

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
автомобільного ресивера**

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Ошурко А.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Сенчишин В.С.

(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 автомобільного ресивера " складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 72 аркушів формату А4 і графічної частини об'ємом 5 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 25 рисунка, 15 таблиць, 3 додатків. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 21 першоджерел.

В роботі обґрунтовано параметри технологічного процесу виготовлення автомобільного ресивера та запропоновано нове зварювальне устаткування, що дозволяють підвищити продуктивність виконання операцій технологічного процесу, включаючи операції складально-зварювальних робіт, та підвищити якість конструкції.

Проведено вибір складально-зварювального устаткування та розрахунок їх елементів. Передбачено заходи з безпеки життєдіяльності та основ охорони праці при реалізації запропонованого технологічного процесу.

Ключові слова: АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, МЕХАНІЗОВАНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕЖИМИ ЗВАРЮВАННЯ, НАПІВАВТОМАТ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Опис конструкції виробу	7
1.2 Характеристика матеріалу виробу	9
1.3 Технічні умови на виготовлення виробу	11
1.3.1 Вимоги до матеріалів	12
1.3.2 Вимоги до геометричної форми та розмірів виробу	14
1.3.3 Вимоги до складання та зварювання	15
1.3.4 Вимоги до якості зварювання	19
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу	20
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	23
2.1 Обґрунтування способу зварювання	23
2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування	35
2.3 Вибір методу контролю якості виробу	39
2.4 Опис запропонованого технологічного процесу	42
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	52
3.1 Вибір зварювальних пристосувань та опис їх роботи	52
3.2 Розрахунок і проектування елементів пристосувань	56
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	60
4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників	60
При виготовленні виробу «ресивера» можливий вплив на працюючих різних виробничих чинників, які поділяться на шкідливі і небезпечні.	60
4.2 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом	64
ВИСНОВКИ	69
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	70

ВСТУП

Зварювання є процесом, який використовується для створення нероз'ємних з'єднань між заготовками шляхом нагрівання, плавлення або пластичного деформування, щоб утворити міжмолекулярні та міжатомні зв'язки. Цей процес є ключовим у галузях, таких як машинобудування, літакобудування та будівельна індустрія.

В сучасній епосі зварювальне виробництво займає вагоме місце серед передових технологій. У всіх сферах машинобудування широко використовуються високопродуктивні й економічно ефективні процеси зварювання, наплавлення, пайки, термічного різання й механізації, що дозволяють успішно обробляти широкий спектр конструкційних матеріалів. Розроблені сучасні методи зварювання спроможні працювати з матеріалами різної товщини, від декількох міліметрів до декількох метрів. Високий рівень розвитку зварювальної техніки створює надійну базу для значного збільшення продуктивності, економії ресурсів та енергії в промисловості, а також підвищення якості та зниження вартості виготовлення зварених конструкцій.

Найсуттєвішим засобом підвищення продуктивності, якості виготовлених виробів та поліпшення умов праці є комплексна механізація та автоматизація зварювального виробництва. Механізація та автоматизація цього процесу мають вирішальне значення для підвищення ефективності праці, забезпечення якості зварених з'єднань і покращення умов праці.

Останнім часом створюються потокові лінії й ділянки із застосуванням нових видів устаткування для дугового, контактної, зварювання й газового різання, проводяться роботи із проектування й будівництва спеціалізованих зварювальних цехів. Впровадження науково-технічних досягнень у виробництво вимагає підвищення рівня знань фахівців.

У нашій країні розроблене й випускається електрозварювальне устаткування для всіх основних способів зварювання, воно успішно експлуатується в різних галузях промисловості.[1]

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції виробу

У вантажних автомобілях існує широке використання різних пневматичних систем, зокрема гальмівної системи, системи приводу механізму трансмісії, системи регулювання тиску в шинах та інших. Ці пневматичні системи є надійними та ефективними, але для їхньої правильної роботи потрібен постійний запас стисненого повітря, який забезпечується за допомогою повітряних ресиверів або ресиверів [2].

У вантажних автомобілях, які також мають пневматичні системи, встановлюються повітряні ресивери. Кількість повітряних ресиверів (ресиверів) варіюється залежно від моделі та конфігурації, і може бути від трьох до шести. Вони не лише забезпечують зберігання стисненого повітря, але також виконують додаткові функції.

Ресивер призначений для створення запасу енергії зберігання стисненого повітря в системі пневматичного приводу автомобіля.

Повітряні ресивери в пневматичних системах автомобілів виконують кілька важливих функцій. Вони забезпечують зберігання та подачу повітря під тиском, що дозволяє забезпечити безперебійну роботу гальмівної системи. Крім того, вони використовуються в ряді інших пневматичних систем автомобіля [2].

Їх виготовляють в різних типах і розмірах. Існує два основних типи ресиверів: з трьома отворами і з п'ятьма отворами. Основна відмінність між ними полягає в кількості штуцерів на днищах. Крім того, існують ресивери від інших виробників, які можуть мати різну кількість отворів і розташування. Що стосується обсягу, найпоширенішими є ресивери об'ємом 20 літрів. Однак великі 40-літрові ресивери стають все популярнішими, оскільки їх встановлюють на автомобілі замість двох 20-літрових ресиверів.

Розміри ресиверів можуть варіюватися в залежності від виробника і типу. Це обумовлено різною товщиною металу, геометрією днищ та іншими факторами. Найпоширеніші розміри ресиверів: 280×605 мм, 220×594 мм, 220×610 мм, 220×634 мм для 20-літрових ресиверів, а також 280×710 мм і 280×734 мм для 40-літрових ресиверів.

Головна функція повітряних ресиверів полягає в забезпеченні безперебійної роботи гальмівної системи автомобіля. Вони також використовуються в інших пневматичних системах, які підтримують нормальну роботу автомобіля. Додатково, конденсаційний ресивер, який використовується в системі осушення повітря, є важливим елементом для видалення накопиченого конденсату та забезпечення ефективності пневматичних систем автомобіля. Він також живить інші допоміжні пневматичні системи, такі як склоочисники, система підкачки шин, система подачі аварійного сигналу, система управління механізмами трансмісії, підсилювач зчеплення та інші [2].

В роботі розглядаємо технологію виготовлення ресивера об'ємом 40 л, який має наступні габаритні розміри: довжиною – 734 мм, діаметр виробу - 280 мм і товщиною стінки 3 мм. Він складається з обичайки, сферичних днищ, підкладних кілець, фланців. Загальний вигляд ресивера зображено на рисунку 1.1.

