У ряді випадків слід застосовувати суміш інертних та активних газів, щоб підвищити стійкість дуги, вилучити формування шва, діючи на його геометричні параметри, зменшити розбризкування.

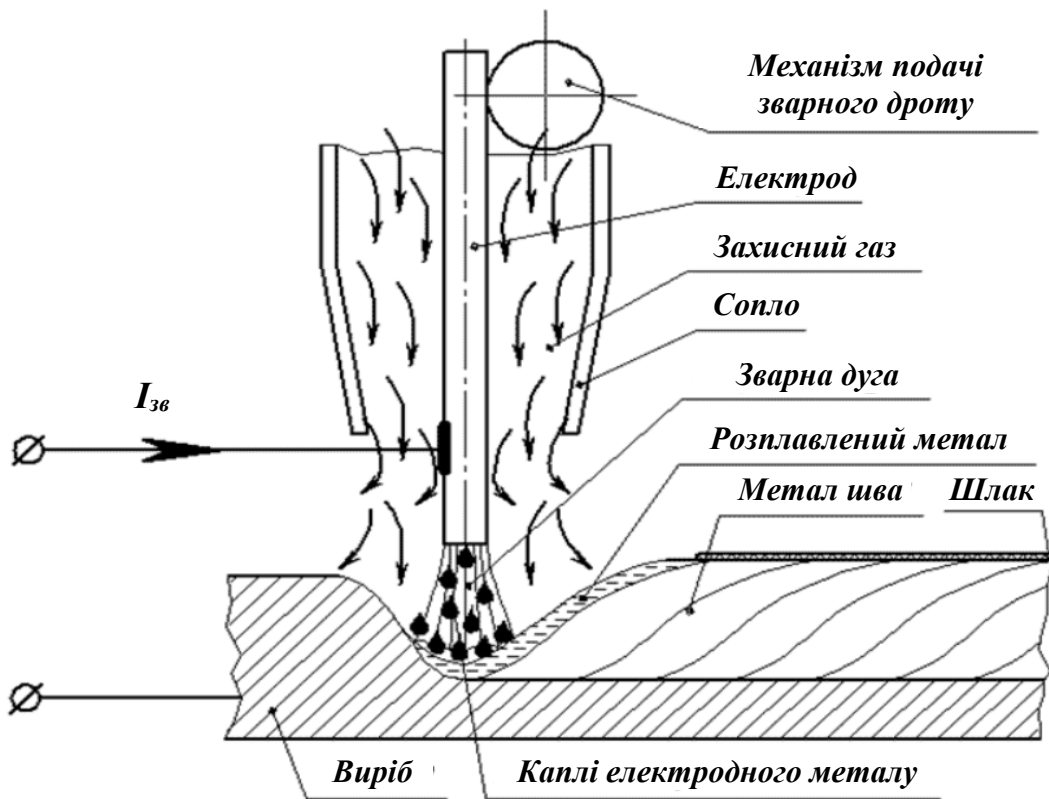


Рисунок 2.3 – Принципова схема зварювання в захисних газах електродом, що плавиться

Зварювання в захисних газах електродом, що плавиться ведуть при постійному струмі зворотної полярності. При змінному струмі із-за сильного охолодження стовпа дуги захисним газом, дуга може перериватися.

Швидкість подачі зварювального дроту визначає силу зварювального струму. Для зварювання в захисних газах електродом, що плавиться характерно високий відсоток втрат електродного металу, внаслідок угару та розприскування. Розприскування сприяє від переносу електродного металу, на який має вплив виду зварювання:

- крупнокапельний;
- змішаний;
- дрібнокапельний.

При крупнокапельному переносі електродного металу утворюється невелика кількість бризів, внаслідок нечастих, але тривалих коротких замикань дуги. Крупні капелі мають високу температуру, та забезпечують надійне з'єднання з поверхнею металу, що зварюється.

При змішаному переносі електродного металу спостерігається максимальне утворення бризів – таке явище також пов'язано з короткими замиканнями дугового проміжку розплавленим електродним металом і утворенням в міжелектродному проміжку капель з різною масою і різною швидкістю.

У діапазоні зварювальних струмів, при якому виникає змішаний перенос електродного металу, зварювання не виконують. Найменші втрати на розбризкування спостерігаються при дрібнокапельному переносі електродного металу.

В обмеженому діапазоні зварювальних струмів перенос електродного металу отримує струменевий характер.

Утворившись на торці електрода, при такому процесі капля не розтягується та не збільшується до контакту з основним металом, що не призводить до коротких замикань, взривів та утворенню бризів.

Переваги даного способу полягають у:

- високій продуктивності, якщо аналізувати попередній спосіб;
- відсутністю втрат на огарки;
- відсутності витрат часу на зміну електродів;
- надійності захисту зони зварювання;
- відсутність шлакової кірки; можливості зварювання в усіх просторових положеннях.

До недоліків даного способу відносимо:

- великі втрати електродного металу на угар і розбризкування;
- обмеження по струмі; можливість використання постійного струму.

Даний спосіб або технологія виготовлення зварних конструкцій застосовується для зварювання сталей усіх класів.

2.1.2 Електрошлакове зварювання (ЕШ)

Електрошлакове зварювання (рис. 2.4, рис. 2.5) застосовується для масового вертикального з'єднання металевих деталей. Спосіб при невисокій собівартості допомагає отримувати якісні шви. Флюс захищає розплавлений матеріал від окислення, сприяє кращому прогріву металу.

Електрод, що плавиться або присадочний дріт є легуючим компонентом. Відсутність дуги – головний відмінний показник цього методу. Електроенергія передається шлаку, який служить провідником. Це сприяє виділенню потрібного для розплавлення тепла. Перед початком роботи спеціальний електрод поміщають в ємкість з побічними продуктами.

Даний спосіб зварювання має такі особливості:

- велика відстань між деталями, розташованими вертикально;
- відсутність контакту зварювальної ванни з киснем;
- невелика витрата флюсу, легування з'єднання електродом, що плавиться;
- тривале перебування шва в рідкому стані, що сприяє випаровуванню газів.

Сутність технології полягає у передачі струму шлаку, а від нього – електроду та кромкам деталей. Стабільність процесу забезпечується постійною температурою, яка може становити 1900-2000 °С.

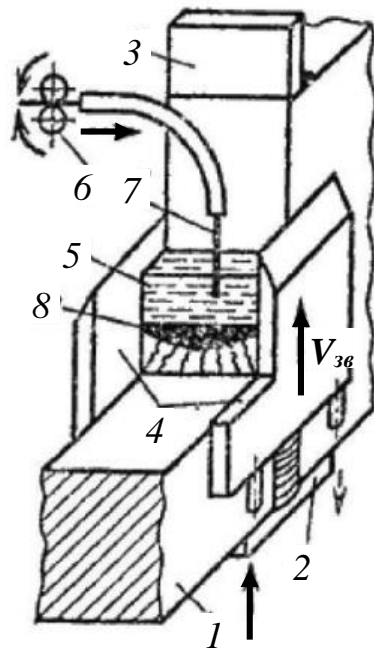
Більшість тепла потрапляє у зварювальну ванну, далі енергія надходить до країв деталей.

Електрошлаковий метод використовують не тільки для з'єднання деталей, але і для відливу, наплавлення.

Зварювання виконують електродами або мундштуками, що плавляться, присадочними прутками великого діаметру.

Дана технологія зварювання дозволяє варити деталі, які розміщені у різних просторових положеннях.

