

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розроблення технологічного процесу виготовлення
ролика рольганга**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МПз-41
спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Ромашевський А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Підгурський М.І.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Ткаченко І.Г.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Окіпний І.Б.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Ярема І.Т.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: " Розроблення технологічного процесу виготовлення ролика рольганга " складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 70 аркушів формату А4 і графічної частини об'ємом 6 аркушів формату А1. Розрахунково-пояснювальна записка складається із таких частин: аналітична, технологічна, конструкторська та безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Для висвітлення питань, які розглядаються у кваліфікаційній роботі, розрахунково-пояснювальна записка містить 20 рисунків, 15 таблиць, 13 додаток. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 17 першоджерел.

В роботі розроблено технологічний процес виготовлення ролика рольганга. На основі базового технологічного процесу і особливостей конструкції виробу запропонований принципово новий технологічний процес складання і зварювання, основою якого є автоматичне зварювання у вузьке розроблення кромки під шаром флюсу АН-43 із застосуванням зварювального автомата типу А1569М.

З метою реалізації запропонованого технологічного процесу обґрунтовано нове зварювальне устаткування та розроблено конструкції складально-зварювальних пристосувань, які забезпечать мінімальний час на виконання операцій та зменшать виробничі площі. Прийняті інженерні рішення дадуть можливість забезпечити вищий рівень якості виконання технологічних операцій та зменшити кількість основних технологічних засобів. Такі нововведення дозволить зменшити собівартість продукції та збільшити прибуток від її реалізації.

В роботі також передбачено заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці при реалізації запропонованого технологічного процесу.

Ключові слова: АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНА УСТАНОВКА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ ЗВАРЮВАННЯ, РОЛИК РОЛЬГАНГА.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Призначення, умови роботи і опис зварної конструкції	7
1.2 Характеристика матеріалу виробу	12
1.3 Технічні умови на виготовлення виробу	14
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу	23
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	24
2.1 Обґрунтування способу зварювання	24
2.3 Вибір методу контролю якості виробу	36
2.4 Опис запропонованого технологічного процесу	37
2.5 Нормування технологічного процесу складання і зварювання	45
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	49
3.1 Опис конструктивних схем зварювального устаткування	49
3.2 Розрахунок колони на міцність	55
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	58
4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників	58
4.2 Вимоги до механізованих ліній і ділянок	63
ВИСНОВКИ	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	68

ВСТУП

В металургійній галузі, прокатне виробництво відіграє важливу роль у технологічній обробці металу під впливом тиску. Для цього процесу широке застосування має система із автоматизованим електричним приводом. Цехи для виготовлення прокату мають значний вплив на поточні технологічні процеси чорної та кольорової металургії. Прокатувальні цехи містять прокатні стани із подаючими і підготовчими пристроями, засобами оброблення кінцевого прокату та додаткових засобів та служб.

Прокатний механізм є доволі складною машиною, яка містить багато додаткових унікальних та уніфікованих вузлів, які функціонують як єдиний високопродуктивний механізм. Основними деталями вважаються робочі валики прокатних клітей, які задають поперечне січення чи розріз виробів, а також додаткові пристрої, що підтримують тривалість процеси виробництва. Автоматизація цих пристроїв та механізмів сприяє підвищенню продуктивності, якості продукції та поліпшенню умов праці.

Прокатне виробництво вимагає розроблення та модернізації систем автоматизації електричного рушія валика (рольганга) прокатувального стану. На даний час рівень механізації та автоматизації прокатувального виробництва металургійного виробництва є не високим, здебільшого значна кількість операції забезпечується ручним керуванням. Враховуючи масовість та безперервність виробництва, таке керування є низькоефективним. Відповідно дана тематика має актуальність для металургійних виробництв, особливо з урахуванням мети підвищення рівня автоматизованого керування прокатувальними станами та збільшення обсягу виробництва і кількості сортаменту. [1]

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення, умови роботи і опис зварної конструкції

Прокатний стан сучасного вигляду складається із набору різнотипних пристроїв, що працюють у тісній взаємодії з метою виконання кінцевої мети технології виробництва. Будь-яка основна операція потребує додаткових технологічних процесів і засобів для їх реалізації. Зокрема для процесів прокатування важливими є пристрої подавання вихідних заготовок до прокатувальних валків. Для цього широко використовують рольганги, які є високопродуктивними і відносно недорогими пристроями для транспортування металу і заготовок. Дані пристрої можна поділяти на [1]:

1. Основні валки-рольганги, які розміщують у зоні обробки прокатувальної машини. Рольганги, які здійснюють захват і транспортування заготовок, характеризуються відповідними функціями для безперешкодного захоплення металу і розміщенні у прокатній кліті.

2. Допоміжні валки, які виконуються подовженої форми і призначені для розкатування металу. Функціонал їх аналогічний основним, але їх задіюють у випадку значної довжини вихідних заготівок, тобто якщо основні рольганги не забезпечують їх захват та транспортування.

3. Транспортувальні валки призначені для передавання вихідних заготовок між прокатувальними клітями різних прокатних станів. Ролик розміщений на початку технологічного маршруту прокатування, окрім функції транспортування може виступати у якості прийомного механізму.

4. Пакетувальні рольганги виконуються у вигляді роликів із кутовим зміщенням та призначені для складання готового сортаменту прокату і відправлення на охолодження.

5. Пересувальні ролики розміщують на рухомих столах, рейково-балкових та трубозварних лініях, піднімально-рухомих столах, які призначені для транспортування металу у зону нагріву.

Основною характеристикою рольгангу є діаметральна і лінійна величина ролика, крок між ними (між їх вісями) та їх кількість. Діаметральні величини призначають з умови міцності рольгангу. Так при прокатуванні блюму чи слябу діаметральні розміри становлять 0,4...0,6 м, рольганги для листового чи сортаментного прокатування формують із роликів діаметром 0,2...0,35 м. Лінійний розмір призначається за умови його деякого запасу (перевищення) довжини роликів прокатного стану. Кількість визначається умовою одночасного перебування заготовки мінімум на двох валках та унеможливлення її прогинання під власною масою.

Ролики рольгангів обтискувальних станів розміщують із кроком 700...1000 мм, станах для крупного сортаменту – 1200...1600 мм, середнього – 900...1000 мм, а для тонколистового матеріалу 500...700 мм. Кількісне значення валків такого рольгангу визначається лінійними розмірами вихідної продукції і може складати від десяти до сотні одиниць. Швидкісна характеристика відвідних рольгангів перевищує швидкість роботи прокатного стану до 5...10%. Переважно числове значення швидкості відвідних роликів складає 1,45-2,54 м/с, а для транспортувальних роликів 1,4-15 м/с., конкретне значення визначається потрібною продуктивністю процесу.

В цілому, рольганги в прокатних станах виконують важливу роль у транспортуванні металу, забезпеченні керованого захоплення заготовки валиками та її транспортуванні у процесі обробки. Враховуючи значне значення різнотипних рольгангів і їх функціональні завдання, важливо добре планувати і проектувати систему рольгангів для кожного конкретного прокатного стану, враховуючи його технологічні потреби і вимоги.

В даній роботі розглядаємо процес виготовлення валка рольгангу для товстолистового прокатування гарячим плющенням. Загальний вигляд прокатного стану представлено на рис. 1.1. На вході і виході даної листопривальної машини встановлюються секції рольганга для подання в машину листа на правлення і його приймання. Даний рольганг відноситься до першої групи.

Відповідальним елементом рольгангу є ролик, який є складовою частиною конвеєра. Розміри прокатуваних листів: $8.50 \times 1500.2570 \times 4000.12500$ мм. Максимальна маса листа 7500 кг, температура близько 700°C .

Привід ролика індивідуальний, обертання здійснюється електродвигуном постійного струму. Лінійна швидкість ролика і швидкість обертання валків правильної машини узгоджується електрично. Швидкість транспортування 150...1600 мм в секунду.



Рис. 1.1 – Загальний вигляд товстолистового стану гарячого плющення [2]

Спосіб функціонування - реверсивний. Зі всього вище сказаного можна з упевненістю сказати, що умови його роботи - важкі.

Ролик рольганга (рис. 1.2) є однією з ланок конвеєра, тому поломка може привести до недієздатності або зупинки конвеєра. Саме тому ставляться високі вимоги до експлуатаційної надійності і роботи швів ролика. Зварна конструкція ролика відноситься до відповідальних, оскільки при її ушкодженні або виході з ладу може статися скидання прокату з конвеєра. Хоча на кожній секції конвеєра

встановлені спеціальні щити-огорожувачі, проте від цієї випадковості ніхто не застрахований. Така поломка може спричинити людські жертви або нанести матеріальні втрати. Заміна ролика дорого коштує.

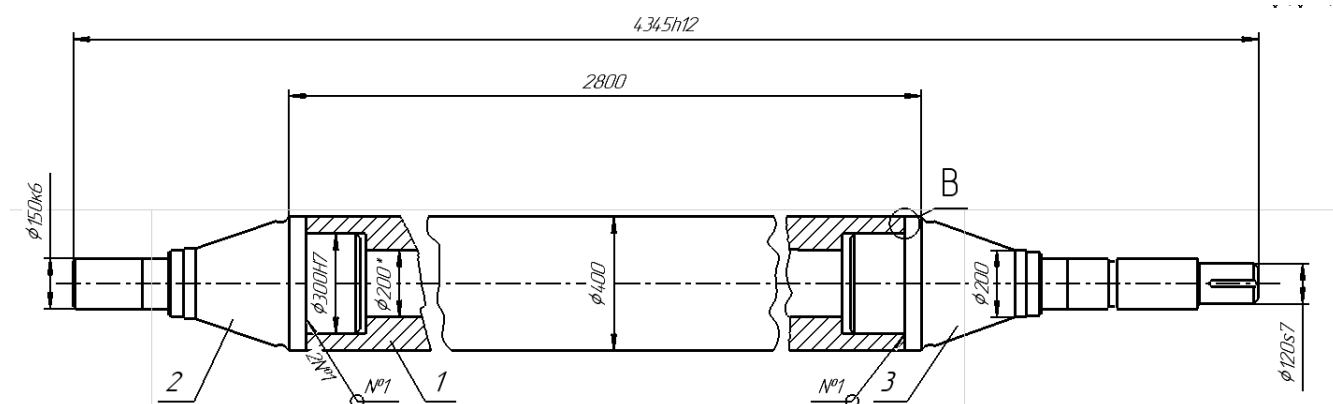


Рис. 1. 2 – Загальний вигляд ролика рольганга

Ролик складається з трьох деталей: бочка ролика - позиція 1, цапфа - позиція 2 і цапфа - позиція 3. Цапфи виконані з кованих заготовок, а бочка – зварнокована.

Маса бочки 1892 кг, цапфа позиція 2 - 315 кг, а цапфа позиція 3 - 360 кг. Загальна вага ролика 2567 кг. Довжина ролика у зборі 4345 мм. Бочка ролика виготовляються із заготівлі 425×220×2800 мм по ТУ 14-3-1747-90. Оброблена труба має габаритні розміри 400×220×2666 мм. Після зварювання, оброблення ролик по діаметру 400 мм здійснюється на металорізальному верстаті. На трубі розточені місця для посадки цапф по діаметру 300 мм на глибину 140 мм. Центр тяжіння труби знаходиться на відстані 1333 мм від торця.

Цапфа2 після зварювання має довжину 755 мм. Хвостовик обробляється під підшипник по К6. Цапфа запресовується в трубу по посадці з натягом на 132 мм. Скіс обробляється згідно відповідної схеми (рис. 1.3). Центр тяжіння розташований на відстані 480 мм від торця хвостовика. Для видалення із замкнутого простору стислого гарячого повітря на цапфі передбачений отвір діаметром 10 мм. Поверхня під запресування оброблена по 7-у квалітету. На торці цапфи проточена фаска розміром 4×45°, що дозволяє точніше визначити положення деталі при складанні.

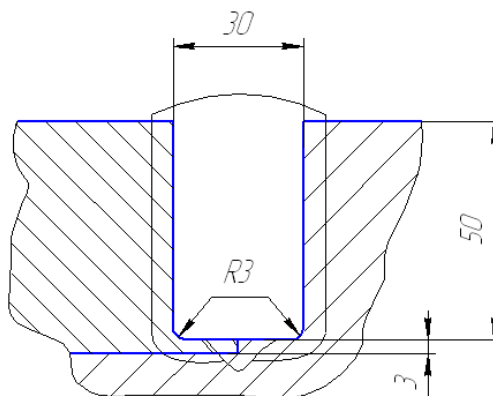


Рис. 1.3 - Ескіз нестандартного з'єднання

Цапфа 3 при обробці має ту ж форму оброблення, проте, довжина її 1185 мм. Центр тяжіння зміщений від хвостовика на 750 мм.

Оброблення виконане одностороннім зі скошуванням двох крайок, що дозволяє отримати якісніше і надійніше зварювальне з'єднання. Глибина оброблення під складання-зварювання дорівнює 55 мм, після зварювання припуск 10 мм на механічну обробку знімається.

Дві цапфи запресовуються у бочку по посадці з натягом, заздалегідь проводиться розігрівання кромки бочки.

Конструкція оброблення обумовлена вибраним способом автоматичного зварювання у вузький проміжок устаткуванням, доступністю візуального спостереження, зручністю маніпулювання зачисним пристроєм, розмірами мундштука. При цьому враховується потреба дотримання значної продуктивності зварювання, мінімального об'єму наплавленого металу, хорошого формування і високої якості шва, віддільності шлакової кірки в процесі зварювання, якісного сплаву металу шва із стінками оброблення. Було прийнято оброблення з паралельними зварюваними кромками, оскільки товщина оброблення менше 100 мм.

Набутої форми оброблення спрощує складальні операції, забезпечує легке і зручне складання, зменшує кількість металу в шві, що веде до зниження тепловкладання, отже, зменшує деформацію і усадку металу, підвищує кількість зварного шва, дозволяє забезпечити стабільні механічну здатність та хімічну складову по усьому перерізу.

Різновидом зварювання на залишковому підкладуванні, є зварювання в замок. Умовне позначення зварювального шву - АПК. Зварювання ведеться в нижньому положенні, що значно покращує його якість (шва).

1.2 Характеристика матеріалу виробу

Оскільки ролик працює в тяжких умовах, тобто на нього постійно діють статично-динамічні навантаження великої величини, а з урахуванням забезпечення високої працездатності і експлуатаційної надійності необхідно закласти такий матеріал, який би забезпечував ці вимоги і відповідно був економічно вигідний.

Тому для виготовлення ролика-рольганга нами рекомендована сталь 45. Ця сталь найбільш прийнятна, оскільки ролик складається із зварно-кованих виробів.

Сталь 45 - середньовуглецева, конструкційна, якісна, перлітового класу, характеризується підвищеним вмістом вуглецю. Відноситься до третьої групи зварюваності, схильна до утворення тріщин в звичайних умови зварювання, тому зварювання супроводжується із змінним температурним режимом. Ролик після зварювання піддають термічній обробці при температурі 580÷630°C для зняття залишкової напруги. Сталь 45 обмежено зварюється.

Заготовки перед зварюванням піддаються нормалізації, механічні властивості яких зведені в таблиці 1.1 [3].

Таблиця 1.1 - Механічні здатності [3]

Марка сталі	Переріз, мм	σ_{02}	σ_B	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ Дж/см ²	НВ
		МПа					
45	300-500	245	470	17	35	34	174-217

В таблиці 1.2 і таблиці 1.3 приведені вимоги до хімічних та механічних властивостей сталі 45.