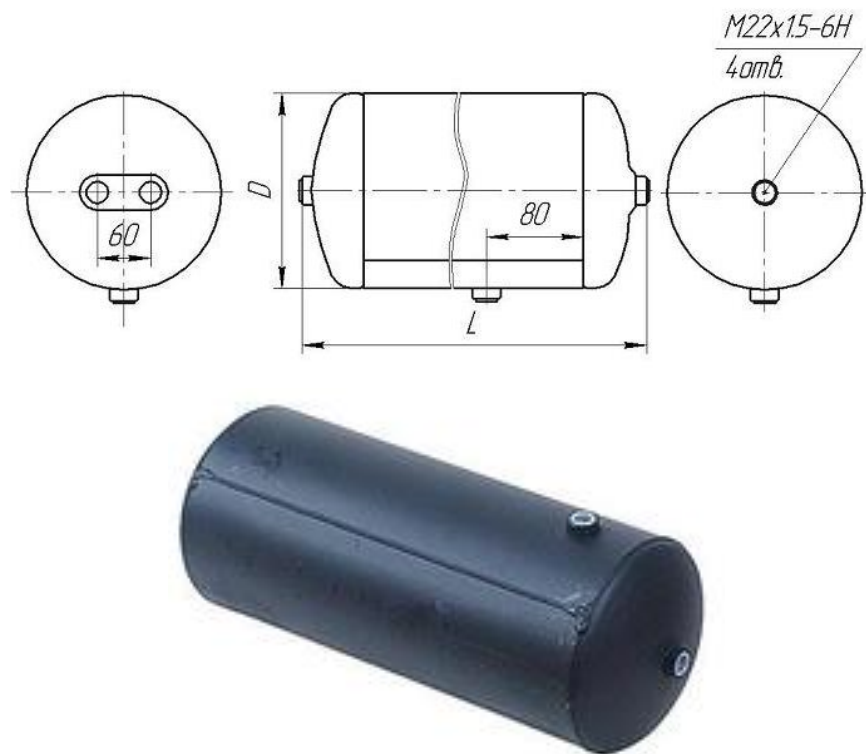


Рис. 1.1 – Загальний вигляд ресивера.

Для забезпечення додаткової жорсткості конструкції, полегшення процесу збирання днища і забезпечення надійного провару, в центральній частині розташовані два вкладні кільця. На бічних сторонах корпусу (обичайки)

розташовані фланці, які служать для монтажу обладнання для подачі повітря до системи автомобіля та випуску стисненого повітря.

1.2 Характеристика матеріалу виробу

Довговічність і надійність зварного з'єднання являються основними і головними критеріями в питанні вибору марки сталей і способів виготовлення зварних виробів. При відборі сталей для зварних деталей та конструкцій, основним критерієм є урахування механічних характеристик як основного металу, так і зварних з'єднань, а також технологічністю (здатністю до штампування, здатністю утворювати холодні та гарячі тріщини при зварюванні), здатністю до термічного оброблення, здатністю до механічного оброблення і таке інше.

З огляду на те, що конструкція автомобільного ресивера повинна працювати під дією різного роду навантажень, то матеріал виробу повинен володіти високими механічними властивостями. Врахувавши вище згадані причини, а також те, що балон призначений для роботи в різних кліматичних умовах і повинен працювати в умовах агресивного хімічного середовища, то для забезпечення надійної і тривалої роботи виробу при виготовленні балону вибрали маловуглецеву сталь марки 14Г2.

Дана сталь забезпечує надійну роботу і довговічність ресивера. Механічні властивості сталі 14Г2 приведені в таблиці 1.1, а хімічний склад сталі 14Г2 приведений в таблиці 1.2 [3].

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі 14Г2 [3]

ГОСТ	Стан постачання	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
			МПа		
			не менше		
19282-73	Листи гарячекатані	від 2 до 3,9	390	460	17

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 14Г2, згідно ГОСТ 17066-80, % [3]

C	Mn	Si	N	As	P	S	Cr	Ni	Cu
не більше									
0,12-0,18	1,2-1,6	0,17-0,37	0,008	0,08	0,035	0,040	0,30	0,30	0,30

Низьковуглецеві сталі володіють властивостями, що сприяють їх добрій зварюваності. Однак, процес зварювання таких сталей вимагає дотримання комплексу специфічних вимог, зокрема, досягнення однакової міцності зварного з'єднання в порівнянні з основним металом та відсутності дефектів. Щоб цього досягти, механічні властивості шва, термічно зміненої зони та зварного з'єднання в цілому повинні відповідати або перевищувати мінімальні вимоги основного металу. Крім того, зварні шви повинні відповідати вимогам щодо розмірів та форми, визначених у кресленнях. Важливо також уникати наявності тріщин, непроварів, пор та підрізів у металі шва. У всіх випадках, технологія зварювання має забезпечувати максимальну продуктивність та економічність, зберігаючи надійність і довговічність конструкції.

Зварюваність сталі 14Г2 можна оцінити за еквівалентом вуглецю, який розраховуємо за формулою [4]:

$$[C]_{\text{екв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де C, Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – відсотковий вміст відповідних елементів у сталі.

$$[C]_{\text{екв}} = 0,12 + \frac{1,2}{6} + \frac{0,17}{24} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,43\%$$

Засновуючись на отриманих дослідних даних, відзначається, що дана сталь проявляє низьку схильність до утворення тріщин в металі шва. Оскільки при розрахунку еквіваленту за вуглецем для сталі 14Г2 $C_e < 0,45$ а також беручи до уваги досвід зварювального виробництва, можна вважати, що дана сталь зварюється добре. Отже, при зварюванні сталі 14Г2 непотрібне проведення попереднього або супутнього підігрівання.

1.3 Технічні умови на виготовлення виробу

Основними технічними вимогами при виготовленні ресивера є дотримання розмірів в межах допусків вказаних на кресленнях, дотримання правильності форми конструкції згідно креслень, дотримання всіх розрахованих і підібраних режимів зварювання.

До конструкції резервуарів пред'являються такі основні умови:

- Корпус ресивера повинен бути надійним протягом усього терміну служби. Конструкція повинна бути безпечною при виготовленні, монтажі та експлуатації, має бути передбачена можливість огляду зовнішньої та внутрішньої поверхні посудини, також має бути забезпечене очищення, продування та ремонт, контроль технічного стану ємності при діагностиці та відсутності тиску перед відкриттям.

- Якщо неможливо провести огляд або випробування, розробник ресивера повинен у технічній документації на посудину вказати методику, частоту та обсяг контролю ємності.

- Термін служби ресивера встановлює розробник. Його можна побачити у технічній документації.

- При розробці посудини слід враховувати вимоги щодо правил перевезення залізничного, водного та автомобільного транспорту. Посудини, які не можна транспортувати у зібраному вигляді, мають бути спроектовані з частин, що відповідають за габаритами, які відповідатимуть вимогам. Розподіл посудини на частини, що транспортуються, вказується в технічній документації.

- До посудини, що транспортуються, або їх частини повинні мати стропові пристрої для проведення їх завантаження або розвантаження, підйому та

встановлення в необхідне положення. • Зварні шви необхідно завжди залишати доступними для їх контролю. • Можливе використання технологічних штуцерів, горловини та інших елементів посудини при підтвердженні розрахунком на міцність.

Технічні вимоги на виготовлення:

- ресивери виготовляються відповідно до вимог Правил будови і безпечної експлуатації до посудин, що працюють під тиском, затверджених Держгіртехнаглядом, за робочими кресленнями та зразку-еталону, затвердженого в установленому порядку та ДСТУ EN 286-1:2016 Посудини, що працюють під тиском, для повітря чи азоту. Частина 1. Посудини, що працюють під тиском, загального призначення;

- виготовлення повинно здійснюватися за наявності сертифіката відповідності, виданого органом з сертифікації продукції, і ліцензії, виданої територіальним органом Держгірпромнагляду.

Конструкція ресивера повинна забезпечувати всі вимоги відповідно до ДСТУ EN 286-1:2016. Основною вимогою є забезпечення необхідної якості та герметичності зварного виробу. Термін придатності ресиверів не повинен бути меншим за термін придатності машин, на які вони встановлюються.

Після виготовлення ресивера внутрішня частина повинна бути очищена від бруду. Чистота промивної рідини, зливої із ресивера, повинна відповідати вимогам чистоти рідини, з якою повинна працювати гідросистема.