Найбільш вживаними вважаються такі види швів:



1. Заготовки, що зварюються.
2. Поздовжня планка.
3. Поперечна планка;
4. Охолоджувальні повзуни.
5. Електропровідний шлак.
6. Механізм подачі дроту;
7. Дріт електродний.
8. Зварювальна ванна.
9. V_{zw} – швидкість зварювання.

Рисунок 2.4 – Схема електрошлакового зварювання: 1 – заготовки, що зварюються; 2 – поздовжня планка; 3 – поперечна планка; 4 – охолоджувальні повзуни; 5 – електропровідний шлак; 6 – механізм подачі дроту; 7 – дріт електродний; 8 – зварювальна ванна; 9 – швидкість зварювання V_{zw} зварних деталей

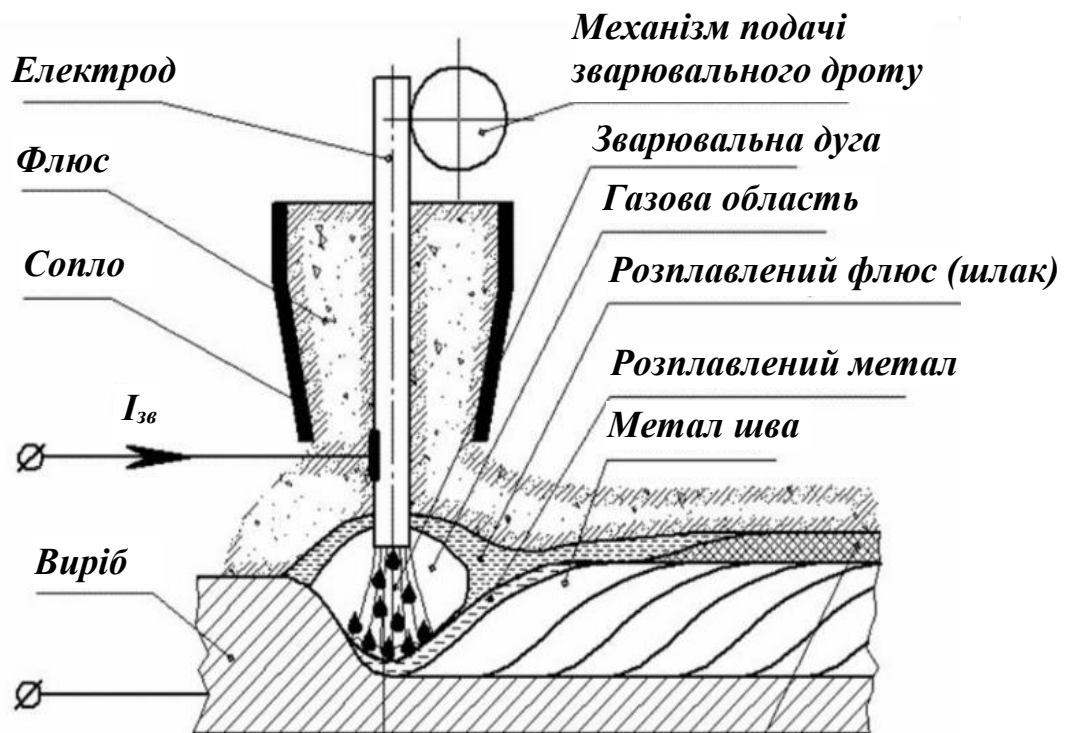


Рисунок 2.5 – Принципова схема електрошлакового зварювання

1. Стикові з'єднання.

Між деталями залишають невелику відстань, що вважається головною особливістю електрошлакової технології. При зварюванні встик різних по товщині деталей витончують товстіший край. Допускається приварювання металевої пластини менш масивної заготовки.

2. Таврові та кутові з'єднання.

Застосовуються рідше, ніж стикові. При використанні мундштука, що плавиться, зварні кромки обробляють К- або V-подібним способом.

3. Прямолінійні з'єднання.

Виконуються у вертикальному положенні. Допускається невеликий нахил.

4. Кільцеві шви.

Використовуються під час роботи зі сферичними або циліндричними заготовками.

Способи шлакового зварювання розрізняються за видами присадних матеріалів та способами їх подачі.

1. З електродними дротиками.

Матеріал вибирають з урахуванням типу зварювального апарату, характеристик металів, що з'єднуються. Дріт надходить у простір між деталями. Його подають зверху вниз, слідуючи за електродами, що пересуваються. Електрошлакове зварювання з електродним дротом.

2. З електродами великого перерізу.

У процесі зварювання використовують круглі або прямокутні елементи збільшеного діаметра. Їх присувають до зазору у міру формування розплаву. На відміну від дроту, електроди збільшеного перерізу швидко утворюють великий обсяг шовного матеріалу.

3. З мундштуком, що плавиться.

Технологія поєднує 2 попередні способи. Струмopовідні пластини встановлюють у положення, що сприяє швидкому нагріванню флюсу.

По напрямному мундштуку у зварювальну ванну надходить дріт. Спосіб призначений для формування криволінійних з'єднань.

2.2 Вибір режимів зварювання

2.2.1 Ручне дугове зварювання покритими електродами (РД)

Режими дугового зварювання являють собою множину певних контрольованих параметрів, що визначають умови зварювального процесу. Правильно обрані параметри є запорукою якісного зварного з'єднання. Умовно параметри можна розділити на основні і додаткові.

Основні параметри режиму дугового зварювання:

- діаметр електрода,
- величина струму,
- напруга,
- швидкість зварювання,
- число проходів.

Визначаємо силу зварювального струму

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot d_e}{4} \cdot j, \quad (2.1)$$

де j – допустима щільність струму, А/мм².

$$I_{зв} = \frac{3,14 \cdot 8}{4} \cdot 11 = 138 \text{ А.}$$

Швидкість зварювання визначаємо за формулою

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{\rho \cdot F_n \cdot 100}, \quad (2.2)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г/А год;

ρ – щільність наплавленого металу, г/см³ (7,8 г/см³ – для сталі);

F_n – площа перетинного перерізу наплавленого металу кутового шва, см²;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, А.

$$V_{зв} = \frac{8,3 \cdot 138}{7,8 \cdot 0,2 \cdot 100} = 7 \text{ м/год.}$$

Орієнтовні режими ручного дугового зварювання покритим електродом корпусу парогенератора зі сталі Х17Н2 наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні параметри режиму зварювання РД корпусу парогенератора зі сталі Х17Н2 [7]

Струм, А	138
Вид струму	Постійний, зворотна полярність
Напруга, В	34
Марка електрода	ЭА-898/21
Діаметр електрода, мм	8
Швидкість зварювання, м/год	7
Число проходів	25-30

2.2.2 Автоматичне зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і сумішах (АПГ)

Різновидом даного способу є зварювання електродом, що плавиться в СО₂. Зварювання СО₂ в зазвичай виконують при постійному струмі зворотної полярності, електродом що плавиться.

Основними параметрами режиму зварювання є:

- полярність і сила струму,
- напруга дуги;
- діаметр, швидкість подачі, виліт і нахил електрода;
- швидкість зварювання;
- витрата і склад захисного газу.

Величина зварювального струму визначає глибину опору і продуктивність процесу зварювання. Величину зварювального струму регулюють зміною

швидкості подачі зварювального дроту.

Визначимо параметри та режими зварювання під час виготовлення корпусу парогенератора .