Таблиця 1.2 – Хімічні властивості сталі 45 [3]

Марка сталі	Масова доля елементів, %								
	C	Si	Mn	Gr	S	P	Cu	Ni	Al
45	0,42-0,50	0,17-0,37	0,50-0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Таблиця 1.3 - Механічні здатності сталі 45 [3]

НВ для відпаленої сталі	σ_B	σ_m	δ_5	ψ	$A_H,$ Н×М/см ²	$\gamma,$ г/см ³	$\lambda,$ кал/см ³ ×°С
	МПа		%				
197	610	360	16	40	5	7,814	0,162

Властивості технології оброблення: оброблюваність різанням висока, зварюваність задовільна, пластичність при холодній обробці задовільна, інтервал температур кування 800-1250°С.

Для подолання багатьох труднощів по зварюванню цієї сталі першочергово забезпечують збільшену стійкість шовного металу супроти кристалізованих тріщин при усіх способах зварювання плавкою, намагаються понизити наявність вуглецю у шовному металі. Це можна забезпечити використанням електроду із заниженим вуглецевим вмістом.

Шляхом попереднього розігрівання забезпечується підвищення вуглецевого вмісту на 0,01 ... 0,2% у шовному металі. При наявному вмісті вуглецю не відбувається тріщиноутворення, відповідно це є засобом випередження загартованих структур у біляшовній зоні.

Зварні кромки необхідно нагрівати випромінюванням до температур $\geq 300^\circ\text{C}$. Опір крихкому руйнуванню таких зварюваних сталевих конструкцій є меншою на відміну від низько-вуглецевих та низько-легованих сталевих конструкцій.

Сталь марки 45 є середньовуглецевим конструкційним матеріалом із концентрацією вуглецю до 0,41-0,49%, що не сприяє зварюванню і створює труднощі для зварки даного матеріалу, тому що:

- знижує стійкість наплавленого металу кристалічному розтріскуванню;
- робить можливою появу в зоні зварки малопластичних структур та холодного розтріскування.

Для збільшення стійкості наплавленого металу до утворення кристалічного розтріскування знижують вміст вуглецю в нім за рахунок застосування відповідних зварювальних матеріалів і зменшення частки основного матеріалу у наплавленому металі. Так отримують наплавлений метал, рівномірним основному, шляхом

легування феритозамінними матеріалами (марганець, кремній). У середньовуглецевих матеріалах високий відсоток вуглецю полегшує можливість появи мартенситу в околосшовній зоні.

1.3 Технічні умови на виготовлення виробу

Оскільки бочка ролика виготовляється з прокату, то на поверхні, що не піддається, не повинно бути задирок, тріщин надривів. Не вказані в кресленнях деталей лімітовані зміни лінійних розмірів приймаються по таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Не зазначені лімітовані зміни лінійних розмірів деталей

Інтервал розмірів, мм	Граничні відхилення лінійних розмірів, мм
більше 1000 до 2000	± 3
більше 2000 до 3150	± 5

Лімітовані зміни розмірів на кресленні не повинні перевищувати вказаних, але допускається граничне відхилення ± 1 мм для отворів Н14, для сталевих $\pm \frac{IT16}{2}$. Три отвори на торці цапфи позиція 2 по Н14 розташовані під кутом 120° . Цапфи обробляються на діаметрі 300 мм по S7(+0,122; +0,170), а бочка S7(+0,052). Таким чином, поле допусків при складанні цапф з трубою матиме вигляд, зображений на рис. 1.4.

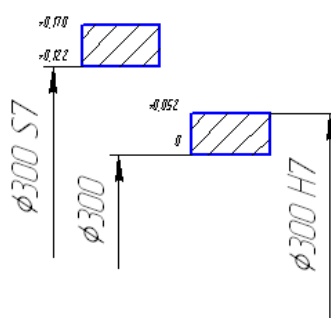


Рис. 1.4 - Поле допусків

Для того, щоб зібрати ролик по посадці з натягом необхідно розігріти кромки бочки. Допуски круглої деталі виготовленої з труби не повинні перевищувати величин, встановлених стандартами на ці труби.

Допуск прямолінійності труби не повинен перевищувати 2 мм на 1 м довжини, а на усій довжині виробу не більше 6 мм при довжині 2800 мм.

Розміри деталей зварних металевих конструкцій при необхідності потрібно монтувати з урахуванням усадки від зварних швів, а розміри деталей, що піддаються механічному обробленню, у складі готової металоконструкції повинен вимикати припуск на механічне оброблення, в даному випадку він дорівнює 10 мм на діаметрі 400мм.

Після технологічного процесу зварки та і термообробки ролик не повинен мати деформацій і поводок більше величини припуску у будь-якій точці поверхні ролика ± 10 мм. Відхилення осьової лінії по усій довжині від прямолінійного розташування макс. $\pm 0,1$ мм.

Допущення перпендикулярного розміщення стінки оброблення згідно базової осі 0,5 мм. Допуск радіального биття кореневої частини оброблення відносно базової осі 0,5 мм. Заготівлі по діаметру, що сполучається, мають бути оброблені і забезпечувати натяг не менше 0,19-0,39 мм.

Точність виготовлення ролика залежить від точності складання і вживаного устаткування, що дозволяє здійснити точне виконання загальної технології зварки.

Важливою умовою під час зварки вуглецевих сталей є дотримання однакової міцності зварного шва із основним виробом та відсутність дефектів у ньому. Відповідно мехвластивості шовного металу та біляшовної зони повинні мати властивості аналогічні матеріалу основного виробу.

Для стикових швів в переважній більшості випадків мають бути забезпечені повний провар з'єднаних частин і форма посилення із поступовим перебігом між шовним і основним металом. Під час розроблення технології зварки особлива увага має бути приділена вибору таких пристосувань, матеріалів, способів і режимів зварювання, при яких мінімальна вірогідність утворення дефектів. При розробленні технології зборки та зварки слід прагнути до максимально можливого зменшення перерізу швів і ширини околошовної зони.

Надійна якість зварювального з'єднання забезпечується безперешкодним доступом до місця зварки.

Усі шви зварних конструкцій піддаються технічному огляду, який проводиться візуальним зовнішнім аналізом та вимірюванням. Поверхня стикових швів зварного ролика, працюючого в умовах знакозмінних навантажень, має бути зачищена механічним способом урівень з основним матеріалом. Після завершення термооброблення ролика має бути зроблений зовнішній огляд усіх швів і при необхідності проведений контроль на виявлення внутрішніх розтріскувань і нещільності швів. При виконанні багат шарових швів кожен шар перед накладенням необхідно очистити від шлакових включень та металевих бризок. Ділянки шарів шва з раковинами і тріщинами треба видаляти і знову заварювати.

Зварні шви готуються до контролю після усунення усіх неприпустимих зовнішніх дефектів. Поверхня зварювального шва, яка підлягає контролю, та біляшовної зварного шва і околшовної зони необхідно очистити від наявних шлакових домішок і розбризків металу і інших забруднень.

Зварювання у вузьке оброблення робиться по наступній послідовності накладення швів, зображеній на рис. 1.5. Міцнісні властивості даного з'єднання характеризуються механічними якістьми матеріалу зварювального шва та біляшовної зони.

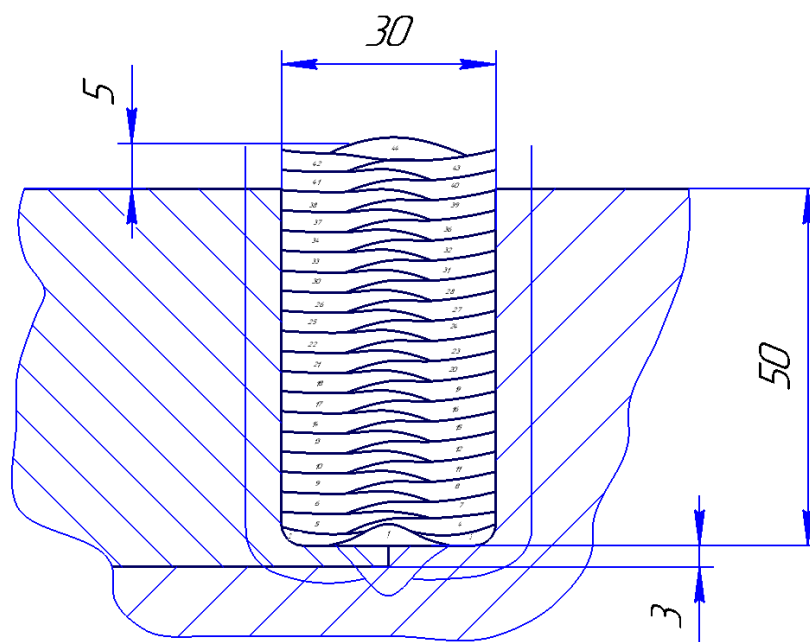


Рис. 1.5 - Схема послідовності накладення швів

Таблиця 1.5 - Механічні якості зварювального шва та біляшовної зони [3]

Матеріал	Шов				Зварне з'єднання		
	σ_t	σ_y	δ	ψ	σ_y	ψ	δ
Сталь 45	МПа		%		МПа	%	
	320	580	14	40	580	40	14

Підсилення зварювального шва повинне перевищувати навантажений чорновий діаметр деталі не менше чим на 3 мм. Ширина посилення, яка піддається ультразвуковій діагностиці стикових швів при товщині зварюваного металу 55 мм повинна складати 42 мм.

Опукла форма поверхні шва небажана з міркувань міцності, а так само і з економічних міркувань.

Великий вплив на міцнісні якості зварного з'єднання роблять тріщини та ін. дефекти, що виникають при зварюванні. Процес утворення зварювального з'єднання викликає деформації і створює поле іншої напруги, яка може понизити міцність конструкції в цілому. Відповідно після зварки ролик транспортують до місця проведення термічної обробки. В якості способу термічної обробки вибрана відпустка, що дозволяє понизити величину залишкової напруги.

Вимоги до термічної обробки ролика або стабілізація залишкової зварювальної напруги іншими методами у кожному конкретному випадку повинна призначатися конструктором і вказуватися:

- зварні жорсткі конструкції, що включають замкнуті шви, що виключають їх вільне укладання і виконані із сталей, які мають вміст вуглецю більше 0,22% і елементів еквівалентних вуглецю, при товщині більше 25 мм, необхідно піддавати термічній обробці;

- процес термічного оброблення потрібно призначати згідно відповідної інструкції або по спеціально розробленому технологічному процесу. У печах має бути забезпечена рівномірність нагріву конструкції, а так само оберігання їх від деформації під дією власної маси;

- відпустка повинна забезпечувати значне підвищення надійності і довговічності виробу;

- не можна порушувати режим термічної обробки. Так, наприклад, перевищення температури нагріву ролика може привести до оплавлення поверхні виробу. Час нагріву має бути чітко встановлений.

Найважливішою умовою забезпечення якісного виконання зварних виробів є прогресивна технологія і постійне поліпшення системи контролю якості.

Аналіз руйнування зварної конструкції показує, що однією з причин відмов є слабкий технічний контроль або його відсутність взагалі на деяких стадіях виробництва. Проте контроль повинен фіксувати не лише брак, проте і випередити його появу.

Останньою контрольною операцією є перевірка якості зварювання у зібраному виробі. Для цієї мети нами вибраний контроль ультразвуком.

В процесі виготовлення ролика проводять наступні види контролю :

а). Якість металу виробу матеріалу повинна відповідати сертифікату виробника, відповідно поставленої партії заготовок. При відсутності такого документу заготовки піддають ретельній перевірці згідно потрібних вимог. При огляді металу проводять візуальну перевірку на відсутність окалини, іржі, тріщин та ін. дефектів;

б). Зварний дріт також мусить мати відповідність певним вимогам. Якість даний дроту регламентується сертифікатом виготовлювача. Зварний дріт мусить зберігатися в приміщенні, що виключає попадання вологи. Зварювальний дріт перед намотуванням на касети має бути очищений до металевого блиску без слідів іржі і технологічного мастила на поверхні. Електродний дріт необхідно призначати згідно хімічного складу зварного металу у відповідності із механічними якостями наварюваного металу. Тобто вони повинні мати мінімальну схильність до появи гарячого розтріскування;

в). Хімічний склад флюсу має мати відповідність ГОСТ 9087-81. Флюс, що поступає в цех, для зварювання повинен мати документ з вказівками: найменування підприємства-виробника, марки флюсу, номера партії, дати виготовлення. Розмір

зерен флюсу повинен становити макс. 2,5 мм. Безпосередньо перед зварюванням флюс необхідно прожарити. Кращим способом визначення якості флюсу є його випробування при зварюванні;

г). Перед подачею заготовель на збирання перевіряють: якість поверхні металу, їх габарити, якість оброблення крайок. Дефектність заготованок перед зваркою суттєво впливає на якість та продуктивність зварних робіт. Запобігання дефектам у заготовлях позбавляє додатковим затратам по їх усуненню.

д). На якість зварки суттєво впливає якість використовуваного обладнання і оснащення. Метою контролюючих служб є забезпечення стану зварного устаткування згідно паспортних даних. Необхідно забезпечувати чітке фінансування зварюваних заготовок в устаткуванні, постійність швидкості обертання, безвідмовність роботи протягом технологічного процесу;

е). Перевірка кваліфікації зварника тісно пов'язана із контролем використовуваного матеріалу, обладнання та етапів підготування виробу до зварки. Відповідно на етапи зварних робіт суттєвий вплив має кваліфікація працюючого, а також його індивідуальні професійні риси.

ж). Випробувальний контроль технологічного процесу зварник проводить згідно технологічних карт, де зазначено послідовність процесів, маркування та характеристики дроту, режими зварки та потрібні характеристики зварювальних швів. Так само в процесі операційного контролю перевіряється устаткування, пристрої та кваліфікація зварника. Візуальний контроль за ходом технології зварки дозволяє завчасно виявити дефекти, їх причини та запобігти їх системному виникненню. Режими зварювання контролюють для дотримання працюючим номінальних параметрів зварювання згідно показів амперметра чи вольтметра.

з). Візуально контролюючи якість зварки, виявляються невідповідності шва геометричним розмірам, напливи, підрізи, зовнішні тріщини, пори та ін. дефекти. Не допускається зменшувати дійсний розмір зварного шву у відношенні до номінального розміру.

Так само в процесі зварювання зварювальником робиться пошарове візуальне контролювання відповідності зварювальних швів, контроль повноти

видалення шлакової кірки. Перевірка режимів зварки (зварювального струму, напруги дуги) використовують контрольно-вимірювальну апаратуру, встановлену на пульті.

Рекомендовано допустимі норми дефектів в заготовках і зварних швах наступні:

а). Окремі дефекти еквівалентних еталонному отвору діаметром до 3 мм включно, якщо вони не представляють безперервному ланцюгу;

б). Скупчення дефектів еквівалентних отвору діаметром до 3 мм включно, на площі 4 см², якщо відстань між скупченнями не менше 200 мм;

в). Видимі дефекти в зварних швах не допускаються;

г). Міждефектна віддаль визначається по меншому з них.

Розміри дефектів при ультразвуковому контролі повинні відповідати нормам по таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Норми дефектів зварних швів, що допускаються та піддаються ультразвуковому контролю

Категорія зварного шва	Товщина металу	Поодинокі дефекти			Скупчення дефектів і інші дефекти			
		Мінімальний еквівалентний діаметр, що фіксується	Еквівалентний діаметр, що максимально допускається	Кількість поодиноких дефектів, що максимально допускається, на 100 мм довжини шва	Еквівалентний діаметр дефектів, що мінімально фіксується	Еквівалентний діаметр дефектів, що максимально допускається	Довжина ділянки скупчення дефектів, що максимально допускається, або протяжність дефекту	Відстань, що мінімально допускається, між скупченнями дефектів
Ш	мм	мм			мм			
	50-80	3,0	4,0	4	2,0	3,0	180	700

На 1 м довжини шва не допускається більше чотирьох зовнішніх пор діаметром до 1 мм при відстані між ними не менше 10 мм і діаметром до 2 мм при відстані не менше 25 мм. Пори діаметром більше 2 мм не допускаються. Лускатість поверхні швів не допускається з нерівностями плюсового граничного відхилення на розмір висоти посилення і не більше 2 мм для швів в нижньому положенні.