1.3.1 Вимоги до матеріалів

Під час вибору матеріалу для зварної конструкції, необхідно враховувати багато різноманітних факторів, які можуть впливати на якість та вартість виробу. Основні з них включають:

Умови експлуатації: це включає характер і тривалість навантаження, температуру експлуатації та середовище, в якому конструкція буде працювати.

Геометрична форма конструкції: необхідно враховувати наявність концентраторів, як можливих джерел зародження тріщин у конструкції.

Технологічна обробка: це охоплює вичерпування пластичних властивостей матеріалу та формування залишкових напружень після обробки.

Здатність до зварювання: важливо мати можливість отримати якісне зварне з'єднання, враховуючи наявність неоднорідностей у механічних властивостях основного матеріалу, концентрацію напружень та залишкових напружень і деформацій.

Вірогідність зародження та поширення тріщин: це залежить від жорсткості конструкції та виду напруженого стану.

Головним фактором при виборі матеріалу для зварної конструкції є забезпечення оптимальної матеріалоемності, враховуючи питому міцність та жорсткість матеріалу. Також необхідно враховувати експлуатаційні властивості матеріалу, відповідальність конструкції, наявність стандартного сортаменту, вартість матеріалу та естетичні вимоги.

При виборі матеріалів для виготовлення ємностей необхідно враховувати розрахунковий тиск, умови роботи, хімічний склад середовища, технологічні особливості та необхідну корозійну стійкість матеріалів.

Для виготовлення автомобільних газових ресиверів рекомендується використовувати матеріали та напівфабрикати, що відповідають відповідним стандартам і технічним умовам.

Обичайки, днища та підкладні кільця повинні бути виготовлені з листової вуглецевої сталі марки 14Г2, 5-ї категорії по нормованим характеристикам, III групи обробки поверхні, з гарантією зварюваності. Сортамент листової сталі повинен відповідати стандартам. Допускається виготовлення деталей з інших марок сталей, рекомендованих "Правилами будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском".

Стальні листи повинні бути без хвилястості, заусенець, тріщин та інших дефектів, які можуть знизити експлуатаційну надійність.

Якість і властивості матеріалів та напівфабрикатів повинні відповідати вимогам стандартів і технічних умов. Матеріали і напівфабрикати повинні бути сертифіковані заводами, що виготовляють їх, а якщо сертифікати відсутні, всі

необхідні випробування проводяться в центральній заводській лабораторії. Результати випробувань підтверджує завідуючий лабораторією або старший групи, що проводив випробування.

1.3.2 Вимоги до геометричної форми та розмірів виробу

Відповідно до нормативних вимог Державного технічного нагляду, при виготовленні обичайок для тискових ємкостей та їх компонентів, допуски на форму і розташування поверхонь повинні бути обмежені таким чином, щоб не перевищувати:

- 1) допустиме зміщення кромки у стикових зварних з'єднаннях в напрямку повздовжніх швів вимірюється в міліметрах і повинно бути не більше: - $0,1 S$, кільцевих швів - $0,1 S^{+1}$ (де S - товщина стінки);
- 2) відносна овальність циліндричної частини днища та відносна овальність обичайки вимірюється і вказується у відсотках, і не повинна перевищувати таких значень: у будь-якому поперечному перерізі зібраного ресивера - 1,0%;
- 3) відхилення профілю повздовжнього перерізу еліптичної частини днища від геометричної форми еліпса - $0,01 D$ мм (де D - зовнішній діаметр);
- 4) відхилення від площинності торцевої поверхні днища - 1.0 мм;
- 5) стоншення фактичної товщини стінки днища - $0,1 S$ мм;
- 6) відхилення від заданого кута кромки у зварних швах з обичайкою - $0,1 S^{+3}$ мм
- 7) днища повинні бути еліптичної форми;
- 8) форма і розміри фланця встановлюються за погодженням із споживачем.

Геометричні характеристики кромки елементів, які підлягають зварюванню (включаючи кут скошу кромки, зазор у стику, величину притуплення та зміщення кромки), повинні знаходитись в межах допустимих значень, встановлених проектом.

При зварюванні елементів необхідно уникати різноманітних змін у перерізі, гострих кутів та інших факторів, які можуть спричинити концентрацію напружень або нерівномірний потік сил. Варто вибирати з'єднання, які характеризуються

мінімальною концентрацією напружень. Зварні з'єднання слід виконувати згідно з діючою нормативно-технічною документацією, що стосується даної галузі.

Основні елементи та розміри виробу мають відповідати вимогам, які викладені у кресленнях.

1.3.3 Вимоги до складання та зварювання

Відповідно до стандартів до даної конструкції пред'являються такі вимоги на складання та зварювання:

- зварювання корпусів судин, а також їх деталей повинні проводити атестовані зварювальники;

- ресивери в залежності від конструкції та розмірів можуть бути виготовлені за допомогою всіх видів промислового зварювання, крім газового. Застосування газового зварювання допускається тільки для труб та змієвиків діаметром до 80 мм та товщиною стінки не більше 4 мм;

- зварювання та наплавлення ємностей необхідно здійснювати відповідно до вимог технічних умов на виготовлення чи технологічної документації;

- усі зварювальні роботи при виготовленні судин необхідно проводити за температур вище 0° С;

- форма підготовки кромки має відповідати вимогам технічної та проектної документації;

- кромки підготовлених під зварювання елементів судини повинні бути зачищені від окисної плівки та забруднень на ширину не менше 20 мм. Кромки мають проходити візуальний контроль.

- розміри дефектів не повинні перевищувати допустимих розмірів для зварних з'єднань відповідних груп судин та апаратів.

- зварні шви повинні мати тавро зварювальника.

З метою забезпечення належного виконання зварювання резервуарних конструкцій, слід дотримуватися затвердженого технологічного процесу (процедур), який включає такі важливі аспекти:

- вимоги до форми та підготовки кромки елементів, які будуть піддаватися зварюванню.
- використання відповідних методів, режимів зварювання, зварювальних матеріалів, а також послідовності виконання технологічних операцій.
- конкретні настанови щодо правильного закріплення елементів перед початком зварювання.
- вжиття заходів, спрямованих на запобігання появі пропалів, зміщенню шва від його центральної осі на величину, що перевищує 2 мм для деталей товщиною до 10 мм і 3 мм для деталей товщиною понад 10 мм.
- використання заходів, спрямованих на зниження зварювальних деформацій.

Застосовувані способи та технологія зварювання резервуарних конструкцій повинні забезпечувати:

- високу продуктивність та економічну ефективність зварювальних процесів;
- високий рівень однорідності та суцільності металу зварного з'єднання, при чому мають враховуватися вимоги міцності, пластичності, твердості, ударної в'язкості та холодостійкості;
- мінімальний рівень деформацій конструкцій, що зварюються.

Основними способами зварювання має бути автоматизоване зварювання під флюсом або зварювання у вуглекислому газі або суміші газів на основі аргону, при цьому рекомендується наступне співвідношення газів: аргон - 82 %; вуглекислий газ – 18 %.

Перед тим як проводити зварювання з'єднання резервуарів мають бути зафіксовані в проектному положенні, що може бути забезпечене застосуванням кондукторів, спеціальних складальних пристосувань, що приварюються до деталей з'єднань або постановкою прихваток.

Установки для складання повинні мати достатню міцність та жорсткість, щоб уникнути надмірного зміщення зварювальних швів та елементів, які підлягають зварюванню.