Визначаємо величину зварювального струму, виходячи з необхідної глибини проплавлення

$$I_{cv} = (80...100)h_p, \quad (2.3)$$

де h_p – розрахункова глибина проплавлення зварювальних деталей корпусу парогенератора, мм.

$$I_{cv} = 90 \cdot 4,9 = 441 \text{ А.}$$

Визначаємо діаметр електродного дроту, який необхідний для процесу зварювання корпусу парогенератора

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{cv}}{j}}, \quad (2.4)$$

де j – допустима щільність струму в електроді, А/мм.

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{441}{48}} = 3 \text{ мм.}$$

Уточнюємо щільність струму, який забезпечить якісне зварювання корпусу парогенератора:

$$j = \frac{4 \cdot I_{cv}}{\pi \cdot d_e^2}; \quad (2.5)$$

$$j = \frac{4 \cdot 441}{3,14 \cdot 3^2} = 61 \text{ А/мм.}$$

Розраховуємо напругу зварювання процесу виготовлення корпусу парогенератора:

$$U_{\partial} = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{ce}}{\sqrt{d_e}}; \quad (2.6)$$

$$U_{\partial} = 20 + \frac{0,05 \cdot 441}{\sqrt{3}} = 33 \text{ В.}$$

Визначаємо робочу швидкість зварювання деталей корпусу парогенератора :

$$V_{36} = \frac{A}{I_{ce}}; \quad (2.7)$$

$$V_{36} = \frac{13 \cdot 10^3}{441} = 29,5 \text{ м/год.}$$

Величина швидкості подачі електродного дроту

$$V_{nn} = \frac{V_{ce} \cdot F_n' (1 + 0,01 \cdot \phi) \cdot 4}{\pi \cdot d_e^2}, \quad (2.8)$$

де F_n' – площа перерізу металу, наплавленого на вибраному режимі, мм²;

ϕ – коефіцієнт втрат металу, %/.

$$V_{nn} = \frac{30 \cdot 60(1 + 0,01 \cdot 20) \cdot 4}{3,14 \cdot 3^2} = 308 \text{ м/год.}$$

Визначаємо витрату вуглекислого газу в середовищі в CO₂:

$$Q_2 = 10 + \frac{(I_{ce} - 30)}{51,3}; \quad (2.9)$$

$$Q_2 = 10 + \frac{(441 - 30)}{51,3} = 18 \text{ л/хв.}$$

Режими зварювання АПГ корпусу парогенератора зі сталі Ст 14Х17Н2 наведено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні параметри режиму зварювання АПГ корпусу парогенератора зі сталі Ст 14Х17Н2 [7]

Струм, А	441
Вид струму	Постійний Зворотної полярності
Напруга, В	33
Газ	СО ₂ ,
Розхід газу, л/хв	18
Марка електродного дроту	СВ-08Х18Н2ГТ и СВ-08Х14ГНТ
Діаметр електродного дроту, мм	3
Нахил електродного дроту, °	5 – 15
Виліт електродного дроту, мм	25 – 30
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	308
Швидкість зварювання, м/год	30
Число проходів	20-25

2.2.3 Електрошлакове зварювання (ЕШ)

Силу зварювального струму ($I_{зв}$) на один зварювальний дріт обирають залежно від відношення товщини металу, що зварюється, до числа електродних дротів за формулою

$$I_{зв} = A + B \cdot \frac{S}{n_{ел}}, \quad (2.10)$$

де S – товщина металу, мм;

$n_{ел}$ – число дровових електродів;

A – коефіцієнт, рівний 220-280;

B – коефіцієнт, рівний 3,2-4,0.

$$I_{зв} = 280 + 4 \cdot \frac{105}{3} = 420 \text{ А.}$$

Зварювальний струм з урахуванням кількості дротів

$$I_{36}^n = I_{36} \cdot n_{ел}, \quad (2.11)$$

$$I_{36}^n = 420 \cdot 3 = 1260 \text{ А.}$$

Напруга жужільної ванни:

$$U = 12 + \sqrt{125 + \frac{S}{0,075 \cdot n_{ел}}}; \quad (2.12)$$

$$U = 12 + \sqrt{125 + \frac{105}{0,075 \cdot 3}} = 36,33 \text{ В.}$$

Швидкість подачі електродів:

$$V_{n.e} = \frac{I_{36}}{(1,6 - 2,2)}; \quad (2.13)$$

$$V_{n.e} = \frac{1260}{2} = 630 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання (V_{36}) визначають по формулі

$$V_{n.e} = \frac{n_{ел} \cdot \alpha_n \cdot I_{36}}{\rho \cdot b \cdot S \cdot K_y}, \quad (2.14)$$

де $n_{ел}$ – кількість дровових електродів;

α_n – коефіцієнт наплавлення, г/А год ($\alpha_n = 25 \div 35$ г/А год);

I_{36} – сила зварювального струму, А;

ρ – щільність наплавленого металу, г/см³ (7,8 см³ – для сталі);

b – величина зазору в стику, мм;

S – товщина металу, що зварюється, мм;

K_y – коефіцієнт збільшення, що враховує опуклість шва; ($K_y = 1,05 - 1,10$).

$$V_{n.e} = \frac{3 \cdot 30 \cdot 420}{7,8 \cdot 25 \cdot 105 \cdot 1} = 0,54 \text{ м/год.}$$

Швидкість поперекових переміщень електроду:

$$V_{mn} = 66 - 0,22 \cdot \frac{S}{n_{el}}; \quad (2.15)$$

$$V_{mn} = 66 - 0,22 \cdot \frac{105}{3} = 58,3 \text{ м/год.}$$

Глибина жужільної ванни:

$$h_{шл} = I_{36}^H \cdot (0,0000375 \cdot I_{36} - 0,0025) + 30; \quad (2.16)$$

$$h_{шл} = 1260 \cdot (0,0000375 \cdot 420 - 0,0025) + 30 = 47 \text{ мм.}$$

Час витримки в повзуну:

$$t_g = 0,0375 \cdot \frac{S}{n_{el}} + 0,75; \quad (2.17)$$

$$t_g = 0,0375 \cdot \frac{105}{3} + 0,75 = 2,06 \text{ с.}$$

Таблиця 2.5 – Основні параметри режиму ЕШ зварювання корпусу парогенератора зі сталі X17H2 [7]

Струм, А	1260
Вид струму	Змінний
Напруга, В	24 – 26
Номінальна товщина деталі в місці зварки, мм	105
Зазор між кромками деталей, що зварюються мм	29 — 32
Сухий виліт електрода, мм	40 – 50
Швидкість зварювання метала, мм/с	0,54
Марка електрода	СВ-08Х18Н2ГТ СВ-08Х14ГНТ

Електрод, мм	Дріт $d = 12$
Кількість електродів	3
Глибина шлакової ванни, мм	47
Температура охолоджуючої води, °С	60
Марка флюсу	АНФ-14

Отже, за результатами проведених розрахунків вибираємо автоматичне зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і сумішах, як самий оптимальний метод зварювання.

2.3 Вибір зварювальних матеріалів

Проведемо вибір електродного дроту для автоматичного зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і сумішах.

Правильний вибір марки електродного дроту для зварювання – один із основних елементів розробки технології автоматизованого зварювання.

Хімічний склад електродного дроту визначає склад металу шва і, отже, його механічні властивості [9].