При зварюванні ролика можливе утворення наступних дефектів :

а). причинами утворення в зварному шві шлакових включень є неправильне налаштування автомата, погано видалена шлакова кірка, неуважність зварювальника, відхилення від технологічного процесу. Заходи попередження появи шлаку в наплавленому металі:

- видалення забруднень, іржі, окалини з поверхні основного металу в місцях зварювання;

- проміжна зачистка швів;

- уповільнене зниження температури наплавленого металу(застосування товстого шару шлаку, відповідний режим зварювання);

- введення до складу флюсу речовин, які сприяють пониженню температури плавлення оксидів і можуть утворювати з'єднання, що легко видаляються з металу.

При заповненні оброблення товстостінних стиків, внаслідок зварювальних деформацій відбувається зменшення ширини оброблення, які призводять до порушення програми автоматичної розкладки валиків, що сприяє утворенню дефектів типу підрізів і шлакових включень в зварному з'єднанні;

б). причинами утворення пор є забруднення кромки мастилом, іржею, погано очищений зварювальний дріт. Для зниження вірогідності утворення пор застосовують наступні заходи:

- зменшують кількість вуглецю і азоту в зварювальній ванні. Для цього необхідно понизити зміст цих елементів в атмосфері дуги;

- видаляють водень і азот із зварювальної ванни до її кристалізації або зв'язують азот в тверді з'єднання, що переходять в шлак;

- пригнічують реакцію в'ялого утворення водяної пари або окислу вуглецю шляхом видалення з ванни вільного кисню, здатного вступити в реакцію з воднем або вуглецем, тобто шляхом розкислювання зварювальної ванни;

- уповільнюють кристалізацію зварювальної ванни;

- вводять кремній і марганець.

Використання постійного струму оберненої полярності сприяє зменшенню пароутворення. Для вуглецевих сталей перлітового класу межа присутності порів у шовному металі 6 - 8 %;

в). Потьоки при зварюванні кільцевих швів утворюються при недостатньому зміщенні електродного дроту. Причиною стікання металу і шлаку може бути надмірне зміщення з «зеніту»;

г). Одним з основних видів браку при зварюванні є кристалізаційні тріщини, що виникають в інтервалі температур 1200 – 1350°C.

д). Вірогідність появи холодних тріщин під час зварки можна понизити температурою підігрівання до 300°C, застосуванням оптимальних технологічних режимів зварювання і так далі;

в). Причиною утворення підрізів є збільшена сила струму і підвищена напруга, зміщення електроду відносно осі шва, недбалість або недостатня кваліфікація зварювальника. Усунути підрізи можна зменшивши швидкість кристалізації або збільшити швидкість заповнення поглиблення металом. Понизити швидкість кристалізації можна за рахунок зменшення швидкості зварювання або заздалегідь підігрівання.

Контроль кваліфікації зварювальників необхідно проводити як періодичну атестацію зварювальників. Практичні навички проводять безпосередньо на зварювальному виробі або шляхом зварювального зразка з подальшому випробуванням. Атестація проводиться один раз в рік, а паспортизація частіша. Розряд встановлюють згідно з вимогами, передбаченими тарифно-кваліфікаційними довідниками. Для зварювальних робіт, виконаних на вибраному устаткуванні, потрібний зварювальник 4-го розряду.

Складальні роботи виконує слюсар-механоскладальник 2-го розряду. Характеристика робіт : складання і регулювання простих вузлів і механізмів. Слюсарна обробка і пригін деталей по 12-14-у квалітетам (5 - 7 м класам точності).

Складання вузлів і механізмів середньої складності із застосуванням спеціальних пристосувань. Складання деталей під прихватки і зварювання. Зняття фасок. Свердління отворів по розмітці. Випробування зібраних вузлів і механізмів на стендах і пресах гідравлічного тиску.

Володіти інформацією про: технічні умови на збирані вузли і механізми, найменування і призначення простого робочого інструменту, найменування і

маркування оброблюваних матеріалів, способи усунення деформацій при обробці і зварюванні, причини появи корозії і способи боротьби з нею, призначення рідин і способи їх застосування.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу

За існуючою технологією складання ролика робили в спеціальному пристосуванні, а потім зварювали оброблення ручним дуговим зварюванням по круговому контуру. Але оскільки цей спосіб має ціле рядом недоліків, нами запропонована заміна його на продуктивніший і якісніший- автоматичне зварювання під флюсом щілинного оброблення. Цей спосіб забезпечує стабільну підтримку режимів зварного процесу, що у свою чергу підвищує усі характеристики зварювального з'єднання.

У заводському технологічному процесі передбачена обробка цапфа тільки за посадочним розміром, що після зварювання значно збільшує трудомісткість по складальному кресленню ролика. Груба обробка цапфа і бочки під складання з припуском 10 мм на розмір, дає можливість точнішого складання деталей і зменшення трудомісткості після зварювання, оскільки після зварювання обробка поковок більше трудомістка.

У базовому варіанті за допомогою індукційного підігрівання робилося розігрівання заготовок. Заміна на нагрівачі випромінювання значно зменшує цикл виготовлення виробу, покращує умови праці.

Зроблена заміна форми і розмірів розроблення крайок, з односторонньою з криволінійним скосом однієї крайки, на односторонню із скосом двох крайок. Заміна зроблена з точки зору зручності маніпулювання зачисним пристроєм, і обумовлена розмірами мундштука. При цьому враховується якість сплаву металу шва із стінками кромки. Набутої форми розроблення спрощує і здешевлює механічну обробку заготовок.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання

Необхідно максимально автоматизувати та механізувати процес виготовлення ролика, оскільки наявні методи зварювання є трудомісткими та займають багато часу. Використання автоматизованих методів зварювання забезпечує підвищення продуктивності роботи, зменшити трудомісткість та поліпшити якість шва та всього з'єднання.

При виборі методу зварювання для виготовлення ролика необхідно враховувати матеріал виробу, товщину зварюваних деталей, рівень відповідальності конструкцій, обсяг виробництва та вимоги до якості зварювальних з'єднань [4 - 5].

Ролик можна зварити способом ручної дугової зварки покритим електродом, напівавтоматичної і автоматичної зварки у середовищі газу, а також імпульсно-дуговим зварюванням у вуглекислому газі та автоматичного під флюсом.

Наразі великий обсяг зварювання виконується ручним дуговим зварюванням покритим електродом. Вибір певного типу електродів залежить від показників міцності зварюваної сталі та вимог до зварної конструкції. Популярними є рутілові електроди типу E46T (ОЗС-4, АНО-3, АНО-4 і т.п.) [4].

Для важливих конструкцій переважно використовують електроди з фтористо-кальцієвим і фтористо-кальцієворутіловим покриттям, такі як E42A, УОНИ-13/45 і СМ-11. Ці електроди мають деякі переваги, такі як підвищена стійкість металу шва проти кристалічних тріщин і покращені пластичні властивості.

Однак, електроди УОНИ-13/45 потребують зварки із використанням постійного струму і можуть бути нестійкими щодо появи пористостей у шовному металі при наявності іржі на кромках або при їх зволоженості.

Ручна дугова зварка металічним електродом має свої обмеження, такі як низька продуктивність і залежність якості зварюваного шва від кваліфікації зварювальника. Цей метод рекомендується для швів невеликої довжини, які

розміщені у різноманітних просторових положеннях, а також у дрібносерійному та ремонтному виробництвах.

Напівавтоматична зварка у вуглекислому газі є альтернативою ручному дуговому зварюванню. Даний спосіб може виконуватись у різноманітних просторових положеннях і забезпечує продуктивність процесу. При зварюванні в CO_2 газ подається безперервно через сопло пальника, а теплом дуги розплавлюється основний метал і електродний дріт. Розплавлений метал кристалізується, утворюючи зварний шов. Зварювання в CO_2 вимагає короткої дуги і збереження дуги на основному металі або на межі зварної ванни з основним металом [5].

Напівавтоматичне зварювання в CO_2 є високопродуктивним методом, який включає механізоване подавання електроду у вигляді дроту в зону зварки. Цей метод має декілька переваг, зокрема економічність, доступність вуглекислого газу і високу якість металу шва.

Однак, основним недоліком напівавтоматичного зварювання плавким електродом в середовищі вуглекислого газу є розбризування металу. Щоб зменшити розбризування, використовують газові суміші, додаючи кисень до вуглекислого газу у кількості 20-30%. Це допомагає поліпшити форму шва, знизити вартість захисної атмосфери і в певній мірі підвищити стійкість металу проти утворення пор, викликаних воднем. Решта показників якості швів, здійснених у суміші вуглекислого газу і кисню, залишаються на тому ж рівні, що й у випадку зварювання у вуглекислому газі. Конкретний вміст кисню в такій суміші становить 30%.

Одним із найефективніших методів зварки металів товщиною більше 5 мм є автоматичне зварювання під флюсом. Цей метод має широке застосування, незважаючи на складність та високу вартість обладнання. Використання цього методу забезпечує стабільність режимів зварювання та високу якість шва.

Автоматичне зварювання має кілька переваг порівняно з напівавтоматичним зварюванням [5]:

а) висока продуктивність;

- б) можливість працювати з оператором, не потребуючи кваліфікованого зварника;
- в) економія зварювальних матеріалів;
- г) можливість забезпечити глибше проплавлення основного металу за один прохід.

Однак, важливим недоліком автоматичної дугової зварки у середовищі флюсу є неможливість виконувати шви у різних положеннях відносно рівня.

В останні роки для зварки металічних конструкцій застосовують імпульсно-дугову зварку. Цей метод використовує дугою, яка періодично горить окремими імпульсами постійного струму з визначеним інтервалом в часі, для розплавлення основного металу. Імпульсно-дугове зварювання є ефективним та економічним методом, що може знайти широке застосування у майбутньому для виготовлення конструкцій даного типу.

Отже, враховуючи особливості різних методів зварювання та технології, а також вимоги до застосовуваних сталей, для виготовлення роликів рекомендується використовувати автоматичне зварювання у середовищі флюсу. Цей вибір забезпечить дотримання технологічних умов та вимог до міцності й надійності конструкції.

З метою забезпечення високої стійкості шовного металу чинити опір виникненню порів і кристалізаційних тріщин, а також виходячи з малої собівартості для автоматичного зварювання у середовищі флюсу нами рекомендується застосовувати зварювальний дріт Св-08ХН2М, що забезпечує необхідну якість зварюваного шва. Для зварювання дротом Св-08ХН2М доцільно застосовувати рекомендований для цих цілей окислювальний флюс, що випускається промисловістю - АН-43 за ГОСТ 9087-81, на основі $\text{CaO}-\text{CaF}_2-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. При зварюванні окислення вуглецю складає 0,009-0,049 %, але зі збільшенням змісту FeO у флюсі знижується концентрація сірки і фосфору, що є практичною цінністю. Присутність FeO на межі міжфазової поверхні шлак- метал сприяє підвищенню окислювальних умов у зварювальній ванні, а це перешкоджає розчиненню H_2 , що утворюється при дисоціації водяної пари в рідкому металі [6].

Даний флюс у меншій мірі схильний до утворення пор в порівнянні з ідентичними флюсами, що не містять оксидів заліза. Окислювальний флюс

забезпечує наплавку низьководневого металу із вмістом водню до 3мл/100г металу. Окислення вуглецю при зварюванні під флюсом АН-43 менше 0,01 %. Флюс сприяє отриманню оптимального вмісту марганцю в шві, близько 1%. Висока стійкість до утворення пор обумовлена великим вмістом MnO, 5-9 % у флюсі сприяє кращому розкислюванню металу зварювальної ванни.

Дріт Св-08ХН2М і флюс АН-43 забезпечують високу міцність і пластичні властивості металу шва сталі 45, а застосування дротів з меншим легуванням Si і Mn може не забезпечити необхідного рівня властивостей металу шва. Склад хімічних компонентів флюсу АН-43 приведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Склад хімічних компонентів флюсу, % [6]

Марка флюсу	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	CaF ₂	Al ₂ O ₃	FeO	S, P
АН-43	18,0-22,0	5,0-9,0	14-18	≤ 2	17-21	30-36	2-5	≤ 0,05

Флюс АН-43 вибраний відповідно для зварювання вказаним легованим дротом з невисоким вмістом Si і Mn. Хімічний склад дроту Св-08ХН2М приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Хімічний склад дроту Св-08ХН2М, % [6]

Марка дроту	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
Св-08ХН2М	≤ 0,1	0,12-0,3	0,55-0,85	0,7-1,0	1,4-1,8	0,2-0,4	≤ 0,03	≤ 0,025

Зварювання кільцевих стиків повинне виконуватися "кутом вперед". Кут загину мундштука не повинен перевищувати 10-12°. Вибираючи кут загину дроту (рис. 2.1) змінюється в широких межах, ми не побачимо помітного впливу на формування шва, якості шва, поліпшення умов роботи.

Єдиним критерієм вибору кута рівного 10° являлася умова меншого зносу наконечника, чим при великих кутах загину. Наконечник необхідно міняти у міру зносу. Для збільшення терміну служби його рекомендують виготовляти із сплаву міді з карбідом ванадію.

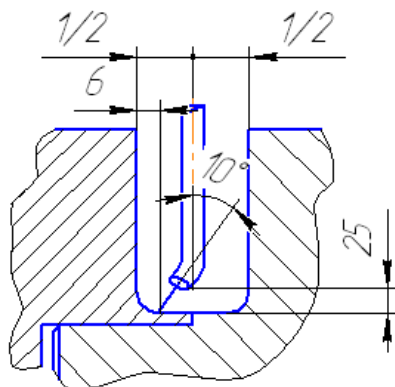


Рисунок 2.2 - Розташування мундштука в обробленні

При забезпечені якості з'єднання зваркою важливе значення має відстань "К" - відстань від кінця електродного дроту до стінки оброблення. При "К", менше за оптимальний - з'являються подрізи, при великих значеннях "К" - можливі несплави з кромкою. Експериментальним шляхом знайдено, що "К" рівне 6-7мм для цього режиму зварювання і діаметру дроту 3мм. Тільки за цієї умови можна забезпечити задовільну віддільність шлакової кірки з оброблення.

Із-за малої ширини оброблення - 30мм завдання вибору діаметру використовуваною для зварювального дроту скоротилася до двох типорозмірів 2 і 3мм. Дріт діаметром 3мм має переваги, зокрема, в частині збільшення продуктивності зварювання. Із-за більшої жорсткості, навіть при сильному зносі мундштука, шов "не гуляє" по обробленню. Але при зварюванні стали 45 дротом діаметром 3мм із-за спеціальних умов кристалізації у вузькому обробленні, більшому тепло-вкладення, ніж при використанні зварного дроту діаметром 2мм виникають гарячі кристалізаційні тріщини.

Досліди зварювання під флюсом у вузьке оброблення передбачали виконання розкладки по 2мм валика в шарі при заповненні оброблення шириною 28-30мм на режимах, що забезпечують отримання підвищеного коефіцієнта наплавлення за умови хорошого формування швів, високої їх якості і легкої віддільності шлаку.

При розрахунку режимів зварювання необхідною умовою є отримання швів з оптимальними розмірами і формою, що забезпечують високу технологічну міцність і високі експлуатаційні характеристики.

Для отримання швів оптимального співвідношення розмірів потрібно підібрати відповідність режимів зварки і катетами шва. Нині найширше практикувався вибір параметрів режиму зварювання по різних таблицях номограмам, побудованих на підставі великого числа експериментів.

Вибір оптимальних режимів зварювання повинен базуватися на порівнянні кількісних показників декількох варіантів, а це найпростіше, дешево і об'єктивно можна зробити розрахунковим шляхом. Розрахунок проводимо згідно джерела [4].