Якщо при зварюванні з'єднань очікуються значні деформації, що призводять до зміни проектної форми, тоді при складанні деталей або вузлів конструкцій необхідно передбачати відповідні компенсуючі заходи (попередній прогин, будівельний підйом, змінний зазор тощо).

Прихватки, призначені для з'єднання зварювальних деталей, розташовуються в місцях розташування основних швів.

Необхідно використовувати найменші розміри прихваток для гарантування розплавлення під час накладання швів у визначеному проектному перерізі.

Накладення шва поверх прихваток допускається проводити тільки після зачистки останніх від шлаку та бризок металу.

Прихватки з порами, раковинами та тріщинами повинні бути видалені та знову заварені.

Якщо потрібно встановити електроприхватки на монтажних стиках стінки, рекомендується розміщувати їх з протилежного боку тієї частини перерізу шва, яка буде виконана першою. Розмір прихваток повинен бути мінімально необхідним. Після очищення кореня шва такі прихватки видаляються.

Прихватки виконуються зварювальними матеріалами та з використанням технологій, що рекомендуються для зварювання основних швів зварних з'єднань.

Постановка прихваток при монтажному складанні конструкцій повинна виконуватися атестованими зварювальниками.

Способи, режими та техніка зварювання резервуарів повинні забезпечувати:

- достатній рівень холодостійкості зварного з'єднання та його механічних властивостей, що передбачаються проектом КМ;
- необхідну однорідність та суцільність металу зварних з'єднань;
- мінімальну величину зварювальних деформацій та переміщень зварювальних елементів;
- Коефіцієнт форми кожного наплавленого шва (проходу) в межах від 1,3 до 2,0 (при зварюванні з вільним формуванням шва).

При зварюванні в зимовий час, незалежно від температури повітря і марки сталі, кромки, що зварюються, необхідно просушувати від вологи.

Забезпечення стабільного режиму під час зварювання є необхідним. Коливання зварювального струму та напруги в мережі, до якої підключене зварювальне обладнання, не повинні перевищувати $\pm 5\%$. При з'єднанні зварних конструкцій резервуара та виконанні кожного зварного шва окремо, слід дотримуватися послідовності, встановленої заводськими процедурами або вказівками Правил використання зварювальних робіт (ПВР), з урахуванням необхідності забезпечення мінімальних зварювальних деформацій та переміщень елементів конструкцій.

Не допускається виконання будь-яких зварювальних робіт по поверхнях або з'єднанням, покритих вологою, олією, скупченнями окалини, шлаку або іншого забруднення. Не допускається виконання зварювальних робіт на резервуарі при дощі, снігу, якщо кромки елементів, які підлягають зварюванню, не захищені від попадання вологи в зону зварювання.

Всі зварні з'єднання на днищах та стінках резервуарів під час ручного або механізованого зварювання, зазвичай, мають бути виконані у два шари. Кожен шар зварних швів підлягає зовнішньому огляду для виявлення дефектів, які потрібно виправити. Необхідно уникати збудження дуги та виведення кратера за межі основного металу поза швом.

Видалення ділянок, які мають дефекти в зварних швах повинно виконуватися механічним методом (пневмозубилом, або шліфувальними машинами) або повітряно-дуговою стружкой з подальшим зашліфуванням поверхні різю.

Заварювання дефектних ділянок зварних швів повинно виконуватися з використанням методів та матеріалів, передбачених відповідною технологією. Виправлені ділянки зварного шва повинні пройти повторний контроль шляхом зовнішнього огляду або застосування фізичних методів. Якщо після виправлення знову виявляються дефекти, ремонт зварного шва повинен виконуватися під обов'язковим контролем всіх технологічних операцій керівником зварювальних робіт.

Виконання триразового ремонту зварних з'єднань в одній і тій же зоні конструкцій групи А має узгоджуватись із розробником технологічного процесу.

Видалення технологічних пристроїв, закріплених зварюванням до корпусу резервуара, повинно проводитися, як правило, механічним способом або кисневою різкою з подальшим зачищенням місць їх приварювання врівень з основним металом і контролем якості поверхні в цих зонах. Вирви основного металу або подрізи у вказаних місцях неприпустимі.

Після завершення зварювання, шви та прилеглі зони повинні бути очищені від шлаку та бризок металу.

1.3.4 Вимоги до якості зварювання

Для забезпечення якості зварювання необхідно дотримуватися наступних умов:

Використовувати лише відповідні матеріали для зварювання.

- 1) уникати дефектів у з'єднаннях.
- 2) забезпечити точність складання.
- 3) здійснювати контроль якості зварювання за допомогою ультразвукової діагностики.

При зварюванні не припускаються тріщин, непровари та пори в зоні термічного впливу і металі шва.

Під час виготовлення виробу необхідно перевіряти:

Відповідність металу зварюваних деталей і зварювальних матеріалів вимогам національних документів (НД).

Якість підготовки кромки і збирання перед зварюванням відповідно до вимог діючих стандартів і креслень.

Дотримання технологічного процесу зварювання і термічної обробки, розроблених відповідно до вимог національних документів (НД).

- на зовнішніх та внутрішніх поверхнях ресивера не допускаються раковини, тріщини і глибокі подряпини, якщо вони виводять товщину стінки ресивера за межі допустимих мінусових відхилень на товщину листа;

- днища ресивера, виготовлені методом холодного штампування, повинні підлягати термообробці для зняття внутрішніх напружень;

- балон повинен бути міцним і щільним. Ознаки розриву, течіння і видимі залишкові деформації не допускаються;
- руйнівний тиск для ресивера повинен бути не менше 5 МПа;
- допускається при виготовленні виправляти дефекти зварних з'єднань не більше одного разу в одному і тому ж місці;
- показники механічних властивостей стикових зварних з'єднань обичайок і днищ повинні бути: тимчасовий опір розриву - не менше 370 кгс/мм²;
- різьба на фланці повинна бути повною. На різьбі не допускаються вм'ятини, задирки і викришування;
- зовнішні поверхні ресивера повинні бути пофарбовані атмосферостійкою емаллю червоного кольору. Пофарбована поверхня повинна відповідати вимогам ДСТУ EN 286-1:2016, клас покриття V. Перед фарбуванням поверхні ресивера повинні бути очищені від бруду, мастил, іржі і покриті ґрунтовкою. Покриття ґрунтовкою та фарбування приєднувальних поверхонь фланця не допускається.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу

Продуктивність праці у зварювальному виробництві залежить від застосування передовий, найбільш сучасної технології, високопродуктивного устаткування й оснащення. Комплексна механізація передбачає використання передових методів як у процесі заготівлі, так й у процесі зборки й зварювання виробу.

Процес виготовлення автомобільного ресивера в загальному здійснюється у відповідності до представленої на рис. 1.2 схеми.