Для даного способу зварювання сталі X17H2 використовують дріт, що випускається промисловістю, для зварювання цієї сталі приймемо зварювальну дріт діаметром 3 мм марки Св-08Х18Н2ГТ і Св-08Х14ГНТ, хімічний склад яких наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Хімічний склад у % матеріалу Св-08Х14ГНТ ГОСТ 2246-70

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti
до 0,1	0,25- 0,65	0,9- 1,3	0,4- 0,9	до 0,025	до 0,035	12,5- 14,5	0,6- 1,0

Кожна партія зварювального дроту перед видачею на виробничу ділянку має бути проконтрольована шляхом огляду поверхні дроту у кожній бухті. На

поверхні дроту не повинно бути окалини, іржі, слідів мастила, вм'ятин та інших дефектів та забруднень.

Кожна бухта легованого дроту певного визначеного перерізу перед зварюванням (незалежно від способу зварювання) має бути перевірена стилоскопуванням на відповідність змісту основних легуючих елементів.

Стилоскопію піддають кінці кожної бухти. За незадовільних результатів бухта не може бути використана для зварювання до встановлення точного хімічного складу дроту кількісним хімічним аналізом.

2.6 Технологічна схема виготовлення парогенератора

Найбільш трудомісткими вузлами при виготовленні корпусу горизонтального парогенератора є центральні обичайки, які мають косі патрубки великого діаметру та приварювання яких в основному здійснюється вручну; також трудомісткими є операції з механічної обробки цих патрубків.

Тому найефективнішим є застосування литих центральних обичайок для корпусу ПГ, що дозволяє звести до мінімуму механічну обробку косих патрубків під колектори [9, 27, 36, 45-47].

При виготовленні корпусу з литими обичайками найперспективнішим є блоковий варіант виготовлення ПГ. У цьому випадку для центрального блоку використовують дві литі заготовки, кожна з яких після виливки і відрізки припусків проходить попередню термообробку, потім чорнову механічну обробку з залишенням припусків на подальшу термообробку.

Під час механічної обробки проводять підрізування торців, розточування патрубків на горизонтально-розточувальному верстаті. Потім здійснюють очищення виливки від окалини та здійснюють контроль методом ультразвукової дефектоскопії основного металу. Після контролю обичайки проходять термообробку. Обичайки, що пройшли термообробку, обробляють під зварювання. Чистоту обробки контролюють методом магнітно-порошкової дефектоскопії. Після автоматичного зварювання двох центральних обичайок

виробляють відпуск та контроль зварного з'єднання просвічуванням.

Для виготовлення бічних обичайок використовують виливки, які відковують і відпалюють. Потім заготівка механічно обробляється. Підготовлена бічна обичайка надходить на складання та зварювання з іншою бічною обичайкою. Блок із двох бічних обичайок піддається операціям термообробки, механічної обробки (розточування отворів під патрубки). Проводиться відпуск та контроль зварних швів. Підготовлені два блоки бічних обичайок надходять на складання з блоком центральних обичайок.

Після збирання та підігріву блок центральних обичайок і два блоки бічних обичайок зварюються автоматичним зварюванням. Після термообробки і контролю зварних швів, властивостей міцності і хімічного аналізу наплавленого металу проводиться механічна обробка, в процесі якої обробляються кромки патрубків.

Після остаточної термообробки та контролю зварного шва всіма методами та хімічного аналізу наплавленого металу проводиться механічна обробка.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір технологічного обладнання

На основі проведених розрахунків для автоматичного зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і сумішах поздовжніх і кільцевих зовнішніх швів вибираємо зварювальний автомат Мультитрак А2 (GMAW), а для зварювання патрубків і опор напівавтомат в середовищі захисного газу типу: джерела живлення ВС-300Б з механізмом подачі ПДГ-3.

Зварювальна головка Мультитрак А2 (GMAW) (рис. 3.1) розроблена для механізації та збільшення продуктивності зварювання у захисному газі. Компоненти виготовлені з міцних матеріалів, що робить зварювальну головку дуже надійною. роботи у важких виробничих умовах. Зручні налаштування дозволяють встановити наконечник зварювальної головки для зварювання будь-якого з'єднання.

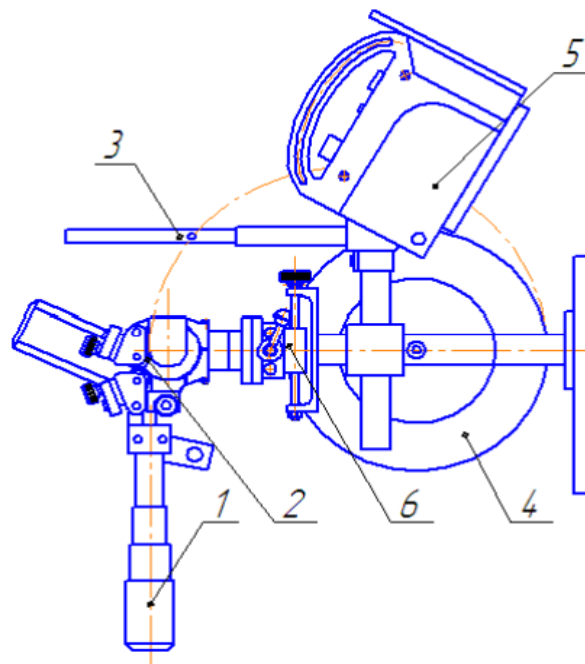


Рисунок 3.1 – Зварювальна головка Мультитрак А2 (GMAW): 1 – пальник МТW600; 2 – механізм подачі; 3 – проміжний ролик подачі дроту; 4 – касета з дротом; 5 – блок керування; 6 – маховик регулювання положення зварювальної головки щодо шва.

Надійний блок подачі зварювального дроту із зворотним зв'язком забезпечує стабільну подачу дроту навіть за зміни навантаження на привод.

Попереднє налаштування та контроль зварювальних параметрів здійснюється на пульті управління. Цифрова система керування дозволяє швидко налаштовувати зварювальні параметри, заносити їх у пам'ять машини (до 255 осередків пам'яті). Параметри зварювання відображаються на РК-дисплеї.

Зварювальна головка може бути оснащена двома типами пальників для зварювання.

Технічні дані показані у табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Технічні дані зварювальної головки Мультитрак А2 (GMAW)

	Характеристика	Величина
1	Максимальний зварювальний струм при ПР 100% (в суміші газів/Ar), А	600
2	Максимальний зварювальний струм при ПР 100% (CO ₂), А	650
3	Напруга живильної трифазної мережі, В	380
4	Діаметр електродного дроту, мм	1,2-2,4
5	Швидкість подачі електродного дроту, м/хв	2-25
6	Швидкість зварювання, м/хв	0,1-1,7
7	Кут нахилу пальника поперек шва, град	±1
8	Маса, кг	25

3.2 Джерела живлення

Джерело живлення ESAB LAF-631. Трифазні тиристорні джерела серії ESAB LAF із примусовим повітряним охолодженням призначені для високопродуктивних механізованих способів зварювання: під шаром флюсу або електродом, що плавиться середовище захисних газів (MIG/MAG).

Джерела призначені для спільної роботи з головами виробництва компанії ESAB A2, A6 спільно з блоками управління зварюванням РЕК або РЕІ (тільки з А2). Джерела серії LAF мають відмінними зварювальними характеристиками у всьому діапазоні регулювань струму та напруги, що особливо важливо при запаленні дуги або її повторному збудженні.

Джерела демонструють хорошу стабільність дуги як на високих, так на низьких струмах. За необхідності отримати більший зварювальний струм, джерела можна підключити паралельно використовуючи додатковий блок. Джерела не мають свою власну панель управління зварювальними параметрами, тому для управління необхідно використовувати зварювальні голови з повністю цифровими блоками управління зварюванням РЕК - контролер із максимальними можливостями управління або РЕІ - з базовими функціями для менш вимогливих областей застосування.