Площу розроблення визначаємо за формулою:

$$F_p = b \cdot \delta - 3R \quad , \quad (2.1)$$

де b – ширина розроблення;

δ – товщина металу;

R – радіус заокруглення кромки.

$$F_p = 30 \cdot 55 - 3 \cdot 3 = 1641 \text{ мм}^2.$$

Визначаємо силу зварювального струму:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \quad (2.2)$$

де h – глибина проплавлення, мм, приймаємо глибину проплавлення 3 мм;

k – коефіцієнт пропорційності, мм/100А.

Для електродного дроту діаметром 3 мм, $k = 1$ мм/100А.

$$I_{зв} = \frac{3}{0,7} \times 100 = 428 \text{ А}$$

Зварювальний струм приймаємо рівним 425А.

Визначимо діаметр електродного дроту:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad (2.3)$$

де $I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

j – густина струму, А/мм²;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{425}{65}} = 2,74 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр електродного дроту рівний 3 мм.
Визначаємо напругу на дузі:

$$U_{\delta} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1 \quad (2.4)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювальний, А;
 d_e – діаметр електродного дроту, мм;

$$U_{\delta} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{3^{0,5}} \cdot 425 = 34,1В$$

Приймаємо напругу на дузі рівний 34 В.

Коефіцієнт наплавлення:

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}} \quad (2.5)$$

де А – коефіцієнт пропорційності, при постійному струмі, А = 3,6;

В – коефіцієнт пропорційності при постійному струмі, В = 0,07;

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

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм;

$$\alpha_n = 3,6 + 0,07 \cdot \frac{425}{3} = 15,5 \frac{г \cdot А}{год}$$

Визначимо швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{n.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma} \quad (2.6)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г · А/год;

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

π – геометрична константа, $\pi = 3,14$;

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм;

γ – густина наплавленого металу, для сталі рівна 7,8 кг/м³;

$$V_{n.д.} = \frac{4 \cdot 15,5 \cdot 425}{3,14 \cdot 3^2 \cdot 7,8} = 119,71 \frac{м}{год} \approx 120 \frac{м}{год}$$

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad (2.7)$$

де F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу, ($400 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$);

$$V_{зв} = \frac{15,5 \cdot 10^{-3} \cdot 425}{400 \cdot 10^{-6} \cdot 7,8 \cdot 100} = 21,1 \text{ м/год}$$

Тоді швидкість зварювання одного проходу рівна $V_{зв.пр.} = 21,1 \text{ м/год}$.

Визначаємо площу поперечного перерізу шва:

$$F_{np} = \frac{V_{зв.пр.} \cdot F_e}{V_{зв}} \quad (2.8)$$

де F_e – площа поперечного перерізу електродного дроту, мм^2 ,

$$F_e = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2.9)$$

$$F_e = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} = 7,06 \text{ мм}^2$$

$$F_{np} = \frac{121,1 \cdot 7,06}{21,1} = 40 \text{ мм}^2$$

Визначаємо кількість проходів:

$$n = F_p - F_{np}^2 + 1 \quad (2.10)$$

$$n = 1641 - 40^2 + 1 = 42 \text{ пр.}$$

Результати розрахунків представлено в таблицю 2.3.

Таблиця 2.4 – Режимы зварювання

Сила струму Ізв, А	Напруга на дузі U_d , В	Діаметр дроту d_e , мм	Швидкість зварювання $V_{зв}$, м/год	Швидкість подачі дроту $V_{п. д.}$, м/год
425	34	3,0	21	120

2.2 Вибір зварювального устаткування

Для автоматичного зварювання під флюсом у вузьке оброблення кромки будемо застосовувати автомат А1569М (рис.2.2) [7].

Автомат А1569М підвісного типу призначений для автоматичної або напівавтоматичної дугової зварки кільцевих швів у глибоке розроблення кромки, а також для наплавлення зовнішніх поверхонь циліндричних виробів. Застосування

даного апарату дозволяє зварювати деталі довжиною до 10 метрів, зовнішнім діаметром 3450 мм та глибиною розроблення кромки до 400 мм. У комплект до даного автомату входить потужне джерело нагрівання, що дозволяє підігрівати кромки з'єднань до температури 350 °С перед зварюванням.

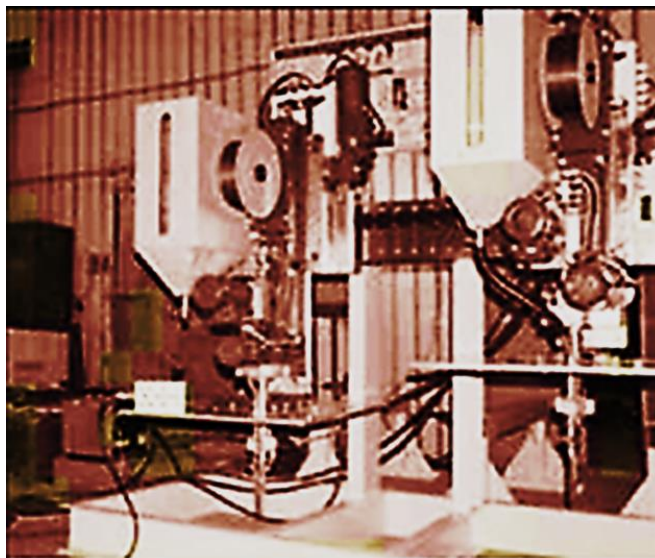


Рис. 2.2. – Загальний вигляд автомата А1569М [7]

Апарат складаються з механізмів, а саме:

- ✓ горизонтального та вертикального переміщення;
- ✓ подачі зварного дроту зі змінними шестернями роликками для різних діаметрів дроту;
- ✓ повороту мундштука з муфтою граничного моменту, що запобігає поломці мундштука при зварюванні;
- ✓ системи подачі флюсу з ручною шиберною заслінкою.

Даний апарат комплектуються змінними мундштуками, струмопідвідними наконечниками та спіралями для різної глибини розроблення кромки та діаметру зварювального дроту. Апарат може працювати на трьох режимах: "Налагодження", "Напівавтомат" та "Автомат". Режим "Налагодження" використовується для перевірки механізмів та настановних переміщень перед зварюванням. Режим "Напівавтомат" дозволяє керувати процесом зварювання з ручним поворотом мундштука для розкладання валиків та підйому апарата на наступний шар зварного шва. Режим "Автомат" призначений для автоматичного керування технологічним

процесом багатопрохідного зварювання з автоматичною розкладкою валиків та підйому апарата на наступний шар.

До складу автомата входить: зварювальна голівка, механізм відліку оборотів, пульт управління і шафа управління. Механізм відліку оборотів встановлюється на шпинделі обертання виробу. Розкладка валиків по ширині оброблення виконується поворотом зігнутого мундштука, а перехід на наступний шар - підйомом зварювальної голівки на висоту наплавленого металу. Поворот мундштука в обробленні і підйом зварювальної голівки здійснюється по команді механізму відліку оборотів. Автомат забезпечений механічним покажчиком положення мундштука в зазорі зварного шва, а на пульті управління є світлова пляма, що вказує напрям наступного переміщення. Технічна характеристика зварювального автомата А1569М приведені в табл.2.5.

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика А1569М [7]

Глибина розроблення кромки, мм	не більше 400
Ширина розроблення кромки, мм	24...36
Зварювальний струм, А (ПВ100%)	500
Діаметр електродного дроту, мм	1,2...3,2
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	30...350
Величина підйому головки, мм	не більше 500
Зміщення головки вздовж осі виробу, мм	не менше ± 75
Швидкість підйому головки, м/хв:	
робоча	0,05
маршова	1,5
Швидкість зміщення вздовж осі виробу, м/хв:	
робоча	0,05
маршова	1,5
Заповнення зазору валиками (В автомат. режимі), шт.	1...3
Температура попереднього нагрівання виробу, що зварюється (наплавляється), °С	не більше 350
Напруга і частота мережі живлення 3*380 В,	50 Гц

Оскільки зварювання ролика проводимо струмом 420-450А, то цей автомат комплектуємо джерелом живлення КИУ-501 (рис. 2.3). Даний випрямляч забезпечує плавне регулювання робочої напруги і струму в одному діапазоні. Технічна характеристика приведена в табл. 2.6.



Рис. 2.3 – Загальний вид зварювального джерела КИУ-501 [8]

Таблиця 2.6 - Технічні дані КИУ- 501[8-9]

Параметри	Значення
Номінальний зварювальний струм, при ПВ=60%, А	500
Напруга холостого ходу, В	80
Номінальна робоча напруга, при роботі на, В:	
жорстких	50
падаючих	46
Межі регулювання зварювального струму при роботі на, А:	
жорстких	60 – 500
падаючих	50 – 500
Межі регулювання робочої напруги, В	
жорстких	18 – 50
падаючих	22 – 46
Первинна потужність, кВ А	10
ККД, %	82
Габаритні розміри автомата, мм :	790x670x880
Маса, кг	300

Для попереднього підігрівання кромek зварних з'єднань застосовують чотири секції нагрівальних установок. Вони забезпечують нагрів зварюваних

кромки в плинні певного часу до температури підігрівання. Нагрів здійснюється зовнішніми нагрівальними облаштуваннями тунельного типу, що оточують виріб по колу дугою орієнтовно 180° . Система нагріву реалізується двома візками, що переміщається уздовж виробу з неробочого боку, на кожній з яких встановлені по два регульовані по діаметру сектори, що несуть по 4 нагрівачі. Електроживлення системи нагріву здійснюється від мережі 380 В трьома окремими фазами.

Неможливість застосування індукційного нагріву із-за: неможливості супутнього підігрівання виробу із-за наявності магнітних полів індуктора, які порушують нормальну течію процесу зварювання. Усунути недоліки дозволяє спосіб радіаційного нагріву, який здійснюється зовнішніми нагрівальними облаштуваннями панельного типу, що мають можливість переміщатися відносно виробу відповідно до його типорозміру. Технічна характеристика нагрівачів приведена в таблиці 2.7.

Використання цих пристроїв спрямоване на розширення діапазону застосування системи нагріву для місцевого термічного оброблення. Ці нагрівачі цілком придатні для нагріву виробу із сталі 45.

Таблиця 2.7 - Технічна характеристика нагрівача [1]

Параметри	Значення
Діаметр оброблюваних виробів, мм	400-1540
Максимальна кількість нагрівальних елементів	16
Максимальна кількість нагрівальних елементів в одному ланцюзі, шт	8
Потужність одного нагрівального елемента, кВт	2,33
Потужність одного ланцюга нагрівальних елементів, кВт	18,68
Потужність нагрівальних ланцюгів загальна, кВт	37,36
Температура підігрівання виробу, $^{\circ}\text{C}$	300
Хід телескопа максимальний, мм	1130
Хід візків по рейках в межах, конструкції порталу, мм	4400
Загальна потужність електродвигунів, кВт	5,24

2.3 Вибір методу контролю якості виробу

Проконтролювати якість зварювального з'єднання після закінчення процесу зварки необхідно для виявлення дефектів. Контроль зварювального з'єднання великого перерізу необхідно проводити із використанням ультразвукових методів. Зварні шви ролика прозвучиваються по третій категорії. Способи неруйнівного контролю мають деякі переваги, основним завданням яких є не лише усунення наявності або відсутності дефекту, але і виявлення міри дефектності (розміри і характер дефекту). Отримувана інформація, по-перше, дозволяє оцінити можливість ремонту, по-друге, виявити причини утворення дефекту і намітити заходи по запобіганню його появи [10].

Для контролю контакту зварювання найбільш широке застосування отримав луна- метод, при якому ознакою виявлення дефекту є прийом шукачем луна- імпульсу від самого дефекту.

Ультразвукові дефектоскопи призначені для випромінювання ультразвукових вібрацій, прийому ехо-сигналів, встановлення положення розмірів дефектів.

Апаратура для ультразвукового контролю включає п'єзо-перетворювач, електронний блок і допоміжні пристрої.

Висока якість зварної конструкції може бути забезпечена за умови суворого дотримання післяопераційного контролю.

Зварні шви відповідальної металоконструкції повинні піддаватися ультразвуковому контролю третьої категорії по нормах:

- при довжині понад 400 до 3000 мм - 20% довжини шва.

При вибраному контролі ультразвуком обов'язковому контролю при технічній нагоді такого підлягають місця перетинів, викривлень і кінцеві ділянки швів.

Для виявлення дефектів у багатошаровому зварному шві застосовуємо портативний ультразвуковий дефектоскоп УДЗ-204 (рис. 2.4).



Рис. 2.4 – Ультразвуковий дефектоскоп УДЗ-204 [11].

2.4 Опис запропонованого технологічного процесу

Метод виготовлення деталей повинен вибиратися в залежності допусків на їх розміри, наявності устаткування і економічної доцільності застосування того або іншого методу. Для виготовлення цапфи ролика використовуються поковки з вуглецевої сталі 45 кованих на пресі зусиллям 100Н.

Схема отримання цапфи з поковки з урахуванням подальшої механічної обробки ролика після зварювання зображена на рис. 2.5.

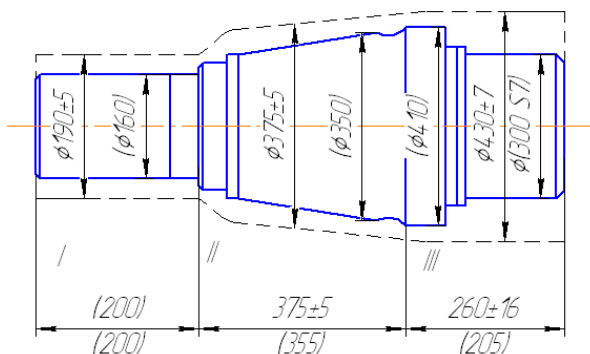


Рис. 2.5 - Схема отримання цапфи з поковки

Схема отримання цапфи з поковки за допомогою механічної обробки показана на рис. 2.6.

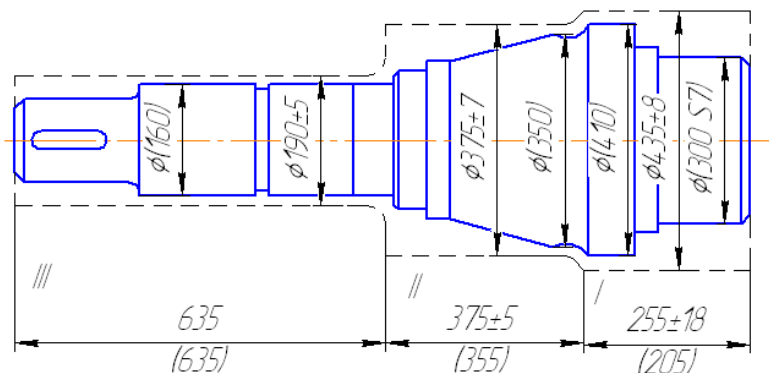


Рис. 2.6 - Схема отримання цапфи з поковки що поступає на складання

Після підбору металу по розмірах і марці сталі робимо на заготівельній ділянці наступні операції: очищення, розмічування, оброблення кромки і чорнове точіння на токарному верстаті, потім свердять отвір на цапфі.

Технологічний процес виготовлення ролика проходить ряд попередніх механообробних операцій, що дозволяють отримати деталі з відповідними розмірами і допусками. Ці операції виконуються на сучасному устаткуванні.

Металопрокат перед поданням на заготівельну ділянку підлягає очищенню і нанесенню антикорозійних покриттів. Очищення заготовки від окалини, іржі і інших забруднень є дуже трудомісткою операцією. Для очищення можуть використовуватися зачисні верстати із робочими елементами у вигляді металевих щіток. Механічне очищення застосовується в основному для обробки чорних металів.

Для запобігання металу від корозії окрім очищення зазвичай проводять пасивування або ґрунтовку, що дозволяють проводити зварювання без видалення захисного покриття.