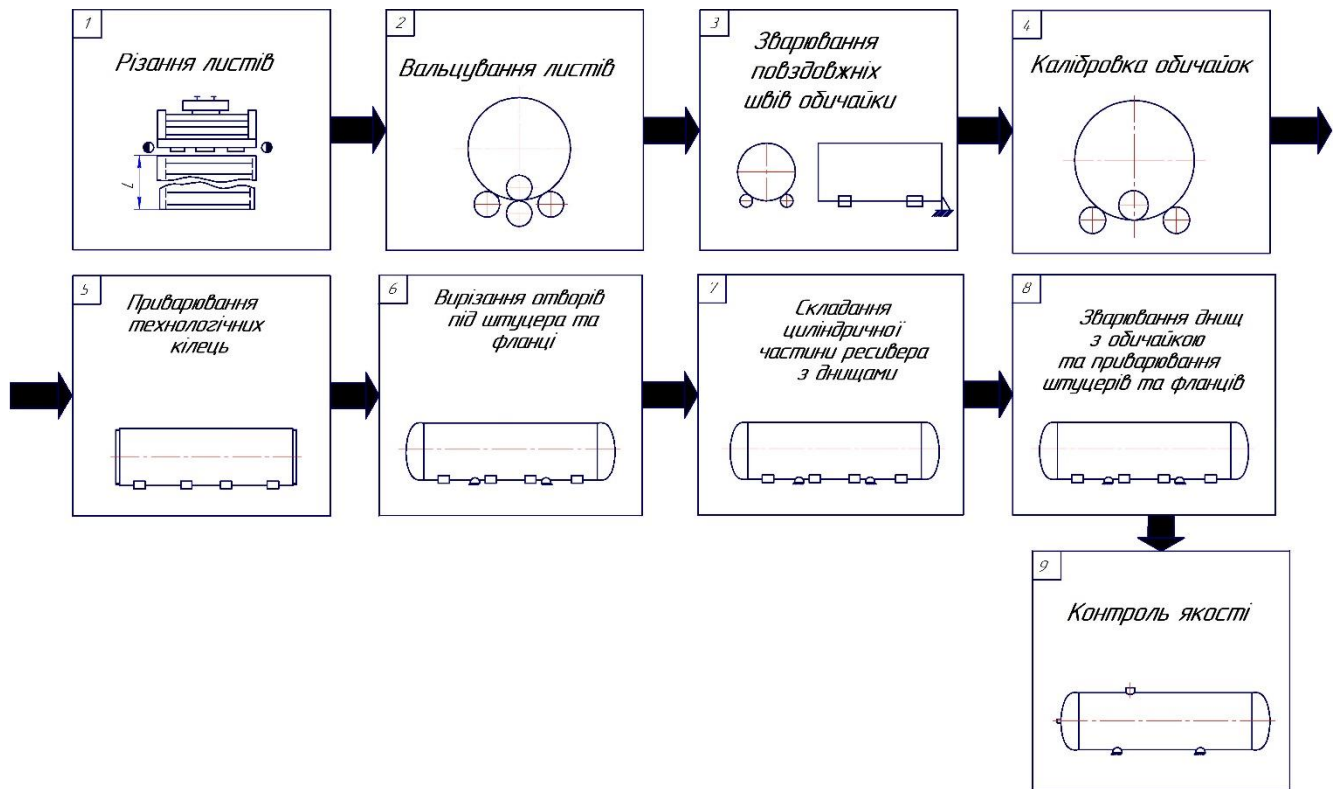


Рис. 1.2 Схема технологічного процесу виготовлення ресивера

На базовому підприємстві на заготівельних операціях застосовують газорізальну машину. Це дозволяє значно прискорити процес заготівлі деталей різної конфігурації, а також одночасно робити підготовку краєнок під зварювання.

Для очищення деталей від шлаків і заусенець після газового різання застосовують пневматичне наждакове коло.

У цілому заготівельні операції виконують на високому рівні механізації.

Однак, існуючий технологічний процес має ряд недоліків, а саме:

- зварювання обичайки здійснюється за допомогою вивідних планок;
- засипання флюсу і його ущільнення здійснюється вручну;
- застосування пристосувань для складання й зварювання дозволить скоротити частку праці, підвищити продуктивність, поліпшити якість зборки й умови праці збирачів і зварників;
- у пристосуванні для зварювання обичайки краще замінити зварювання під флюсом на зварювання на флюсо-мідній подушці. Це дозволить краще

сформувати корінь шва, поліпшити якість зварного з'єднання й умови роботи зварників;

- розташування робочих місць на ділянці, рух заготовок і готової продукції планується так, щоб виключити зустрічний вантажопотік.

Запропоновані заходи дозволяють підвищити продуктивність праці, якість готової продукції, поліпшити умови праці робітників і знизити собівартість виробів. З метою цього необхідно розробити спеціалізоване складально-зварювальне оснащення та удосконалити існуючий технологічний процес на операціях складання та зварювання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання

При виготовленні ресивера доцільність застосування конкретного способу зварювання визначається на основі аналізу наступних факторів:

- Марка матеріалу та його товщина.
- Якість виконання зварного з'єднання.
- Технічні і економічні вимоги до зварних з'єднань.
- Конструктивні можливості виконання.
- Задана продуктивність.
- Можливість механізації та автоматизації процесу.
- Безпечність і небезпечність роботи.
- Вартість обладнання і матеріалів.

Найбільш поширеними дуговими способами зварювання є зварювання плавким електродом, які відрізняються високою універсальністю і простотою виконання. Зокрема, це включає зварювання покритим електродом, напівавтоматичні і автоматичні способи зварювання дротом суцільного перерізу в середовищі вуглекислого газу або його сумішах, а також під флюсом та порошковим дротом. Особливо широко використовується дугове зварювання суцільним дротом під флюсом та захисних газах [5].

Процес виготовлення автомобільного ресивера необхідно максимально механізувати і автоматизувати, оскільки способи зварювання, які застосовувалися для виготовлення виробу мають високу трудомісткість, значні затрати часу. При впровадженні механізованих і автоматизованих способів зварювання виникла можливість підвищення продуктивності праці, зменшення трудомісткості, покращення якості шва і зварного з'єднання.

Згідно літературних даних, для зварювання металу товщиною 3 мм рекомендовані такі способи зварювання [5]:

- Ручне дугове зварювання.
- Напівавтоматичне дугове зварювання під флюсом.

- Автоматичне дугове зварювання під флюсом.
- Електронно-променеве зварювання.
- Зварювання в середовищі вуглекислого газу.

Ці способи зварювання є підходящими для забезпечення необхідної якості зварних з'єднань при даній товщині металу. Проте, перед вибором конкретного способу зварювання, рекомендується враховувати інші фактори, такі як вимоги до якості, доступність обладнання та матеріалів, продуктивність і вартість процесу, а також навички та досвід оператора зварювання.

Застосування ручного дугового зварювання (РДЗ) (рис. 2.1) є можливим, але цей процес вимагає високої кваліфікації зварника і, як наслідок, веде за собою значні затрати часу, що є недопустимим при умові збільшення виробництва.

РДЗ раціонально застосовувати для коротких швів. Розташованих в різних просторових положеннях і при дрібносерійному характері виробництва. На монтажі застосування ручного дугового зварювання виправдане при незначному об'ємі робіт навіть для більш якісних швів. Його доцільно використовувати також при ремонтних роботах [5].