Сучасні технології обміну даними відіграють важливу роль побудові автоматизованих комплексів. Тому джерела LAF останнього покоління мають можливість обміну даними з використанням більшості стандартних протоколів, таких як TCP/IP (LAN), Anybus, Profibus, CAN або навіть прямий зв'язок із контролером ЧПУ. Залежно від типу використовуваного протоколу зв'язку можуть знадобитися додаткові модулі.

Технічна характеристика зварювального джерела LAF наведена в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика зварювального джерела LAF

	Характеристика	Величина
1	Максимальний зварювальний струм, А	630
2	Напруга мережі, В/Гц	400/50-60
3	Напруга холостого ходу,	54
4	Діапазон регулювання, А/В	30/21 – 800/44
5	ККД при максимальному струмі	0,84
6	Клас захисту	IP 23
7	Габаритні розміри, мм	670×490×930
8	Маса, кг	260

Зварювальні джерела LAF мають відмінні зварювальні характеристики

всьому діапазоні струмів та напруг. Має високий ККД і силовий фактор. Особливо хороші характеристики первинного та повторного запалення дуги. Джерела забезпечують стабільну дугу, як на високих, так і на малих малих напругах.

3.2.1 Джерело живлення випрямляч ВС-350

Зварювальний випрямляч ВС-350 призначений для напівавтоматичної зварювання у складі зварювальних напівавтоматів у комплекті з переносним механізмом подачі дроту ПДГ-315К, ПДГ-350Кі ПДГ-350-4К.

Випрямляч ВС-350 має жорстку вольт-амперну характеристику і ступінчасте регулювання вихідної напруги.

Технічна характеристика зварювального випрямляча ВС –350 наведена в табл. 3.3, а загальний вигляд – на рис. 3.2.

Таблиця 3.3– Технічна характеристика зварювального випрямляча ВС – 350

	Характеристика	Величина
1.	Напруга живлення (50 Гц),	3×380
2.	Номінальна споживана потужність, кВА	18
3.	Зварювальний струм, А при (ПН, %)	300(60%) 240(100%)
4.	Межі регулювання зварювального струму, А	40-350
5.	Кількість шаблів регулювання, шт	30
6.	Робоча напруга,	34
7.	Напруга холостого ходу, не більше,	40
8.	Габаритні розміри, мм	775×595×715
9.	Маса, кг	120



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд зварювального випрямляча ВС-350

У складі напівавтомата забезпечує напівавтоматичне зварювання низьковуглецевих, легованих та корозійностійких сталей електродним дротом у середовищі вуглекислого газу, його сумішах та серед аргону на постійному струмі.

Переваги зварювального випрямляча ВС-350:

- висока якість складання та надійність;
- захист від перегріву;
- живлення 36В підігрівача;
- візок на поворотних колесах;
- майданчик під балон;
- швидкознімні струмові роз'єми;
- два ступені індуктивності

3.3 Вибір складального обладнання

Вибір складально-зварювального обладнання та пристроїв повинен забезпечити наступне:

- збільшення продуктивності праці, зберігання тривалості виробничого циклу;

- покращення умов праці;
- підвищення точності робіт, поліпшення якості продукції, збереження заданої форми виробів, що зварюються, шляхом відповідного закріплення їх для зменшення деформацій при зварюванні.

Пристаювання повинні задовольняти такі вимоги: – забезпечувати доступність до місць встановлення деталей до рукояток затискних та фіксуючих пристроїв, до місць прихватів та зварювання; – забезпечувати найвигідніший порядок складання; – повинні бути достатньо міцними та жорсткими, щоб забезпечити точне закріплення деталей у необхідному положенні та перешкоджати їх деформації при зварюванні; – забезпечувати такі положення виробів, при яких було б найменше число поворотів, як при накладенні прихваток, так і при зварюванні; – забезпечувати вільний доступ під час перевірки виробу; – забезпечувати безпечне виконання складально-зварювальних робіт.

3.3.1 Стенд для збирання поздовжніх стиків обичайок

Зварювальний стенд серії BR розроблений для поздовжнього стикового зварювання обичайок. Зварювальний стенд BR розроблений та виготовлений для зручності зварювання поперечних прямолінійних швів. Всі органи управління зварювальною системою розташовані перед оператором і легко доступні.

Консоль для підтримки листа включає внутрішні канали для рециркуляції холодоагенту (охолодження) та захисного газу (піддувка та захист кореня шва).

Після розміщення листів на блоці підтримки, оператор фіксує зварювані торці за допомогою пневматичних бронзових незалежних затискачів.

Зварювальна головка Мультитрак А2 (GMAW) розміщується на каретці з моторизованим приводом та пневматичним зчепленням з редуктором.

Каретка переміщається спеціальними високоточними, термообробленими напрямляючими, які забезпечують виняткову точність переміщення зварювальної головки вздовж стику, що зварюється. Система приводу каретки

включає у собі двигун постійного струму з енкодером.

Швидкість зварювання може бути задана через цифровий пульт управління, крім того, через пульт управління може бути задана швидкість переміщення зварювальної каретки в початкову точку зварювання.

Технічна характеристика станду BR наведена в табл. 3.4, а креслення станду – на рис. 3.3.

Таблиця 3.4– Технічна характеристика станду BR

	Характеристика	Величина
1.	Діаметр обичайок, що зварюються, мм	300-1200
2.	Довжина кромки, що зварюються, мм	2000
3.	Товщина кромки, що зварюються, мм	0,5

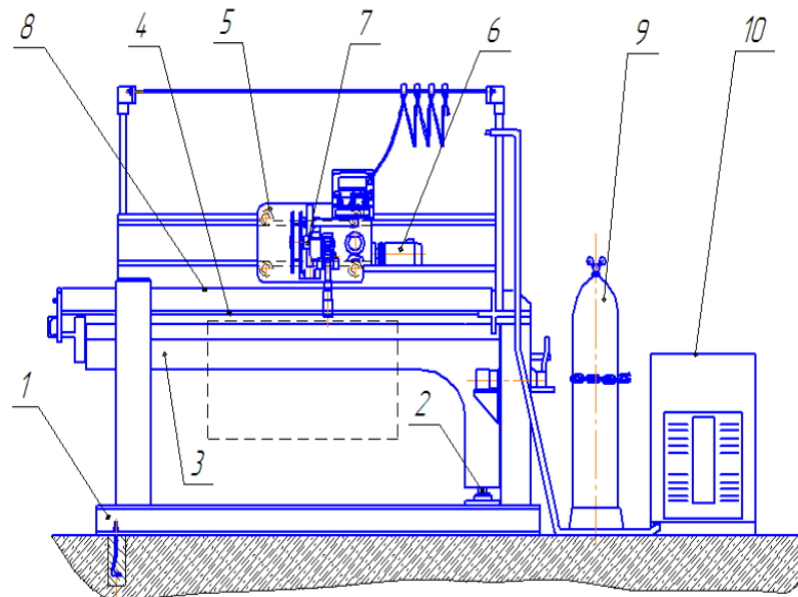


Рисунок 3.3 – Стенд для збирання поздовжніх стиків обичайок: 1 – підставка; 2 – вісь; 3 – поворотна консоль; 4 – рама з клавішними пневмопритискачами; 5 – механізм поздовжнього переміщення зварювальної головки; 6 – електропривод; 7 – зварювальна головка Мультитрак А2 (GMAW); 8 – жолоб з вогнетривкого матеріалу; 9 – газовий балон; 10 – джерело живлення ESAB LAF.