Найбільш важливою операцією вважається розкрій, який потрібний для раціонального використання металу і збереження втрат на відходи. Розмітку труби роблять спочатку торцюванням, а потім по метражу ріжеться з невеликим припуском. Різання роблять на токарному верстаті моделі 165. Цей верстат

здійснює обробку кромки і поверхонь, різання, зняття фасок, обробку торця, розточування. Кромки обробляються точно, оскільки необхідно отримати необхідні розміри по ширині і довжині.

При виготовленні цапфа ролика чистовій обробці піддаються тільки ті кромки і поверхні, які безпосередньо беруть участь в утворенні зварного з'єднання. Усі інші поверхні проточуються з припуском 10 мм. По завершенню зварювання ролика вирушають в механічний цех, де проводиться обробка начисто.

Отвір виконаний на цапфі свердлять на горизонтально-розточувальному верстаті, модель 2А-620-1. Верстат оснащений спеціальним свердлом, що дозволяє отримати отвір завдовжки 360 мм.

Після виконання однієї операції заготовля транспортується по ділянці в заданому напрямі до іншого верстата за допомогою електромостового крану відповідно до технологічного маршруту. Необхідно встановити контроль за тим, щоб готові деталі знаходилися в наявності на складському місці безпосередньо біля ділянки складання.

Технологічний процес виготовлення бочки ролика включає наступні операції:

- розмічування. Розмітити діаметр 300 мм. ;
- точіння. Встановити деталь, виставити, закріпити, фрезерувати торці заготовлі, розточити два фаски $5 \times 60^\circ$, гострити по довжині 2639 мм. два місця під люнет і два контрольні поясочки. Гострити діаметр 410 мм. Встановити на люнети, відцентрувати, закріпити. З переустановленням деталі в люнеті підрізувати торці деталі в розмір 2639 мм. Розточити два отвори діаметром 300 мм. по Н7, витримати розміри 140 мм.

Технологічний процес виготовлення цапфи виконується за наступними операціями:

- розмітка. Перевірити придатність, нанести осьові. Провести двобічне розмічування центру;
- точіння. Встановити призму, виставити, закріпити. Фрезерувати торці під зацентрування. Звести осьові лінії. Зробити двобічне центрування деталі

центрами форми. Прорізати грубо під міру і в міру торець діаметру 300 мм. Гострити грубо під міру і в міру діаметр 300 мм по S7 на довжину 125 мм. Гострити кромку з радіусом 3 мм, припуск з боку діаметру 150 мм не різати. Контроль ОТК. Зняти деталь;

- розмітка. Розмітити під отвір діаметром 10мм, витримавши розмір діаметру 130мм;
- точіння. Встановити призми, виставити, закріпити. Встановити деталь на підкладних призмах, виставити, закріпити;
- свердління. Свердлити отвір діаметром 10мм . Контроль ОТК. Зняти деталь.

На рис. 2.7 зображено оброблення кромки з необхідним припуском під зварювання.

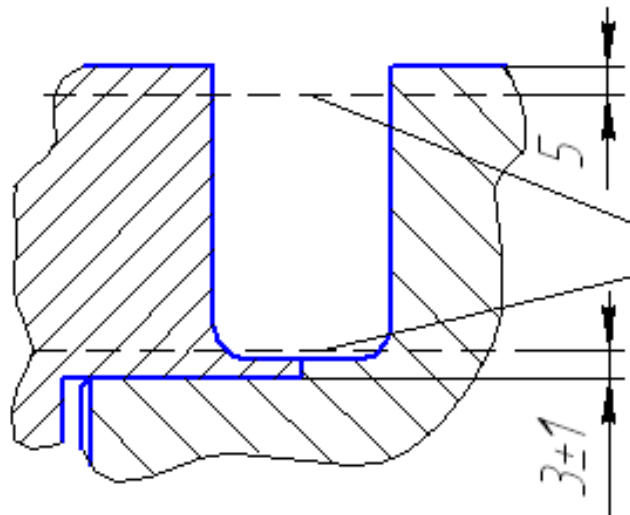


Рис. 2.7 - Припуски під зварювання

Процес складання розпочинається з встановлення за допомогою мостового крану на підйомні опори пристосування для складання ролика рольганга - бочку, після цього його приводять в робоче положення і включають електронагрівачі. Під час нагріву кромки бочки за допомогою крану встановлюють на візки пристосування цапфи.

Потужність нагрівачів забезпечує температуру, що визначається контролем за допомогою контактної термопари, і вмикає електронагрівачі та включає подання повітря в пневмоциліндри приводу візків, в наслідок чого, при русі візків, цапфи

входять в отвори бочки розширені від нагріву до упору, тобто замість посадки з натягом Н7/С7 утворюється посадка з проміжком.

Після запресування цапф, знімають зібраний ролик з пристосування в наступному порядку: відкрити теплоізолюючі кожухи електронагрівачів; включити подання повітря в пневмоциліндри підйомних опор - опори разом з роликом піднімуться; включити зворотний хід пневмоциліндрів приводу візків- візки від'їдуть в первинне положення; зробити строповку; включити подання повітря в пневмоциліндри підйомних опор - опори під дією ваги опустяться; зняти за допомогою крану ролик з пристосування і транспортувати на зварювання.

Встановлюються в зварювальну установку на люнети ролик та зафіксовується. Підводяться нагрівачі і включається механізм обертання.

Процес нагріву під зварювання вимагає максимальної теплової ізоляції від охолодження довкіллям. Перед кожним процесом нагріву перевіряється справність електричної частини системи. Включити нагрівальну систему і зробити нагрів оброблення до температури 300°C. Температуру контролювати терморпарою. Після нагріву відключити установку, механізмом переміщення відвести нагрівачі в перед робоче положення від оброблення. Підготувати до роботи і перевірити два зварювальні апарати. Розпакувати мішки з флюсом, просіювати, прожарити в печі при температурі 380÷450°C протягом 2 годин. Температуру контролювати по приладу. Засипати прожарений флюс у бункер зварювального апарату. У течії усього процесу зварювання періодично робити засипку флюсу у флюсоапарати. Розконсервувати бухти із зварювальним дротом св-08ХН2М та перевірити наявність маркування і сертифікату. Намотати в касету і встановити в касетотримач.

Підвести колони із зварювальними апаратами до осі шва і зробити наступний ряд операцій по налаштуванню перед проведенням зварювання. Закріпити зварювальний дріт. Встановити зварювальний мундштук. Встановити величину крокового підйому апарату на реле часу виходячи з висоти валика рівну 2,8÷3мм, встановити необхідну швидкість переміщення мундштука в обробленні.

Встановити виліт електроду 25мм, повернути мундштук в середнє положення і опустити його в оброблення.

Підняти мундштук так, щоб кінець електроду знаходився на рівні кромки оброблення і повернути його в одне з крайніх положень. Зняти кришку механізму повороту і відрегулювати радіус кривошипа, так, щоб кінець електроду торкався кромки оброблення. Зафіксувати це положення і встановити кришку на місце. За допомогою регульованих упорів рейки остаточно відрегулювати кут повороту мундштука з урахуванням проміжку між бічною стінкою оброблення і кінцем електроду. Для дроту діаметром 3мм призначаємо "К" рівне 6мм. Встановити необхідну ділянку перекриття валиків в 100мм, за допомогою змінних шестерень на механізмі відліку оборотів.

Заправити бункер апарату флюсом і повернути мундштук в середнє положення. Підключити шланги для охолодження екрану. Перевірити роботу електричної схеми і режим роботи за програмою. Випробувати режим зварювання на бочці, для цього необхідно встановити режим зварювання при діаметрі дроту 3мм наступний: зварювальний струм $380 \div 420$ А, напруга на дузі $38 \div 40$ В, швидкість зварювання $20 \div 22$ м/год, швидкість подання дроту $112 \div 118$ м/год, довжина дуги 25мм. Швидкість зварювання встановлюється на обертачі. Зробити нагрів зварюваних кромки виробу до температури 300°C . Зниження температури виробу нижче 200°C не допускається.

Мундштук встановити в середнє положення, опустити в оброблення, виставити виліт електроду. Встановити над обробленням пристрій, призначений для відсмоктування газів із зони дуги при зварюванні.

Запуск автомата для зварювання за програмою здійснюється в режимі "наладки". Проведемо автоматичне багат шарове зварювання під флюсом з програмним управлінням кореневої частини оброблення на висоту 55мм, встановивши мундштук в середнє положення.

Включити обертання виробу, подати флюс. Прокласти зварний шов по середині оброблення(управління розкладної валика робити в ручному режимі).

Режим повинен відповідати заданому: зварювальний струм $420 \div 450$ А, напруга на дузі 34-36 В, швидкість подання дроту $120 \div 125$ м/ч.

Встановити перемикач на програму розкладки в два валики, встановити перемикач в положення "наладка".

Подати флюс включивши обертання виробу. При одночасному зварюванні декількох поворотних стиків електрична схема управління зварювальними голівками повинна забезпечувати пуск установки тільки при синхронному збудженні усіх зварювальних дуг.

У момент подання сигналу механізмом відліку оборотів натиснути кнопку "зварювання пуск" і після збудження дуги встановити перемикач в положення "автомат", потім натиснути кнопку напряму чергового переміщення мундштука. Далі зварювання виконується в автоматичному режимі з розкладкою в два валики в оброблення шириною 30мм. Встановити режим зварки, який забезпечує отримання валика з необхідними геометричними розмірами, що гарантує отримання якісних подальших шарів. Другий шов прокласти під лівою стороною оброблення.

Поворот мундштука і підйом зварювальної голівки здійснюється по команді механізму відліку оборотів. Заповнення оброблення відбувається в наступному порядку: другий шов накладається з лівого боку, поворот, потім третій з правого боку, підйом, четвертий з правого боку, поворот мундштука наліво, п'ятий з лівого боку, підйом, шостий ліворуч і так далі

Температура виробу 300°C , шлакові включення не допускаються. Температуру виробу контролюють за допомогою термопари. Відстань дроту до стінки оброблення - 6мм. Зміщення апарату з "зеніту" - $15 \div 20$ мм. Періодично робити прибирання флюсу і шлакової кірки з ящиків, просіювати і засипати у флюсоапарати. Зварювання вести без зупинки, супроводжуючи при цьому тільки супутнім підігріванням. В процесі зварювання зварювальником робиться візуальний контроль якості зварки, а також контроль повноти видалення шлакової кірки. Після п'яти годин зварювання зону стику щільно закрити азбестовим полотном для забезпечення уповільненого охолодження. Після завершення

процесу зварювання відвести зварювальні голівки разом з нагрівачами, зробити строповку, відпустити кулачки планшайби і за допомогою крану відправити зварений ролик на ділянку термообробки. Зробити прибирання.

В результаті місцевого нагріву металу, обумовленого дією концентрованого джерела теплоти, в зварній конструкції виникає тимчасова і залишкова зварювальна напруга. Площинна зміна деформації характеризується у зменшенні розмірів виробу, з чим більше необхідно рахуватися при виборі заготовок деталей і складанні під зварку, передбачаючи відповідний припуск на зменшення розмірів.

Для зняття зварювальної напруги, що виникла при виготовленні ролика, виконаного із сталі 45, потрібна висока відпустка в печі при температурі 580-630°C з подальшим повітряним охолодженням. Ця операція дозволяє отримати кращу пластичність і в'язкість металу, а також спричиняє збільшення надійності і довговічності виробу.

Параметри режиму відпуску в печі:

- температура печі не більше 400°C;
- швидкість нагріву не більше 50 °C/год;
- час вирівнювання температури не менше 2 годин;
- час витримки при температурі відпустки не менше 5 годин;
- швидкість охолодження не більше 50 °C/год;
- температура до якої роблять охолодження в печі 200°C;

Порушення термічних режимів оброблення може привести до дефектів, характерними з яких є : внутрішні і зовнішні тріщини, крупнозерниста структура, нерівномірна твердість, оплавлення поверхні, знеуглецювання. Крупнозерниста структура є результатом перегрівання виробу вище заданої температури або перевищенням часу витримки, необхідної для вирівнювання температури по усьому виробу.

2.5 Нормування технологічного процесу складання і зварювання

При розрахунку часу збирання ролика необхідно знати температуру нагріву кромки бочки і час нагріву [12].

Температуру підігрівання можна визначити по формулі:

$$T_{\text{под.}} = T_e + \Delta T K \quad (2.11)$$

де $T_{\text{под.}}$ - температура підігрівання кромки бочки необхідна для складання ролика по посадці з натягом, °С;

T_e - температура довкілля, °С;

ΔT - температура при якій діаметр труби збільшується на необхідний розмір, °С;

K - коефіцієнт гарантії.

Проте

$$\Delta T = L1 - L0\alpha \quad (2.12)$$

де $L1$ - довжина кола цапфи в місці посадки, м;

$L0$ - довжина кола бочки в місці посадки, м;

α - коефіцієнт розширення, град⁻¹.

Довжина кола рівна:

$$L1 = \pi D1 \quad (2.13)$$

де $D1$ - діаметр цапфи в місці посадки, м

$$L1 = 3,14 \cdot 0,30017 = 0,943 \text{ м}$$

$$L0 = 3,14 \cdot 0,300 = 0,942 \text{ м}$$

Таким чином: $\Delta T = 0,943 - 0,94211 \cdot 10^{-6} = 90^\circ\text{C}$

Тоді температура підігрівання при складанні рівна

$$T_{\text{под.}} = 20 + 90 \cdot 1,5 = 160 \text{ }^\circ\text{C}$$

Час на підігрівання при розрахованій потужності нагрівачів складає 50хв.

Визначимо норму часу на складання включаючи підігрівання.

По розробленому процесу після установки бочки в складальне пристосування включаються нагрівачі, які роблять нагрів кромки бочки за певний час. Одночасно з цією операцією відбувається установка краном цапфа, тому цей час перекривається.

При установці краном в складальне пристосування бочки ролика масою 1886 кг норма часу визначається по формулі:

$$T1 = 0,48 \cdot m_{0,27} = 0,48 \cdot 18860,27 = 3,68 \text{ хв.} \quad (2.14)$$

Аналогічно визначаємо час на установку цапфи позиція 2 масою 512кг і цапфи позиція 3 масою 580кг.

$$T2 = 0,48 \cdot 5120,27 = 2,59 \text{ хв.}$$

$$T3 = 0,48 \cdot 5800,27 = 2,67 \text{ хв.}$$

Час підігрівання дорівнює 50 хв.

Час на зняття зібраного ролика визначається по формулі:

$$T_{сн.} = 0,48 \cdot m_{0,27} \cdot a1 \cdot a2 \quad (2.15)$$

де m - маса ролика після складання, кг;

$a1$ - коефіцієнт приймається при знятті вузла;

$a2$ - коефіцієнт враховує довжину зібраного вузла більше 4-х метрів.

$$T_{сн.} = 0,48 \cdot 29780,27 \cdot 0,9 \cdot 1,15 = 4,31 \text{ хв.}$$

Норма часу на складання ролика визначається по формулі:

$$N_{вр} = [(T1 + T_{сн.}) \cdot (1 + a_{п.з.} \cdot 100) \cdot K_c \cdot D_o \cdot П] + t_{п.н.} + t_{под.} \quad (2.16)$$

де $a_{п.з.}$ - коефіцієнт враховує підготовчо-завершальний час %;

K_c - коефіцієнт характеру виробництва;

D_o - коефіцієнт;

$П$ - кількість в партії;

$t_{п.н.}$ - час необхідне пневмоциліндрам, щоб зібрати вузол, хв;

$t_{под.}$ - час підігрівання бочки, хв.

$$N_{вр} = [(3,68 + 4,31) \cdot (1 + 3100) \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1] + 0,15 + 50 = 55,6 \text{ хв.}$$

Визначимо норму часу на автоматичне зварювання під флюсом по формулі:

$$T_n = (T_{ншк} \cdot L \cdot n + t_b) K \quad (2.17)$$

де T_n - норма часу зварювання, мін;

L - довжина зварного шва на виробі по кресленню, м;

N - кількість проходів, шт;

t_b - допоміжний час, залежний від виробу і типу устаткування, хв;

D_o - коефіцієнт, що враховує затрати часу на робоче місце та власні потреби.