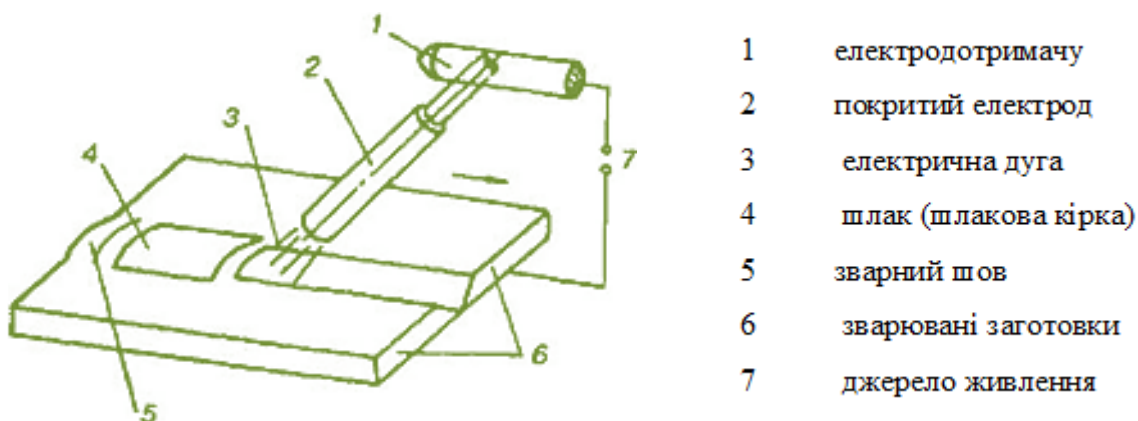


Рис. 2.1 Схема процесу РДЗ

Зварювання у захисному газі (зображено на рис. 2.2) можна виконувати у всіх просторових положеннях. Цей метод зварювання поступово замінює ручне дугове зварювання, що призводить до розширення його застосування [5].

Зварювання у захисному газі (наприклад, зварювання під захисним аргоном або сумішшю газів) використовується для забезпечення захисту розплавленого

металу від негативного впливу навколишнього повітря. Цей метод забезпечує кращу якість зварних з'єднань, зменшує відбиття шлаку та бризок металу, а також забезпечує більшу продуктивність порівняно з ручним дуговим зварюванням.

Застосування зварювання у захисному газі дозволяє зварювати в різних положеннях, включаючи горизонтальне, вертикальне та навіть перевернуте положення. Це робить його універсальним і зручним методом зварювання в різних ситуаціях.

Заміна ручного дугового зварювання на зварювання у захисному газі поступово відбувається через його переваги, зокрема, кращу якість зварних з'єднань та більшу продуктивність. Однак, вибір конкретного методу зварювання повинен базуватися на вимогах проекту, властивостях матеріалів та доступності обладнання.



Рис. 2.2 Схема процесу дугового зварювання у захисному газі

Зварювання під флюсом (рис. 2.3), особливо напівавтоматичне утруднене через неможливість точного направлення електрода по осі зазору стика і спостереження за утворенням шва [5].

Напівавтоматичне зварювання з використанням порошкового дроту (зображено на рис. 2.4) надає можливість ефективного контролю за напрямком руху електрода при розробленні кромки, особливо під час зварювання з поперечними коливаннями, а також за формуванням шва. Це стає можливим завдяки перевагам порошкового дроту [5].

Зварювання порошковим дротом дозволяє використовувати різноманітний наповнювач сердечника, що дає змогу впливати на хімічний склад шва та технологічні характеристики дуги. Зміна складу наповнювача дроту дозволяє досягти бажаних результатів, таких як покращена якість зварного з'єднання, зміцнення шва або забезпечення певних механічних властивостей.

Контроль за напрямком руху електрода та утворенням шва під час напівавтоматичного зварювання з порошковим дротом робить процес більш точним і керованим. Це особливо важливо при зварюванні з поперечними коливаннями, де точність і стабільність процесу мають велике значення.

Враховуючи можливості контролю та впливу на хімічний склад шва та технологічні характеристики дуги, зварювання порошковим дротом є привабливим вибором для отримання бажаних результатів і виконання специфічних вимог зварювального процесу.

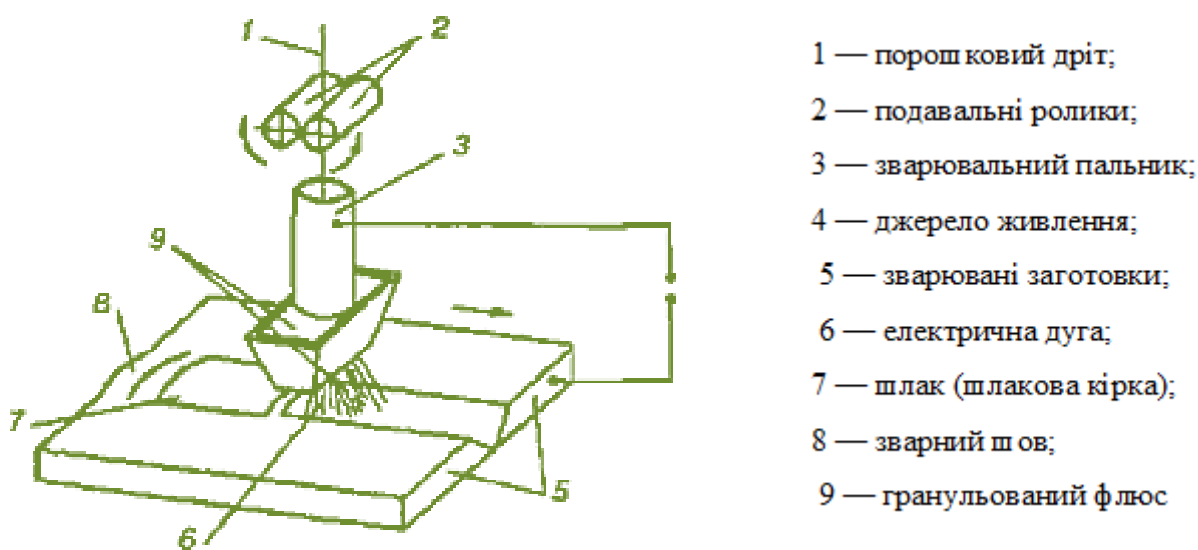


Рис. 2.3 Схема процесу зварювання під флюсом



Рис. 2.4 Схема процесу зварювання порошковим дротом

При зварюванні порошковим дротом виникають певні обмеження. Через недостатню жорсткість трубчатої структури дроту потрібно використовувати спеціальні механізми подачі, які обмежують зусилля стискання дроту у роликах. Зварювальний дріт діаметром 2,4 мм і більше вимагає використання високих зварювальних струмів для стабільного горіння дуги, що обмежує можливість його використання лише в горизонтальному положенні, а вертикальне положення застосовується рідше.

Широкого використання, незважаючи на складність і високу вартість обладнання, набуло автоматичне дугове зварювання під флюсом. Використання такого способу зварювання дає змогу забезпечити стабільність режимів зварювання і забезпечення якості виконання зварного шва. Автоматичне зварювання під шаром флюсу більш продуктивне, ніж зварювання покритим електродом і напівавтоматичні способи зварювання суцільним дротом. Висока продуктивність автоматичних дугових способів досягається можливістю їх виконання на більш підвищених режимах зварювання, в першу чергу зварювального струму. При їх використанні зварні з'єднання мають високу якість. Забезпечення стабільності якості з'єднань при автоматичному зварюванні досягається за рахунок автоматичного виконання плавлення та формування зварного з'єднання.

Автоматичне зварювання має ряд переваг перед напівавтоматичним [5]:

- а) більша продуктивність;
- б) не потрібен кваліфікований зварник, а тільки оператор;
- в) економія зварювальних матеріалів;
- г) можливість забезпечення набагато глибшого проплавлення за один прохід.

Одним з важливих недоліків є неможливість використання автоматичного зварювання під шаром флюсу для виконання швів розташованих в різних просторових положеннях.