3.3.2 Обертач для автоматичного зварювання TRAV 600 ВАСВ

TRAV 600 BACB це автоматичний обертач вантажопідйомністю до 600 кг з механічним регулюванням кута нахилу. Складається з пневматичної консолі з супортом 7 (рис. 3.4) для пальника 8, опорної плити 2 та задньої бабки 5 з бімануальним контролем, цифрового дисплею швидкості обертання 3, опорної плити 2 та зварювальна головки 8 Мультитрак А2 (GMAW).

Максимальне навантаження 600 кг. Обертання за допомогою електродвигуна постійного струму. Швидкість регулюється зворотним по струму.

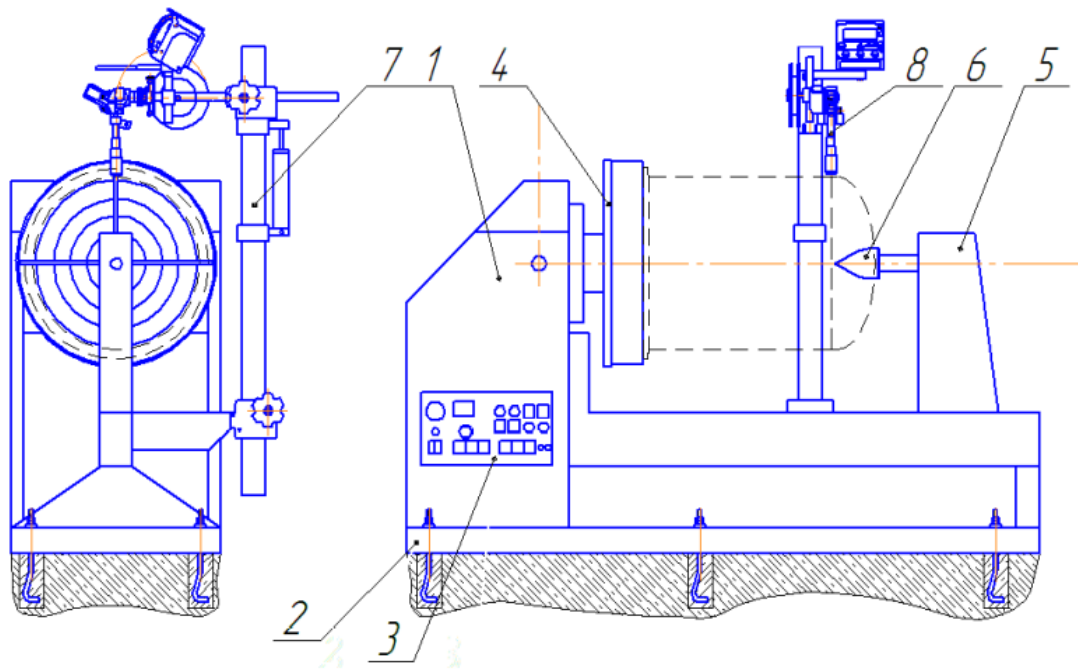


Рисунок 3.4 – Обертач для автоматичного зварювання TRAV 600 BACB: 1 – станина з обертовим механізмом; 2 – опорна плита; 3 – блок керування; 4 – планшайба; 5 – задня бабка; 6 – самоцентруючий механізм; 7 – пневматична консоль; 8 – зварювальна головка Мультитрак А2 (GMAW).

Функції керуються електронною платою, що вбудована в панель контролю. Нахил столу з механічним приводом – двигун із генератором для контролю. Швидкість. Консоль з пневматичним приводом для зміцнення та пересування зварювального пальника до початкової точки зварювання.

Точне управління на двох осях дозволяє уникнути дефектів, які можуть

виникнути під час руху пальника вручну.

Завдяки автоматичному руху зварювального пальника консоль особливо рекомендується при виконанні кругового зварювання деталей, де потрібна гранична точність.

Задня бабка керується пневматичним циліндром, який закріплений на супорті, що пересувається на верстаті. Супорт повторює рух столу. Задня бабка необхідна для центрування та закріплення деталі. Робочу довжину між задньою бабкою та столом можна налаштовувати за запитом індивідуально.

Має в своєму розпорядженні бімануальне управління.

Міцна опорна плита гарантує високу стабільність і, за потреби, дозволяє встановити другу консоль для одночасного або неодночасного виконання двох зварювальних процесів.

Технічна характеристика стенду Т 22301 наведена в табл. 3.5.

Таблиця 3.5– Технічна характеристика стенду Т 22301

	Характеристика	Величина
1.	Вантажопідйомність, кг	600
2.	Діаметр планшайби, мм	1200
3.	Вертикальний хід, мм	1600
4.	Допустимий момент, кгс*м На осі обертання планшайби Щодо опорної площини планшайби	600 2500
5.	Швидкість обертання планшайби, м ⁻¹ : Маршова, не менше Зварювальна	3,5 0,3-3,5
6.	Кут нахилу планшайби, град	90
7.	Габаритні розміри, мм	3700×1300×2500
8.	Маса, кг	120

3.4 Контроль якості

Після виконання зварювальних робіт необхідно проконтролювати якість отриманого зварного з'єднання. У контроль зварного з'єднання входять:

- вхідний контроль;
- Контроль зовнішнім оглядом;
- Ультразвукова дефектоскопія;
- Випробування на твердість.

Вхідний контроль.

Вхідний контроль вихідних матеріалів.

Якість зварювання можна забезпечити за умови, якщо якість вихідних матеріалів задовольняє вимогам, що висуваються до них. Насамперед, встановлюють відповідність сертифікатних даних на всі вихідні матеріали даним, необхідним згідно з технологічним процесом зварювання конструкцій. Потім оглядають матеріали та додатково перевіряють їх якість відповідно до нормативною документацією.

Особливу увагу звертають на зони, що підлягають зварюванню. Ці місця повинні бути ретельно очищені від бруду, олії, фарби, іржі та інших забруднень. Прокат перевіряють на наявність розшарування, окалини, рівномірності ширини листа і рівномірність розподілу домішок, особливо сірки, по перерізу листів і профілів.

Зварювальний дріт перевіряють на чистоту поверхонь від оксидів, мастила та забруднень, розшарування та занепадів. За відповідністю властивостей дроту сертифікату та вимогам стандартів, наявні забруднення (крім окислів) можуть бути очищені механічним або хімічним способом. За останні роки збільшується постачання дроту з покриттям з міді. Воно виключає утворення іржі та сприяє отриманню якісних зварних швів.

Перевірка вихідного матеріалу на зварюваність має передувати прийняттю рішення про використання тих чи інших матеріалів у зварній конструкції. Відповідно до зазначеного, зварюваність контролюють у двох випадках:

1. При виборі матеріалів і створення технологам зварювання, тобто. при

підготовці виробництва на стадії проекту.

2. При запуску матеріалів виробничий цикл, тобто. при технологічній підготовці виробництва.

Друга перевірка пов'язана з можливими відхиленнями основного плавлення металу, дроту, а також партій електродів та флюсів від сертифікатних значень.

Контроль обладнання та оснащення.

Якість зварних з'єднань залежить від роботи зварювального обладнання. Мета та призначення даного виду контролю – забезпечити підтримання зварювального обладнання в робочому стані відповідно до паспортних даних.

Прилади, що використовуються у виробництві, встановлені на зварювальних машинах або робочих місцях, інструмент періодично піддаються метрологічному нагляду та при необхідності ремонту.