При цьому рівно:

$$T_{ншк} = (t_o + t_{вм}) \cdot K_1 \cdot K_{с1} \quad (2.18)$$

де $T_{ншк}$ - неповний штучно-калькуляційний час, мін;

t_o - основний час автоматичного зварювання, мін;

$t_{вм}$ - допоміжний час, залежний від довжини зварюваного шва, мін;

K_1 - коефіцієнт протяжності шва;

K_{c1} - коефіцієнт серійності виробництва.

$$t_0 = 60(1V_{св1} + 1V_{св2})$$

де $V_{зв}$ - швидкість зварювання відповідності проходу, м/ГОДИНУ.

$$t_0 = 60(120 + 122) = 5,73 \text{ хв.}$$

$$t_{вм} = t_1 + t_2 + t_3 + t_n$$

де t_1 - час на збір флюсу і засипку його у бункер, хв;

t_2 - час на заміну касети, хв;

t_3 - час на зачистку перед зварюванням зварюваних кромek від іржі, хв;

t_n - час на огляд шва, хв.

$$t_{вм} = 0,2 + 0,1 + 0,4 + 0,2 = 0,9 \text{ хв.}$$

Тоді,

$$T_{ншк} = (5,73 + 0,9) \cdot 1 \cdot 0,8 = 5,3 \text{ хв.}$$

Довжина шва

$$L = 3,14 \cdot 0,355 = 1,11 \text{ м.}$$

$$t_{ви} = t_5 + t_6 + t_7 \quad (2.19)$$

де t_5 - час на підготовку стаціонарного автомата до зварювання об'ємної конструкції, хв;

t_6 - час на установки вузла, мін;

t_7 - час на зняття і транспортування, хв.

$$t_{ви} = 14 + 4,2 + 3,2 = 21,4 \text{ хв.}$$

$$t_{опер.} = t_0 + t_{ви} \quad (2.20)$$

де $t_{опер.}$ - оперативний час, хв.

$$t_{опер.} = 5,73 + 0,9 = 6,63 \text{ хв.}$$

Підготовчо- завершальний час по відношенню до $t_{опер.}$, %.

$$t_{п.з.} = 4100 \cdot 6,63 = 0,265 \text{ хв.}$$

$$D_0 = 1 + a_{обс} + a_{отд} + 3100 \quad (2.21)$$

де $a_{обс}$ - обслуговування робочого місця по відношенню до $t_{опер.}$, %;

$a_{отд}$ - на відпочинок оперативного часу %;

З- підготовчо- завершальний час до $t_{опер.}$, %.

$$D_0 = 1 + 4 + 2 + 4100 = 1,1$$

Підставимо отримані результати у формулу для розрахунку норми часу :

$$T_H = (5,3 \cdot 1,11 \cdot 44 + 21,4) \cdot 1,1 = 310 \text{ хв.}$$

Перевівши отримані значення в години отримаємо, що час автоматичного зварювання займає 5,17 год. У таблиці 2.8 приведені усі норми часу на одиницю продукції.

Таблиця 2.8 - Нормування процесу складання-зварювання ролика

Зміст робіт	Чинники, що впливають на тривалість робіт	Номер карти	Час по нормативах, хв
1. Встановити бочку позиція 1 в складальне пристосування за допомогою мостового крану	$m = 1886 \text{ кг}$ $d = 410 \text{ мм}$ $L = 2639 \text{ мм}$	4	3,68
2. Включити нагрівачі для підігрівання кромки бочки.	$L_p = 150 \text{ мм}$ $T_H = 160 \text{ }^\circ\text{З}$	59	50
3. Зробити складання деталей по посадці з проміжком за допомогою пневмоциліндрів	$\Pi = 2 \text{ шт.}$ $P = 6,3 \text{ атм}$	28	0,15
4. Зняти зібраний ролик з пристосування краном	$m = 2978 \text{ кг}$	4	4,31
5. Транспортування до зварювальної установки	$L = 50 \text{ м.}$		2
6. встановити ролик в зварювальне пристосування	$m = 2978 \text{ кг}$	4	4,8
7. Зробити нагрів кромки бочки нагрівальними установками по заданій температурі	$T_{\text{под.}} = 300^\circ\text{З}$		50
8. Зробити автоматичну зварку під флюсом у вузьке оброблення двома автоматами			310
9. Зняти зварений ролик із зварювальної установки	$m = 3004 \text{ кг}$		4,31
Всього			$\Sigma = 420$

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Опис конструктивних схем зварювального устаткування

Конструктивні схеми пристосувань, які використовуються при виготовленні ролика, забезпечують необхідну послідовність складально-зварних робіт.

Для складання ролика було вибрано і спроектовано спеціальне складально-зварювальне обладнання.

Враховуючи особливості запропонованого технологічного процесу (див. пункт 2.4) складання елементів ролика здійснюється із запресуванням з натягом двох цапф з бочкою. Відповідно було запропоновано спеціальну установку для складання ролика методом запресування з натягом (рис. 3.1) та зварювальна установка (рис.3.2).

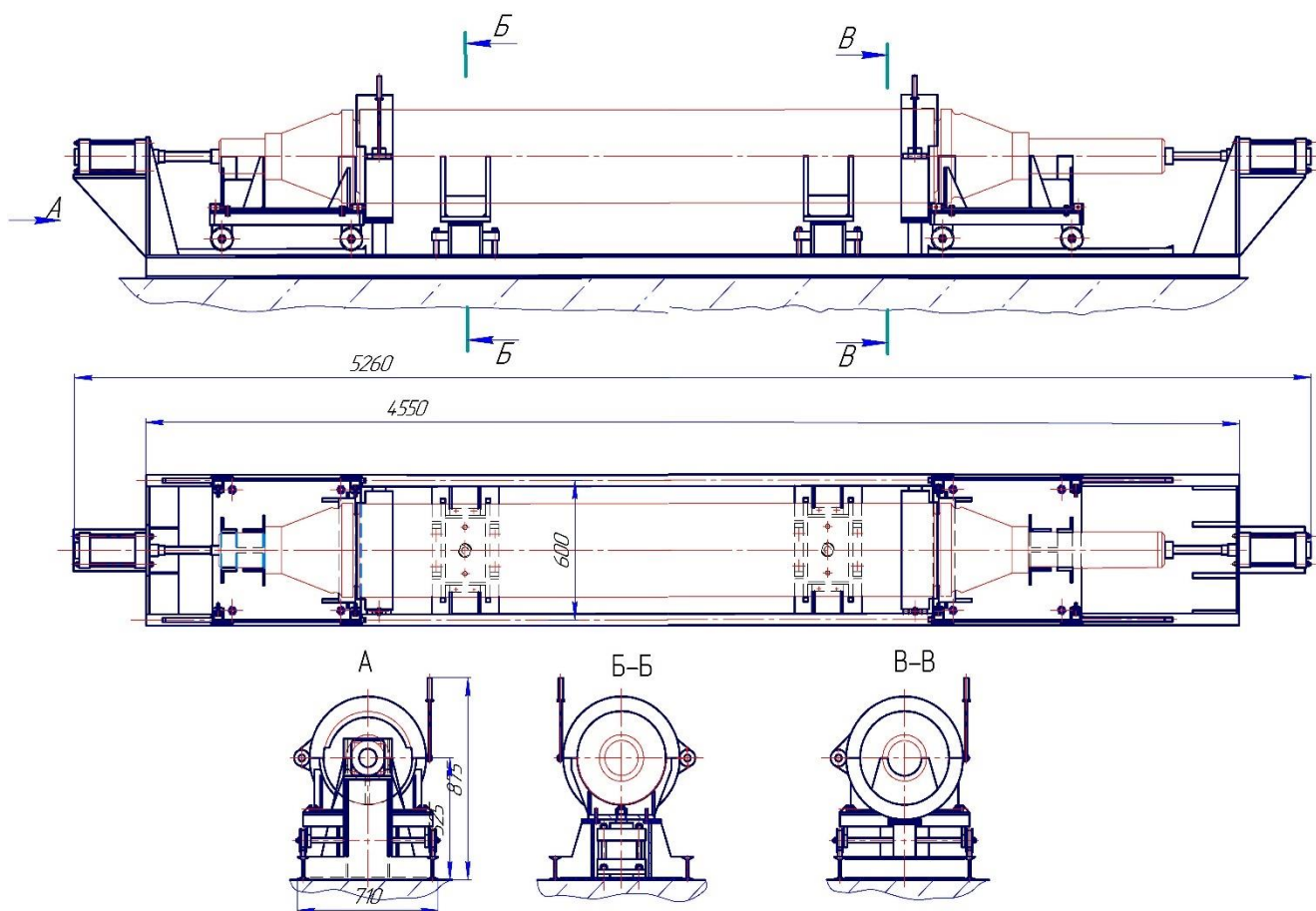


Рис. 3.1 - Установка для складання ролика

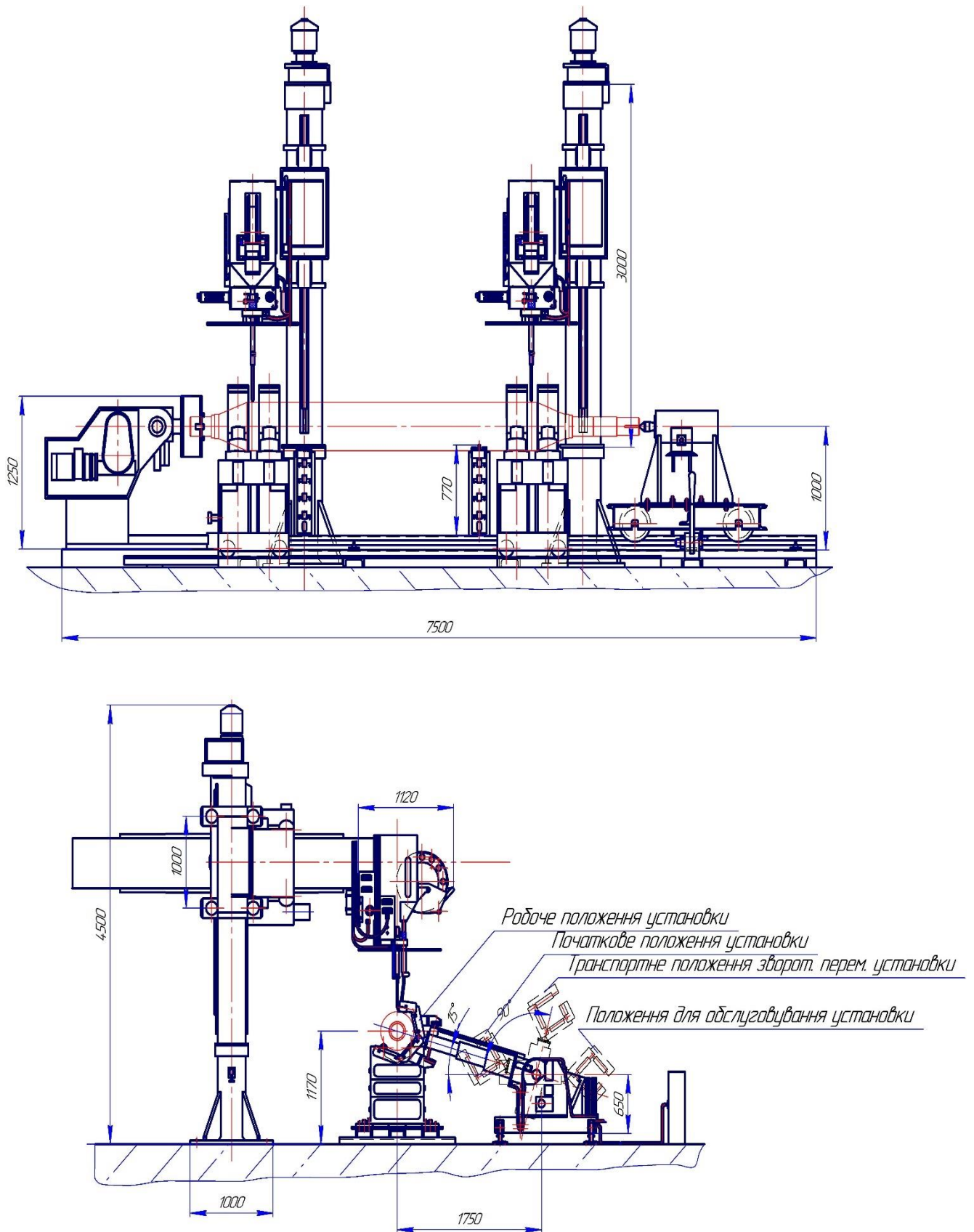


Рис. 3.2 Зварювальна установка

Установка для складання ролика складається із підйимальної опори, нагрівача, постелі вкладання бочки, рами, візків для встановлення цапф, штовхачів та пневматичних притискачів. Робота даної установки заключається в наступному: на підйомні опори та постіль встановлюється циліндрична частина ролика (бочка), підводяться нагрівачі, за допомогою яких здійснюється нагрівання до температури 350°C зварні кромки. Паралельно з цим встановлюються на візки, які розміщені із двох сторін встановлення бочки, цапфи. Після досягнення необхідної температури кромки бочки вмикаються пневматичні притискачі і проходить одночасне запресування цапф. Підйимальні опори та постіль для вкладання бочки містять пневмоприводи за допомогою яких здійснюють регулювання співвісності між кромками бочки та цапфами в процесі запресування.

Після завершення процесу складання за допомогою спеціального перекидного пристрою (рис. 3.3) здійснюють встановлення складеного ролика в зварювальну установку.