Отже, враховуючи специфіку різних способів зварювання та особливостей технології і техніки зварювання низьколегованих і високолегованих сталей, вибираємо для зварювання повздовжнього і кільцевих швів автоматичне дугове зварювання під флюсом, а для приварювання фланців та штуцерів – механізоване зварювання у захисному газі .

Ми використовуємо дріт марки Св08Г2С для зварювання конструкції, виготовленої зі сталі 14Г2. Ця марка дроту підходить для зварювання у будь-якому положенні, а отриманий метал має хорошу розкислену структуру завдяки оптимальному вмісту кремнію і марганцю, що забезпечує високі механічні властивості і пластичність. Детальний хімічний склад дроту Св08Г2С наведено в таблиці 2.1 [6].

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св08Г2С [6]

Вміст елементів, %						
C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
			не більше			
0,05-0,11	0,70-0,95	1,8-2,1	0,20	0,25	0,025	0,03

Одержання якісних швів на вуглецевих конструкційних сталях практично досягають застосуванням наступних сполучень флюсів і зварювальних дротів:

- 1) плавлений висококремнієвий марганцевий флюс і звичайна низьковуглецевий зварювальний дріт;
- 2) плавлений висококремнієвий без марганцевий флюс і низьковуглецевий марганцевистий зварювальний дріт.

З метою підвищення стійкості проти утворення кристалізаційних тріщин, метал шва може бути легований марганцем. Цей процес може здійснюватися за допомогою флюсу, який включає марганець, або шляхом використання легуючого дроту, який містить марганець.

Порівняння цих сполучень флюсу й дроту показують, що зварювальні властивості висококремністих марганцевих флюсів трохи краще, ніж висококремністих без марганцевих.

До висококремністих марганцевих флюсів відносяться: АН-348А, АН-348АМ, ОСЦ-45, ОСЦ-45М, АН-60, ФЦ-9 й ін. З них найбільш широко застосовуються флюси АН-60, ОСЦ-45, АН-348А [6].

При автоматичному зварюванні під флюсом сталі марки 14Г2 зварювальним дротом марки Св08Г2С рекомендується застосовувати флюс АН-348А або ОСЦ-45 [6].

Таблиця 2.2 - Склад зварювальних плавлених флюсів, % [6]

Марка флюсу	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	CaF ₂	не більше		
							Fe ₂ O ₃	S	P
АН-348А	41-44	34-38	≤6,5	5-7,5	≤4,5	4-5,5	2,0	0,15	0,12
ОСЦ-45	38-44	38-44	≤6,5	≤2,5	≤5	6-9	2,0	0,15	0,15

Як видно з таблиці 2.2, флюс АН-348А відрізняється від флюсу ОСЦ-45 вмістом CaF₂. Мала схильність до утворення пор у металі обумовлена наявністю в шлаку SiO₂ й CaF₂. Однак, дуже високий вміст в атмосфері дуги фтористих з'єднань, які погіршують стійкість горіння дуги й гігієнічних умов праці.

Тому будемо використовувати флюс АН-348А. Застосування цього флюсу поліпшує стійкість горіння дуги, він менш токсичний у порівнянні із ОСЦ-45.

Для приварювання інших елементів ресивера будемо застосовувати механізоване зварювання у газах. Вітчизняний і закордонний досвід показує, що одним з ефективних шляхів удосконалення механізованого зварювання сталі електродом, що плавиться, в окисних захисних газах є використання сумішей захисних газів замість вуглекислого. Змінюючи склад газового середовища, можна

успішно вирішувати завдання підвищення ефективності зварювання в захисних газах й якості зварених з'єднань.

Найбільш перспективними з точки зору поєднання високих зварювально-технологічних характеристик і економічних показників є суміші аргону з окисними газами, такими як кисень і вуглекислий газ. Зокрема, суміші Ar+20-25% CO₂ і Ar+20-30% CO₂+3-7% O₂ забезпечують оптимальне поєднання зварювально-технологічних характеристик, ефективність виконання зварювальних робіт і якість зварених конструкцій.

Варто відзначити, що суміш Ar+CO₂+O₂ має вищий окисний потенціал порівняно з сумішшю Ar+CO₂ і забезпечує підвищену стійкість швів проти утворення пор від азоту. Тому цю суміш застосовують при зварюванні з'єднань зі збільшеним зазором, металу зі слідами окалини, товстого металу за високих режимів з використанням дротів більшого діаметру. Також вона корисна у випадках, коли захист зони зварювання ускладнений, наприклад, при зварюванні в умовах монтажу з низькою швидкістю вітру (менше 1,3 м/с) [6].

У порівнянні зі зварюванням у вуглекислому газі, використання аргонних сумішей оптимального складу при зварюванні має наступні переваги:

- Зменшення втрат електродного металу на розбризування в 3-4 рази.
- Зниження трудомісткості при очищенні металу від бризів в 8-10 разів.
- Підвищення продуктивності праці зварників на 10-20%.
- Покращення механічних властивостей металу шва.

Зміцнення санітарно-гігієнічних та екологічних характеристик зварювального процесу.

Однак, серед недоліків зварювання в аргонних сумішах можна виділити збільшене світлове і теплове випромінювання зварювальної дуги та вищу вартість таких сумішей.

Для зварювання практично всіх широко використовуваних марок конструкційних, маловуглецевих і низьколегованих сталей можна використовувати стандартні зварювальні дроти, такі як Св-08Г2С і Св-08ГС, або

їхні закордонні аналоги, які застосовуються для зварювання в CO_2 , в сумішах $\text{Ar}+\text{CO}_2$ і $\text{Ar}+\text{CO}_2+\text{O}_2$.

При зварюванні в сумішах $\text{Ar}+\text{CO}_2$ й $\text{Ar}+\text{CO}_2+\text{O}_2$ напруга дуги повинна бути на 2-3 В нижче в порівнянні зі зварюванням у чистому CO_2 при такому ж зварювальному струмі.

Для поліпшення формування звареного шва й підвищення стабільності процесу зварювання будемо застосувати суміш Ar (80%) і CO_2 (20%) у поєднанні із дротом Св08Г2С.

Для забезпечення високої технологічної і експлуатаційної міцності необхідно, щоб був якісний провар зварного з'єднання, тому необхідно провести розрахунок режимів зварювання. Розрахунок проводимо згідно літератури [1] за типом з'єднання приведеним на рис. 2.5. Схема шва при виготовленні циліндричної частини виконуємо автоматичним зварюванням під флюсом на флюсомідній підкладці, його ескіз показаний на рис. 2.6.

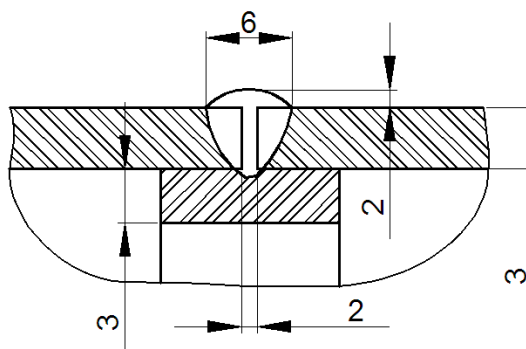


Рис. 2.6 – Схема зварного стикового з'єднання С4

Визначимо силу струму:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \quad (2.1)$$

де h – глибина проплавлення, мм. Виходячи з умови повного проплавлення, приймаємо глибину проплавлення 3 мм;

k – коефіцієнт пропорційності, мм/100А.