Контролю піддаються також електрична апаратура та механізми пересування та ін. Значною мірою якість зварного з'єднання залежить від якості використовуваного спеціального оснащення та пристроїв. Складальні пристрої повинні забезпечувати необхідну міцність і жорсткість, точне, швидке та надійне закріплення елементів зварної конструкції, необхідний ступінь точності всіх розмірів деталі, вузла, виробу, що зварюється; установку зварюваного об'єкта в положення, зручне для зварювання. Ці вимоги повинні бути відображені в технічних умовах – на проектування та виготовлення пристроїв.

У процесі виробництва стан пристроїв контролюють систематично і в строки, встановлені в залежності від характеру виробництва та продукції, що випускається.

Контроль технології.

Велике значення для забезпечення якості продукції, що випускається контроль у процесі виробництва. Уважне та безперервне спостереження за станом обладнання, апаратури, пристосувань, приладів та інструментів, а також за ходом виконання зварювальних операцій кожним зварником дозволяє своєчасно виявити дефекти зварювання та вжити заходів щодо усунення причин

їх виникнення. Контроль технології виготовлення зварних виробів включає перевірку підготовлених до зварювання заготовок, справності зварювальних пристроїв, збирання виробів під зварювання, стану зварювальних матеріалів, зварювального обладнання та дотримання встановлених режимів зварювання. У підготовлених до зварювання заготовок перевіряють форму, розміри та геометрію оброблення крайок, а також відсутність на їх поверхнях забруднень, іржі, вологи.

У зварювальних пристроїв контролюють справність затискних пристроїв, придатність настановних поверхонь, а також флюсових, мідних і вугільних підкладок та тепловідвідних елементів. Режими зварювання контролюють в першу чергу за струмом, напругою та швидкістю у встановлених межах. Контроль ведуть візуально за приладами та за зовнішнім виглядом зварного шва.

При виготовленні відповідальних конструкцій та при серійному виробництві ведуть безперервний запис параметрів режиму за допомогою самописних приладів.

Контроль заготівки та збирання

Зовнішньому огляду піддають матеріали, що зварюються, для виявлення вм'ятин, задирок, окалини, іржі, оксидів. Перевіряють якість підготовки кромки під зварювання та збирання заготовок. До основним контрольованим розмірам зібраних під зварювання деталей відносять зазор між кромками і притуплення кромки – для стикових з'єднань без обробки кромки, притуплення кромки та кут їх обробки – для з'єднань з обробкою кромки. Для вимірювання та перевірки, зазначених вище параметрів застосовують спеціальні шаблони чи універсальний інструмент. Деталі, вузли або вироби, зібрані під зварювання з відхиленням від технічних умов чи встановленого технологічного процесу, бракують. Кошти, порядок методи контролю передбачаються технологічним процесом виробництва.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Дія шуму, ультразвучу та інфразвучу на людину

Шум – один з основних факторів, що негативно впливає на людей у сучасних містах і на виробництві. Збільшення потужності устаткування, насиченість виробництва високошвидкісними механізмами, різке збільшення транспортного потоку призводить до збільшення рівня шуму як у побуті, так і на виробництві.

Шкідливий вплив шуму на організм людини досить різноманітний. Реакція і сприйняття шуму людиною залежить від багатьох факторів: рівня інтенсивності, частоти (спектрального складу), тривалості дії, тимчасових параметрів звукових сигналів, стану організму.

Тривалий вплив інтенсивного шуму (вище 80 дБА) на слух приводить до його часткової або повної втрати. Через волокна слухових нервів роздратування шумом передається в центральну і вегетативну нервові системи, а через них впливає на внутрішні органи, приводячи до значних змін у функціональному стані організму, впливає на психічний стан людини.

Причому вплив шуму на нервову систему виявляється навіть при невеликих рівнях звуку (30...70 дБА). Тривалий вплив шуму на людину призводить до зниження пам'яті, запаморочення, підвищеної стомлюваності, дратівливості тощо.

До об'єктивних симптомів шумової хвороби відносяться: зниження слухової чутливості, зміна функцій травлення, що виражається в зниженні кислотності, серцево-судинній недостатності, нейроендокринному розладі. Відмічаються порушення зорового сприйняття та у вестибулярному апараті.

Встановлено, що загальна захворюваність працівників гучних виробництв вища на 10-15%.

Такі зрушення в роботі низки органів і систем організму людини можуть викликати негативні зміни в емоційному стані людини, якості і безпеці його праці.

Шум заважає відпочинку, знижує працездатність, особливо при розумовій діяльності людини, перешкоджає сприйняттю звукових інформаційних сигналів, що може сприяти появі травмонебезпечних ситуацій.

В окремих випадках зниження продуктивності праці може перевищувати 20%. Ультразвукові коливання, які генеруються промисловим устаткуванням, несприятливо впливають на організм людини.

При тривалій систематичній дії ультразвуку, який поширюється через повітря, можуть виникати порушення нервової, серцево-судинної і ендокринної систем, слухового аналізатора, системи крові. Характерним є розвиток вегето-судинної дистонії і астенії.

Ступінь виразності змін, що відбуваються в організмі людини під впливом ультразвуку, залежить від інтенсивності й тривалості його дії і може посилюватися за рахунок наявності у спектрі високочастотного шуму і можливості контакту із середовищем, яке озвучується.

Біологічна дія ультразвуку на організм при контактному його передаванні залежить від потужності ультразвукових коливань, їх частоти, тривалості дії, способу випромінювання ультразвукової енергії (безперервного, імпульсного), чутливості тканин, інтенсивності кровопостачання і стану метаболізму у тканинах. Поширюючись у тканинах організму, ультразвукові хвилі впливають на фізико-хімічні та біологічні процеси, що відбуваються в цих тканинах.

Найчутливіші до дії контактного високочастотного ультразвуку вегетативна і периферична нервові системи. В осіб, які працюють в умовах інтенсивного ультразвуку, що супроводжується шумом, поряд із змінами функцій нервової системи спостерігається зниження судинного тону, особливо в місцях контакту з джерелами ультразвуку.

Загальноцеребральні порушення часто поєднуються з помірним вегетативним поліартритом рук, парезом пальців, кистей і передпліччя. Іноді у працівників спостерігаються вестибулярні розлади, підвищення температури тіла тощо. Інфразвук сприймається слуховим аналізатором, однак пороги чутності його значно вищі, ніж звуку.

При сприйнятті інфразвуку втрачається відчуття тональності, а сприймаються тільки окремі поштовхи звукового тиску. Крім слухового аналізатора інфразвукові коливання сприймають вестибулярний і шкірний аналізатори.

В осіб, які працюють в умовах дії інфразвуку з найпоширенішими у промисловості рівнями тиску 90-110 дБ, специфічної патології не виявлялося. Працівники скаржились на млявість, пригніченість, швидку втому. У них спостерігалися значні зміни функції вестибулярного і слухового аналізаторів, дихальної і серцево-судинної систем.

Інфразвук має подразнюючу дію, що найбільшою мірою виявляється при виконанні роботи у приміщеннях без джерел шуму. За цих умов інфразвук може призвести до швидкої втоми і знизити якість виконуваної роботи. Відомі дані і про маскувальний ефект інфразвуку, який призводить до зниження розбірливості мови.

Клініко-фізіологічних даних про дію інфразвуку з великими рівнями звукового тиску у промислових умовах поки що немає, хоча в окремих випадках його рівень може сягати 150 дБ. Експериментальні дані, одержані під час короткочасного впливу інфразвуку цих рівнів на людину, свідчать про його виражену дію: підвищення слухового порога, погіршення функції рівноваги, зміну ритму серцевих скорочень і артеріального тиску, функціонального стану центральної нервової системи.