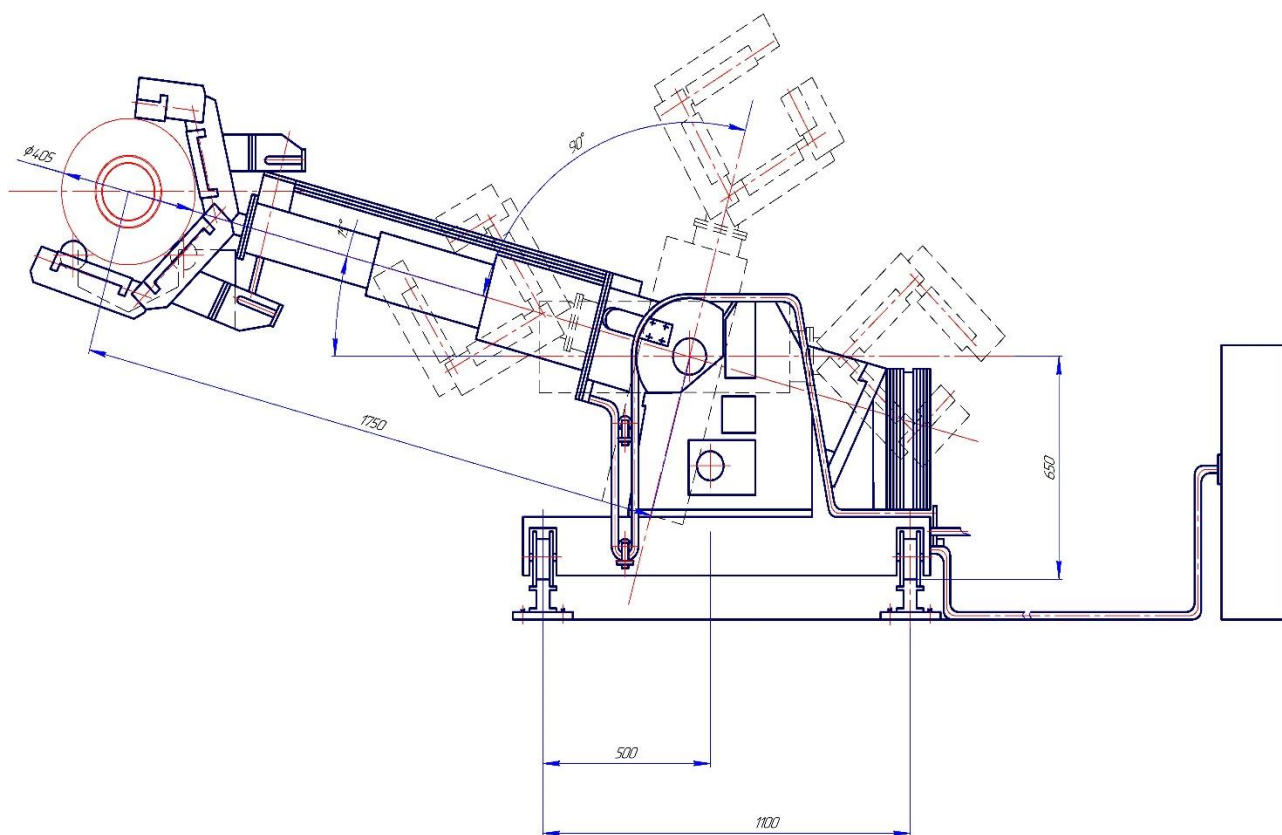


Рис. 3.3 Перекидний пристрій

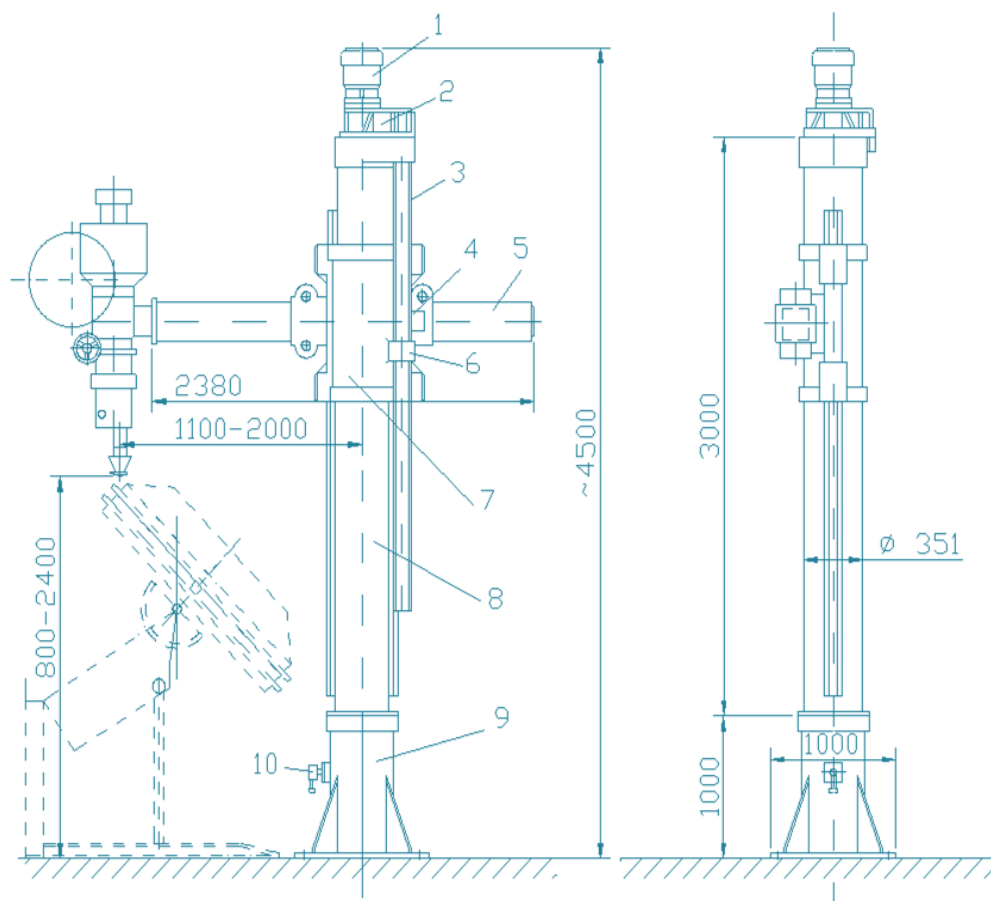
Зварювальна установка складається із перекидного пристрою, роликів упор, зварювального обертача М31070, та зварювальної колони ПК-1 на якій розміщений зварювальний автомат А1569М. Робота установки заключається в тому, що за допомогою перекидного пристрою складений ролик встановлюється на роликові опори, які розташовані таким чином, що складений зазор між бочкою і цапфами знаходиться між ними. Тобто, здійснюється утримання окремо цапф та бочки. Після встановлення ролика на опори здійснюють фіксування в привідній бабці зварювального обертача із лівої сторони цапфи, а із правої сторони притискають за допомогою непривідної задньої бабки. Після встановлення вмикають зварювальний обертач та перевіряють співвісність всіх складальних елементів та встановлюють швидкість обертання складеного ролика. Коли проведено всі налаштування швидкості зварювання та співвісності, проводять налаштування зварювальних колон ПК-1 та зварювальних автоматів А1569М, які розташовані із двох сторін бочки і призначені для одночасного зварювання двох кільцевих швів.

Установка і застосування зварювальних автоматів здійснюється за допомогою зварювальних колон.

Колони застосовуються для монтажу та руху зварних пристроїв при утворенні кільцевих і прямолінійних швів. При утворенні кільцевих швів, використовуються консольні колони, щоб закріпити несамохідні зварювальні апарати. Швидкість зварки досягається шляхом повертання виробу на обертачі.

У проєктованому зварювальному пристосуванні нами використовуються поворотні колони ПК-1 з підйомною консоллю (рис. 3.4).

Зварювальна поворотна колона ПК1 складається з двох частин - нерухомої основи і поворотної частини. Поворотна частина включає в себе колону, каретку, висувну штангу, на якій розташовується зварювальна головка, а також механізм підйому. Поворотна частина колони закріплюється всередині основи за допомогою підшипників кочення, що дозволяє повертати колону разом з висувною штангою на 360° і забезпечує доступ до значної робочої площі. Каретка - це корпус-хрестовина, яка рухається вертикальними напрямними по колоні на чотирьох роликах.



1 - електропривід; 2 - двоступінчаста зубчаста передача; 3 - ходовий гвинт; 4 - консоль; 5 - гайка; 6 - каретка вертикального переміщення; 7 - каретка горизонтального переміщення; 8 - стояк; 9 - основа; 10 - фрикційний затискач

Рис. 3.4 - Зварювальна поворотна колона ПК1 з підйомною консоллю [12]

Всередині горизонтального короба каретки розташовується висувна штанга, яка переміщується на роликах. Гвинт механізму переміщення штанги приводиться в рух електродвигуном за допомогою зубчастої передачі. Вертикальний рух каретки здійснюється за допомогою гвинта та гайки. Горизонтальний рух висувної штанги в каретці обмежується кінцевими вимикачами. Для закріплення поворотної частини колони на основі передбачено ручний фрикційний затискач. Колона оснащена подвійним управлінням - кнопками на панелі висувної штанги і окремим пультом управління. Вся колона монтується на звареній рамі, яка жорстко з'єднується з фундаментом. Технічна характеристика колони приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика колони ПК-1

Вертикальне переміщення консолі, м	2
Горизонтальне переміщення консолі, м	2
Швидкість вертикального переміщення консолі, мм/хв	80 - 800
Швидкість горизонтального переміщення консолі, мм/хв	150 - 2500
Поворот колони навколо вертикальної осі	$\pm 360^\circ$
Максимальне навантаження на кінець консолі, кг	100
Мінімальний виліт консолі, мм	950
Максимальний виліт консолі, мм	2950 3950
Висота від підлоги до мундштука зварювальної головки, мм	480-1960
Діаметр зварюваних швів, мм	400-2000
Габаритні розміри, мм	
висота	4530
довжина	3570
ширина	1000
Маса, кг	2255

До складу зварювальної установки входить зварювальний обертач МЗ1070 (рис. 3.5). Технічна характеристика обертача приведена в таблиці 3.2. [13]



Рис. 3.5 – Горизонтальний зварювальний обертач МЗ1070

Таблиця 3.2 - технічна характеристика обертача МЗ1070

Параметри	Значення
Найбільший момент, що крутить, на осі обертання виробу, Нм	6300
Номінальна вантажопідйомність, кг	4000
Найбільша довжина зварюваного виробу, мм	6300
Висота центрів, мм	1250
Діаметр зварюваних швів, мм	400-2500
Частота обертання виробу, про/мін	0,032-1,6
Швидкість зварювання :	
робоча, м/мін	0,17-17,0
маршова, про/мін	1,2
Вантажний момент, кг/м : на осі обертання	600
Відносно опорній площині	2600
Зварювальний струм, що допускається, А	2000
Габаритні розміри:	
довжина	9100
ширина	2000
висота	2250
Маса, кг	3839

3.2 Розрахунок колони на міцність

Направляюча призначена для пересування зварювального автомата. Вона виготовляється у формі квадратного перерізу, жорстко закріплена з однієї сторони (рис. 3.6) [14].

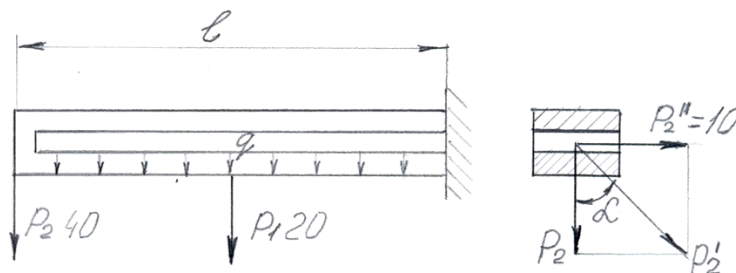


Рис. 3.6 – Розрахункова схема штанги

На балку діє навантаження зварювальної головки Q та рівномірно розподілене навантаження гвинта.

Підбір перерізу прокату круглого січення сконструйованої колони здійснюють з умови міцності при згині, де W_x – найбільший згинальний момент.

Довжина консолі колони становить 2 м. Висота колони становить 2,460 м. Вага автомата становить 100 кг.

1) Визначення опорних реакцій.

З умов рівноваги балки маємо:

$$\begin{aligned}\sum M_c &= 0; \\ \sum M_c &= F \cdot 0.1 - R_A \cdot 0.1 = 0 \\ R_A &= 10H.\end{aligned}$$

2) Визначення поперечних сил та згинних моментів.

Для окремих ділянок балки знаходимо:

а) ділянка 1 ($0 \leq x \leq 1$):

$$\begin{aligned}M(x_1) &= -Q(x_1); \\ M(0) &= Q \cdot 0 = 0; \\ M(1) &= -Q \cdot 1 = -10H \cdot \text{м.} \\ Q(x_1) &= a = 10H.\end{aligned}$$

б) ділянка 2 :

$$\begin{aligned}Q(x_2) &= 0; \\ M(x_2) &= Q \cdot a = 50 \cdot 1 = 50H \cdot \text{м.} \\ M_{max} &= 50 \text{ Н} \cdot \text{м}\end{aligned}$$

3) Підбір прокату прямокутного перерізу.

$$\frac{N}{A} = \frac{M(x)}{W_x} \leq R_y \cdot \gamma; \quad W_x \geq \frac{M(x)}{R_y \cdot \gamma} = \frac{Qa}{R_y} = A;$$

Задаємо $\gamma = 0,6$, для матеріалу сталь ВСт3. Звідси $R_y = 165$ МПа.

$$\frac{10}{A} \leq 165 \cdot 1; \quad A = \frac{10}{165} = 115 \text{ см}^2$$

Згідно з сортаментом вибираємо прокат прямокутного січення 68, 25x10x2.5см з такими геометричними характеристиками рис. 3.7.

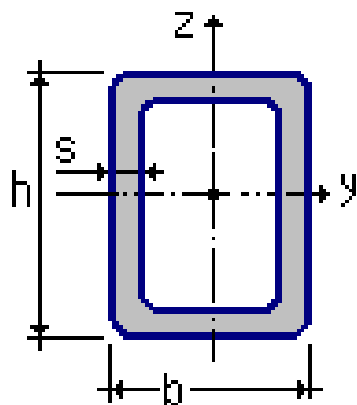


Рис. 3.7 – Переріз прокату прямокутного січення

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Небезпечні і шкідливі виробничі чинники підрозділяються по своїй дії на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні, психофізичні.

Кількість шкідливих речовин, що виділяються, залежить від стану флюсів. В окремих випадках основну виробничу шкідливість на робочому місці зварювальника представляє не зварювальний матеріал, а технологія зварювання.

Технологічний процес виготовлення «Ролика рольганга» є металоконструкцією, що включає три приварені один до одного деталі з вуглецевої сталі, багат шаровим швом. Тут є присутніми небезпечні виробничі чинники, такі як: машини, що рухаються, і механізми, незахищені елементи виробничого устаткування, елементи виробу, що пересуваються. Для виключення попадання робітника в небезпечну зону елементів заготівельної лінії, що рухаються, передбачені обгороджування, хвіртки, а також встановлені застережливі знаки безпеки.

У заготівельному відділенні спостерігається перевищення норм шуму - шкідливий виробничий чинник. Робітник заготівельного відділення повинен працювати в захисній касці, у брезентовому костюмі, рукави мають бути наглухо застебнуті, а брюки випущені поверх взуття (черевики спеціальні). Для захисту рук робітник повинен працювати у брезентових або шкіряних рукавичках або рукавицях. Вибрані засоби індивідуального захисту відповідають діючим стандартам.

Після заготівельного відділення деталі передають на складання. Подальші технологічні операції по виготовленню ролика конвеєра включають автоматичне зварювання дротом під флюсом. При застосуванні вказаного вище виду зварювання спостерігаються наступні небезпечні шкідливі виробничі чинники.

До небезпечних чинників відносяться:

- Поразки працюючого електричним струмом, із-за підвищеного значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини;

- Механізми, що рухаються, і вироби, іскри, бризки, викиди розплавленого метала.

Щоб уникнути отримання різного роду виробничих травм, пов'язаних із застосуванням підйомно-транспортних механізмів (кран-балка, мостовий кран г/п=10т) застосовується система звукових сигналів, застережливих про небезпеку.

Застосування заземлюючих пристроїв, корпусу джерел живлення, зварювальних автоматів і напівавтоматів надійно заземлені, електричні кабелі, що сполучають джерела живлення, розподільні щити мають надійну ізоляцію і захищені від механічних ушкоджень.

В процесі зварювання також виділяється зварювальний пил. Склад пилу і її кількість залежать від складу захисного газу, зварюваного металу, вживаного електродного дроту і режиму зварювання. Токсичність часток пилу залежить від їх складу і будови. Під дією ультрафіолетового випромінювання дуги навколо неї утворюється озон, а при попаданні в зону зварювання повітря, забруднень корозійних покриттів в зоні дуги утворюються оксиди азоту. Найбільш висока концентрація пилу і шкідливих газів в хмарі диму, що піднімається із зони зварювання. Зварювальник повинен стежити за тим, щоб піт потік диму не потрапив за щиток в зону дихання.

Валові виділення пилу і газу залежать від марки зварювального дроту, зварюваних матеріалів і режимів зварювання.

Необхідно окремо звернути увагу на той факт, що за відсутності правильно організованої вентиляції фактична концентрація шкідливих речовин в зоні дихання зварювальників може значно перевищувати допустиму. Наслідком цього є досить високий, в порівнянні з іншими професіями, рівень професійних захворювань зварювальників : хвороба органів дихання (пневмоконіоз), отруєння марганцем, а також нарами інших металів і зварювальними газами [15].

Аерозоль конденсації, що утворюється при електрозварюванні, характеризується дрібною дисперсністю. Більше 90% часток(у масових долях) мають швидкість витання менше 0,1 м/с. Тому частки аерозоля легко йдуть за повітряними потоками аналогічно газам. Одним з головних джерел виділення шкідливих речовин при електрозварюванні є зварювальна дуга. Хоча вона і має незначні розміри, але концентрація шкідливих речовин безпосередньо поблизу неї дуже висока. Далі конвективний потік над зварювальною ванною і нагрітим металом (виробом) виносить ЗА в повітря приміщення. При цьому відбувається інтенсивне підмішування навколишнього повітря. У міру віддалення від джерела, як по горизонталі, так і по вертикалі концентрація шкідливих речовин різко зменшується і на відстані відповідно до 2 і 4 м вже наближається до загального фону забруднення повітря приміщення.

Загальний фон у вентиляованих цехах, як правило, не перевищує рівня ГДК. А ось в зоні дихання зварювальника, що виконує ручні операції, вміст шкідливих компонентів зварювального аерозоля може в 7-10 разів перевершувати як фон, так і ГДК. Забезпечення необхідної чистоти повітря в робочій зоні виробничого приміщення при правильній організації технологічного процесу досягається шляхом раціонального поєднання місцевої витяжної, загально-обмінної, припливної витяжної вентиляції. ефективному очищенню повітря, що видаляється [15].

Ультрафіолетове, видиме і інфрачервоне випромінювання зварювальної ванни і зварюваних деталей.

Захист від теплових випромінювань повинен здійснюватися шляхом екранування джерела випромінювання, застосування кабін або поверхонь з радіаційним охолодженням, або скороченням часу перебування в зоні дії джерел теплового випромінювання

Робочі місця електрозварників повинні захищатися переносними або стаціонарними світлонепроникними обгороджуваннями (щитами, ширмами або екранами) з негорючого матеріалу, висота яких повинна забезпечувати надійність захисту.

Нині розроблені світлофільтри серії «С», що означає «зварювальний». Вони забезпечують захист шкіри обличчя і очей від випромінювання в ультрафіолетовій, видимій і інфрачервоній областях спектру дуги при зварюванні на струмах 20...1000 А.

Електромагнітні поля. Для захисту від шкідливої дії електромагнітних полів застосовуються спеціальні заземлені екрани ввиді щитів з металевої сітки. Екрани можуть бути постійні і переносні у вигляді козирків, навісів, перегородок.

Шум. У складально-зварювальному цеху джерелом підвищеного шуму є пневмоприводи і генератори, а також внутрішньоцеховий транспорт, що призводить до послаблення уваги, стомлюваності. В якості індивідуальних засобів захисту від шуму використовуються навушники, вкладиші, шоломи, дія яких ґрунтована на ізоляції і поглинанні звуку. Ефективність індивідуальних засобів захисту від шуму залежить від їх конструкції, фізичних властивостей, вживаних матеріалів, правильного обліку фізіологічних особливостей органів слуху. Найбільш ефективні заходи боротьби з шумом являється усунення шуму в його джерелі, але в складально-зварювальних цехах частіше прагнуть усунувати шум на шляху його поширення, застосовуючи для цього звукоізоляційні пристрої і звукоізоляцію претворювачів, що обертаються, слід розташовувати в окремих приміщеннях або на спеціально відгороджених ділянках [15].

Ультразвук. Захист від дії ультразвуку через повітря може бути забезпечений наступними заходами:

- використання в роботі устаткування більш високих робочих частот, для яких допускаються вищі рівні звукового тиску;
- застосування кожухів з листової сталі або дюралюмінію (завтовшки 1мм) і гетинаксу (5мм) з обклейкою гумою або рубероїдом;
- облаштуванням екранів (прозорих) між устаткуванням і робітником;
- розміщення ультразвукових установок в спеціальних приміщеннях або кабінетах.

Статичне навантаження на руку. При напівавтоматичному зварюванні в середовищі захисних газів має місце статичне навантаження на руки, внаслідок чого можуть виникати захворювання нервово-м'язового апарату плечового пояса.

До небезпечних виробничих чинників відносяться:

1. Дія електричного струму. Усе електроустаткування зварювальних і складальних цехів і ділянок повинне відповідати «Правилам облаштування електроустановок» і діючим стандартам - а його експлуатація - «Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів і правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів». Крім того, слід виконувати вказівки при експлуатації і безпечного обслуговуванню установок електрозварювань, наявних в інструкціях заводів-виробників.

2. Іскри і бризки.

3. Викиди розплавленого металу і шлаку. Відповідно до характеру виконуваних робіт зварювальникам на проєктованій ділянці видається спецодяг і спец взуття для захисту від бризок- розплавленого металу і шлаку, а також від теплових і механічних дій. Одяг виконується з брезентової або спеціальної тканини. Спеціальні черевики захищені металевими пластинами з бічною застібкою, що виключають попадання бризок, крапель розплавленого металу, іскр. Рукавиці однопальні. Для захисту особи і очей від розплавленого металу і променистої енергії робочі забезпечуються щитками захисними із світлофільтрами. Із зовнішнього боку світлофільтри закривають прозорим склом, яке міняється у міру забруднення.

4. Механізми, що рухаються, і вироби. Зони з наявністю небезпечного виробничого чинника слід захищати відповідно до діючих стандартів.

Для усунення несприятливої і небезпечної дії вказаних вище виробничих чинників, застосовуються наступні заходи:

1) Контроль за користуванням засобу індивідуального захисту, встановлених стандартами для зварювальників по автоматичному зварюванню.

2) Щоб уникнути отруєння шкідливими газами і випарами шкідливих речовин робочі місця зварювальника мають необхідну і достатню місцеву і

загальну припливно-витяжну вентиляцію, із застосуванням місцевих щілинних відсмоктувань.

4.2 Вимоги до механізованих ліній і ділянок

Механізовані і автоматизовані технологічні лінії повинні задовольняти вимогам охорони праці, викладеним нижче.

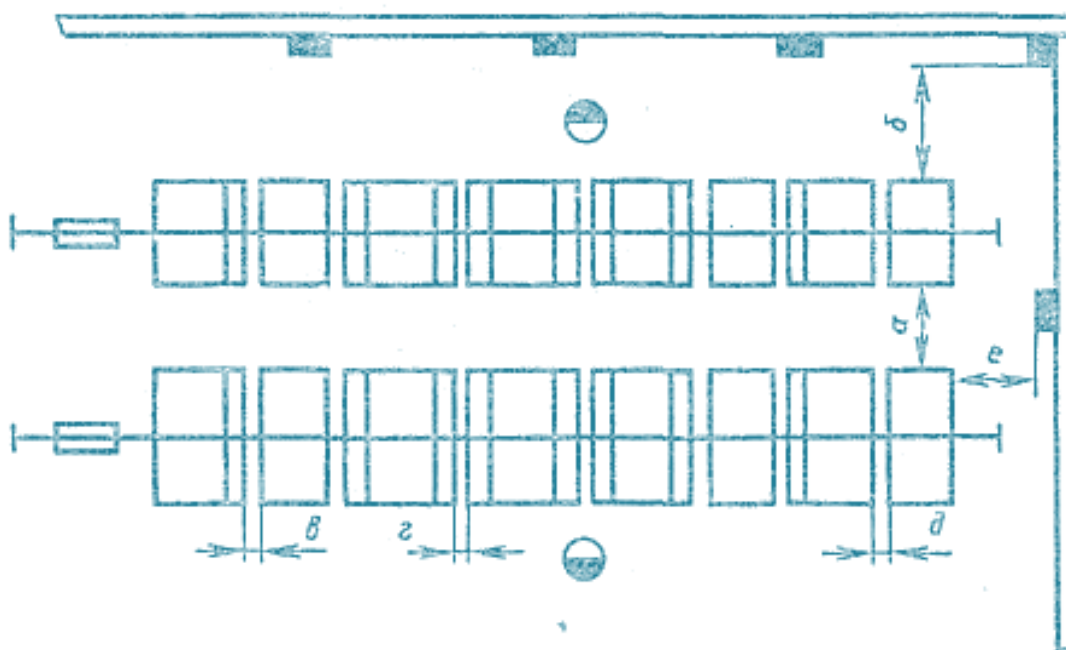


Рис. 4.1 - Схема розташування механізованих ліній : розміри, мм : а-800-1000; б-1200-1500; в-40-50; г-90-100; д-40-50; е - 800-1000

Розташування. Механізовані лінії (дільниці) розташовуються в спеціально спроектованих цехах (будівлях) і відділяються від сусідніх ліній (дільниць), стін, під'їзних шляхів проходами. Наприклад, автоматизовані великі цехи металопокриттів розташовуються в два поверхи, причому на першому поверсі влаштовані допоміжні ділянки приготування розчинів, нейтралізації стічних вод, а також устаткування вентиляції, джерела живлення, фільтри.. Проходи потоково-механізованих зварювальних ліній розташовуються на відстані не менше 5 м від місць зварювання.

Автоматичні лінії, що обслуговуються з двох сторін, за відсутності в них безпечних проходів обладнали переходами(містками), які розташовують на відстані, що не перевищує 25 м. Відповідно, лінії, що мають не доступні з підлоги елементи (які необхідно періодично обслуговувати), забезпечують стаціонарними майданчиками або галереями. Містки, майданчики, галереї повинні мати двосторонні перила. Висота перил і ширина наздогнала не менше 800-1000 мм; настил не має бути слизьким.

У механізованих лініях металообробних верстатів конвеєр в місцях проходу людей повинен знаходитися на висоті не менше 2200 мм від підлоги.

Органи управління. Розташування органів управління ліній унеможлиблює їх випадкове включення і виключення. Органи управління повинні мати чітко виконані написи або символи, що пояснюють призначення кожного з них. На лініях з великим фронтом обслуговування органи управління дублюються. Управління устаткуванням на однотипних лініях уніфіковано, однаково розташовані руків'я, педалі, кнопки, діють одні і ті ж правила управління.

Зони розміщення органів управління на пультах і засобу відображення інформації відповідають вимогам стандартів. Зокрема, на органи управління і контролю або на елементи конструкції виробничого устаткування (пульти, панелі, щитки і т. п.) наносять спеціальні символи. Упродовж лінії встановлюють кнопки екстреної зупинки механізмів.

На потоково-механізованих зварювальних лініях пульт управління транспортно-підйомними пристроями об'єднаний з пультом управління зварювальним устаткуванням і передбачена система роздільного управління зварювальними і підйомно-транспортними операціями в аварійних ситуаціях.

Розташування пульта управління лінією повинно забезпечувати можливість візуального контролю за виконанням робочих і транспортних операцій. Робоче місце оператора пульта обладналося кріслом-сидінням. В деяких випадках робоче місце оператора знаходиться в закритій кабіні, що забезпечує захист від дії шкідливих виробничих чинників цього технологічного комплексу. Рекомендуються наступні мінімальні розміри кабіни : висота 2100 мм, ширина

дверного отвору 600 мм, площа 1700x2000 мм². У кабінку подається повітря в кількостях не менше 30 м³/год на людину, при цьому параметри мікроклімату і якісний склад повітряного середовища відповідає вимогам ДСН 3.3.6.042-99; інтенсивність теплового потоку через оглядове скло кабіни не перевищує 350 Вт/м², рівень звуку в кабіні — не більше 80 дБ(А), освітленість на пульті управління — не менше 400 лк.

Обгороджування. Обгороджуванню підлягають:

- усі потенційно небезпечні елементи механізованих і автоматизованих комплексів(виключення складають елементи, обгороджування яких не допускається їх функціональним призначенням), що обертаються або рухаються;
- зони можливого викиду робочого матеріалу і інструменту;
- зони чинників підвищеної небезпеки(високих температур, напруги, випромінювань і т. д.).

Для спостереження за роботою механізмів автоматичних ліній або з метою зменшення маси конструкції обгороджування можуть мати отвори або виготовлятися з ґрат або сітки. Зазвичай розмір осередків сітки не перевищує 10x10 мм

Обгороджування (захисний пристрій) зони обробки виконується або з листової сталі завтовшки не менше 0,8 мм, або листового алюмінію завтовшки не менше 2 мм, або з міцної пластмаси завтовшки не менше 4 мм. При необхідності обгороджування можуть мати оглядові вікна з безпечного скла завтовшки не менше 4 мм.

На потоково-механізованих зварювальних лініях сусідні зварювальні ділянки мають обгороджування (перегородки), що не згорають, оберігають працюючих від дії шкідливих і небезпечних чинників зварювання.

Блокування. Механізовані лінії і устаткування повинні мати блокування:

- ведення робочих операцій, що виключають можливість, при незафіксованому робітнику матеріалі або при його неправильному положенні(установці);

- що не допускають мимовільних переміщень робочих пристроїв, транспортних засобів, механізмів підйому, повороту і інших рухливих елементів лінії і устаткування;
- не допускаючи виконання наступного циклу до закінчення попереднього;
- лінії, що забезпечують зупинку, при знятті або відкриванні обгороджувачів і при вході людини в зону обгороджування;
- що забезпечують неможливість пуску лінії при знятих або відкритих обгороджувачах або знаходженні людини в зоні обгороджування;
- що унеможлиблюють одночасне використання дубльованих органів або пультів управління;
- що забезпечують зупинку при виході виконавчих пристроїв устаткування за межі запрограмованого простору, при відмові устаткування або виході параметрів енергоносіїв за допустимі межі;
- заготівлі, що забезпечують утримання, і інструменту у разі несподіваного припинення подання електроенергії, повітря, олії.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі розроблено технологічний процес виготовлення ролика рольганга. На основі базового технологічного процесу виготовлення роликів і особливостей конструкції виробу в роботі запропонований принципово новий технологічний процес складання і зварювання, основою якого є автоматичне зварювання у вузьке розроблення кромки під шаром флюсу АН-43 із застосуванням зварювального автомата типу А1569М.

З метою реалізації запропонованого технологічного процесу обґрунтовано нове зварювальне устаткування та розроблено конструкції складально-зварювальних пристосувань, які забезпечать мінімальний час на виконання операцій та зменшать виробничі площі.

Запропонований технологічний процес дасть можливість забезпечити вищий рівень якості виконання технологічних операцій і зменшити кількість основних технологічних засобів, що дозволяють зменшити собівартість продукції та збільшити прибуток від її реалізації.

В роботі розглянуто та приведено заходи щодо безпеки життєдіяльності та основ охорони праці при реалізації запропонованого технологічного процесу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О.С. Бешта АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД У ПРОКАТНОМУ ВИРОБНИЦТВІ / О.С.Бешта, О.В. Балахонцев, В.А. Бородай // Навчальний посібник.- Дніпропетровськ. НГУ, 2010 – 224 с.
2. <http://nkmz.com/ua/>
3. http://www.s-metall.com.ua/spravochnik_stalej.html
4. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов. - М.: Машиностроение, 1974 – 768 с.
5. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.
6. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
7. Сварочные аппараты А1569М(М1) для автоматической дуговой сварки под флюсом кольцевых поворотных стыков в глубокую разделку / В.С Романюк , С.И. Великий, А.В. Семененко, А.К. Полищук, М.И. Дубовой // Автоматичне зварювання №2 – 2015 – С.63-64.
8. <https://kzeso.com/en/>
9. Биковский О.Г. Довідник зварника [Текст]: довідник / О.Г. Биковський, І.В. Пінковський. - К.: Техніка, 2002. – 336 с.
10. Карпаш М.О. Методи контролю стану робочих поверхонь: конспект лекцій / М.О. Карпаш, А.В. Яворський. – Івано-Франківськ: Факел, 2007. – 228 с.
11. <https://pgpribor.com/product/ultrazvukovoy-defektoskop-ud3-204>
12. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896с.
13. <https://svartech.com.ua/ua/p1113034363-cvarochnyj-vraschatel-prohodnym.html>
14. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві .-К.: Арістей, 2005. – 268с.

15. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.
16. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г. Бедрія. – Львів.:1997. – 275с.
17. Жидецький В. Ц., Джиги рей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник.- Видавництво 5-те, доповнене. – Л.: Афіша, 2000. -350 с.