4.2 Гігієна праці та виробнича санітарія

Гігієна праці – система забезпечення здоров'я працюючих у процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи.

Основне завдання гігієни праці – якісна і кількісна оцінка впливу характеру та умов праці на організм, на основі якої здійснюється розроблення та

впровадження заходів, здатних забезпечити максимальну продуктивність праці при відсутності шкідливого впливу факторів трудового процесу на здоров'я працівників; розроблення й оцінювання гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на поліпшення й збереження здоров'я працівників, підвищення працездатності та продуктивності праці.

Виробнича санітарія – система організаційних заходів і засобів (системи і пристрої вентиляції, опалення, кондиціонування повітря, тепlopостачання, водopостачання, освітлення, захисту людини від шуму і вібрації, шкідливих випромінювань і полів, санітарні й побутові споруди і пристрої тощо), які запобігають чи зменшують дію шкідливих виробничих чинників на працюючих.

Покращення санітарно-гігієнічних умов праці передбачає вдосконалення техніки й технології виробництва з метою усунення причин, що породжують несприятливі умови, а також раціоналізацію виробничого процесу з урахуванням комплексу санітарних та ергономічних норм, стандартів і вимог. Умови праці – це ступінь безпеки предметів і засобів праці, їх вплив на здоров'я, настрої і працездатність людини.

Умови праці робочі санітарногігієнічні психофізіологічні соціальні естетичні. Організм робітника функціональний стан працездатність емоційний стан пристосування до праці стійка працездатність субкомпенсація втома стабільний нестабільний.

До чинників, що визначають умови праці на робочому місці, належать:

- робочі – технологічні процеси;
- санітарно-гігієнічні – освітленість, мікроклімат, небезпечні та шкідливі фактори роботи;
- психофізіологічні – фізичне навантаження, нервово-психічне навантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, емоційне перевантаження, перенапруження нервово-емоційної сфери), монотонність трудового процесу, темп і ритм роботи, травмонебезпечність, гармонізація робочої пози й трудових рухів;
- соціально-психологічні – характер міжособових відносин у колективі,

ступінь участі в управлінні, згуртованість колективу, задоволення своєю працею;

– соціально-економічні – професійне навчання, медичне й побутове обслуговування, рівень задоволення матеріальних і духовних потреб, використання вільного часу;

– естетичні – визначають красу виробничого середовища: гармонійність світлокольорової гами, композиційна цілісність інтер'єру робочого приміщення, виділення зон відпочинку для зняття психологічного й фізичного перенавантаження.

Працездатність визначається здатністю людини виконувати певну роботу протягом заданого часу і залежить від чинників як суб'єктивного, так і об'єктивного характеру (статі, віку, стану здоров'я, рівня кваліфікації, умов, за яких відбувається праця тощо).

Гігієнічне нормування умов праці – це визначений діапазон виробничого середовища, який є безпечним з точки зору збереження нормальної життєдіяльності та здоров'я людини.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі бакалавра проаналізовано три способи зварювання для виготовлення парогенератора, а саме ручне дугове зварювання покритими електродами; автоматичне зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і сумішах; електрошлакове зварювання.

Враховуючи матеріал виготовлення деталі, геометрію зварювальної поверхні, а саме кільцевий шов корпусу, тип виробництва-одиничне, задану товщину - 105 мм оптимальним є автоматичне зварювання електродом, що плавиться в середовищі активних газів і сумішах.

А також в процесі виконання КРБ підібрано та обґрунтовано проєктований спосіб зварювання парогенератора; проведено необхідні розрахунки режимів зварювання; обрано та обґрунтовано зварювальне та складальне обладнання; розглянуто питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи сучасної енергетики / за заг. ред. чл.-кор. РАН Є.В. Аметистова. М.: Видавничий дім МЕІ, 2008. Т. 1. 472 с. - ISBN 978 5383 00162 2.
2. Ковальов А. П., Лелеєв Н. С., Віленський Т. В. Парогенератори / за заг. ред. А.П. Ковальова. М.: Вища школа, 1985. 376 с.
3. Парогенератор // Велика радянська енциклопедія: [30 т.] / гол. ред. А. М. Прохоров. 3-тє вид. М.: Радянська енциклопедія, 1969-1978.
4. ГОСТ 23172-78. Котли стаціонарні. Терміни та визначення.
5. Морський енциклопедичний довідник/За ред. Н.М. Ісаніна. Л.: Суднобудування, 1986. Т. 2. 520 с.
6. Парогенератори АЕС із реакторами ВВЕР.
7. Новіков В. Н., Радовський І. С., Харитонов В. С. Ч. 2 // Розрахунок парогенераторів АЕС. М: МІФІ, 2001. 68 с.
8. Думів С.І. Технологія електричного зварювання плавним. - Л. Машинобудування, 1987. 462 с.
9. Маркування сталей та сплавів (За ред. В.Г. Сорокіна). -М.: Машинобудування, 1989. 640 с.
10. Теорія зварювальних процесів/Під ред.В.В. Фролова. - М: Вища школа, 1988. 559 с.
11. Куркін С.А., Ніколаєв Г.А. Зварні конструкції. Технологія випалювання, механізація, автоматизація та контроль якості в зварювальному виробництві - М.: Вища школа, 1991. 398 с.
12. Акулов А.І., Бельчук Г.А. та Дем'янцевич ВЛ. Технологія та обладнання зварювання плавним. - М: Машинобудування, 1977. 432 с.
13. Технологія та обладнання зварювання плавним / Г.Д Никифоров, Г.В. Бобров, В.М. Микітін, В.В. Дяченка; / За ред. Г.Д. Нікіфорова. М: Машинобудування, 1986. 320 с.

14. Довідник молодого зварювальника. / За ред. Н.П.Сергєєва., М.: Вища школа, 1980. 190с.
15. Технологія електричного зварювання металів та сплавів плавленням / За ред. Б.Є. Патона. М: Машинобудування, 1974. 768 с.
16. Терлікова Т.Ф., та ін. Основи конструювання пристроїв. М: Машинобудування,1980. 119с.
17. Гітлевич А.Д., Етінгоф Л.А. Механізація та автоматизація зварювального виробництва. М: Машинобудування, 1979. 280 с.
18. Римарів Б.В. Нове зварювальне пристосування. Л.: Будвидав.
19. Я.І. Бедрій. Охорона праці: Навчальний посібник. Львів Р.П «АРІ», 2000р. 285с.
20. В.Ц. Жидецький, В.С. Джигарєв, О.В. Мельників. Основи охорони праці. Львів: "Афіша", 2000. 350с.
21. Терезін А.С., Мосалов Н.І. Безпека праці електрозварювальника. - М: Машинобудування, 1990. 93 с.
22. Волченко В.М. Контроль якості зварних конструкцій. М: Машинобудування, 1986. 152 с.
23. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного та механізованого електрозварювання.: Держстандарт України,1995. 36 с.
24. Юр'єв В.Т. Довідковий посібник з нормування матеріалів та електроенергії для зварювальної техніки. М: Машинобудування, 1972. 52 с.
25. Терещенко В.І., Лібаков О.І. Вибір та застосування способів зварювання при виготовленні конструкцій. К.: Наукова думка, 1987. 192 с.
26. Риморов Є.В. Нові зварювальні пристрої. Л: Будвидав, 1988. 125 с.

ДОДАТКИ