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

$$I_{зв} = \frac{3}{1} \cdot 100 = 300\text{А}.$$

Приймаємо рівним 300А.

Визначимо діаметр електродного дроту:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad (2.2)$$

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

j – густина струму, А/мм²;

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{300}{50}} = 2 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр дроту рівний 2 мм.

Визначаємо напругу на дузі:

$$U_0 = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \quad (2.3)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювальний, А;

d_e – діаметр електродного дроту, мм;

$$U_0 = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2^{0,5}} \cdot 300 = 30,7 \text{ В.}$$

Приймаємо напругу 30 В.

Розрахуємо площу наплавленого металу в поперечному перерізі шва.

Площа підсилення в поперечному перерізі шва

$$F_1 = 0,75 \cdot l \cdot q, \quad (2.4)$$

де l – ширина зазору шва, м;

q – величина підсилення шва, м;

$$F_1 = 0,75 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 32 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Визначимо площу наплавленого металу в зазорі поперечного перерізу шва:

$$F_2 = h_{ш} \cdot l + h_p \cdot \text{tg} \alpha \cdot h_p, \quad (2.5)$$

де $h_{ш}$ – висота шва, м;

l – ширина зазору шва, м;

h_p – висота розроблення, м;

α – кут розроблення;

$$F_2 = 3 \cdot 1,5 + 2 \cdot \text{tg} 90 \cdot 2 = 27 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Тоді площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва буде рівна:

$$F = F_1 + F_2, \quad (2.6)$$

де F_1 – площа поперечного перерізу величини підсилення шва, мм²;

F_2 – площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва, мм²;

$$F = 32 \cdot 10^{-6} + 27 \cdot 10^{-6} = 59 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт наплавлення:

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}}, \quad (2.7)$$

де A – коефіцієнт пропорційності, при постійному струмі, $A = 2,3$;

B – коефіцієнт пропорційності при постійному струмі, $B = 0,04$;

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

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм;

$$\alpha_n = 2,3 + 0,04 \cdot \frac{300}{2} = 8,3 \text{ г} \cdot \text{А} / \text{год}.$$

Визначимо швидкість подачі електродного дроту в зону зварювання:

$$V_{н.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma}, \quad (2.8)$$

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, кг/м³. Густина сталі рівна 7800кг/м³;

$$V_{н.д.} = \frac{4 \cdot 8,3 \cdot 300}{3,14 \cdot 2^2 \cdot 7800} = 85,3 \text{ м} / \text{год} \approx 85 \text{ м} / \text{год}.$$

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma}, \quad (2.9)$$

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

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

F_n – площа поперечного перерізу наплавленого металу, м²;

γ – густина наплавленого металу, кг/м³;

$$V_{зв} = \frac{8,3 \cdot 10^{-3} \cdot 300}{59 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 44,3 \text{ м} / \text{год}.$$

Результати розрахунків параметрів режиму приведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри режиму автоматичного зварювання під флюсом

Сила струму $I_{зв}$, 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
300	30	2	44	85

Механізоване зварювання в газах фланця і штуцерів та прихоплення будемо проводити на наступних режимах:

Розраховуємо режими для зварного шва ТЗ-ΔЗ

Площа наплавлення:

$$F_H = 2(k^2/2 + 1,05 \cdot k \cdot h) = 2(3^2/2 + 1,05 \cdot 3 \cdot 1,5) = 18,45 \text{ мм}^2. \quad (2.10)$$

За один прохід можна забезпечити напівавтоматом $F_H=40 \text{ мм}^2$. Отже зварювання робимо за один прохід.

Діаметр електрода. Приймаю для напівавтомата діаметр 1,2 мм.

Розрахунок сили струму :

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} j, \quad (2.12)$$

де d – діаметр електрода, мм;

j – щільність струму, А/мм².

Приймаєм для напівавтомата $j = 125 \text{ А/мм}^2$.

За результатами розрахунку: $I_{зв} = 140 \text{ А}$;

Напруга на дузі :

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_e}} \cdot I_{зв} + 1 = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 140 + 1 = 21 \text{ В} \quad (2.12)$$

Коефіцієнт наплавлення вибирається з таблиць і приймається рівним:

$\alpha_H = 14,2 \text{ г/А} \cdot \text{год}$;

Швидкість зварювання визначаєм за формулою 2.9:

За результатами розрахунку: $V_{зв} = \frac{14,2 \cdot 140}{18,45 \cdot 7,8} = 14 \text{ м/год}$

Швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 14 \cdot 18,45}{3,14 \cdot 1,2^2} = 228 \text{ м/год}$$

Приймаємо $V_{п.д.} = 228$ м/год;

Прихоплення елементів конструкції під-час складання проводимо на режимах розрахованих для механізованого зварювання, які приведено в табл.2.4 .

Таблиця 2.4 – Режими зварювання

Сила струму $I_{зв}$, 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
140	21	1,2	14	228

2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування

Як зварювальне устаткування будемо застосовувати автомат і напівавтомат для зварювання, напівавтомат для прихватки, джерело живлення для напівавтоматів, джерело живлення для автомата.

Серійне електротехнічне зварювальне устаткування.

Напівавтомати вибираються виходячи з обраного методу зварювання, технологічного процесу, режиму зварювання, конструкції виробу, конструкції звареного шва.

Зварювальний напівавтомат повинен відповідати наступним вимогам [7]:

- Установка необхідного режиму зварювання й підтримка його в процесі зварювання постійним.
- Безперебійна подача зварювального дроту в зону зварювання.
- Забезпечувати захист розплавленого металу зварювальної ванни від впливу газів повітря.
- Мати зручну й надійну систему регулювання швидкості подачі зварювального дроту.

При виборі зварювальних напівавтоматів необхідно враховувати їхні техніко-економічні показники й експлуатаційні якості.

Для механізованого зварювання й виконання прихваток у середовищі захисних газів застосовуємо зварювальний ПДГ-252 (рис. 2.7). Характеристика апарату приведена в табл. 2.5 [8].



Рис. 2.8 – Напівавтомат ПДГ-252

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика напівавтомата ПДГ-252 [8]

Найменування параметра	Значення
Напруга живильної мережі, В	3x380
Номінальний зварювальний струм, А (при ТВ, %)	250 (40%); 195(60%)
Межа регулювання зварювального струму, А	40...250
Кількість ступенів регулювання, шт.	10
Швидкість подачі дроту, $\frac{\text{м}}{\text{год}}$	60...840
Кількість роликів, шт.	2
Номінальна робоча напруга, В	26
Напруга холостого ходу, В	36
Споживана потужність, кВА	9,1
Діаметр електродного дроту, мм	0,8...1,2
Маса, кг	60
Габарити, мм, не більш	810x350x630

Зварювання ресивера будемо виконувати на спеціалізованій зварювальній установці Р-879 призначеній для дугового зварювання тонкостінних ємкостей (рис. 2.8). Технічна характеристика установки Р-879 представлена в таблиці 2.6 [9].



Рис. 2.8 – Зварювальна установка Р-879

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика установки Р-879 [9]

Параметри	Значення
Швидкість зварювання кільцевих швів, м/год.	
найменша;	14
найбільша	32
Швидкість зварювання повздовжніх швів, м/год	
найменша;	13
найбільша	112
Габаритні розміри установки, мм:	
висота;	3240
ширина;	4800
довжина	6000

В якості джерела живлення установки Р-879 застосовуємо випрямляч ВДУ-504-1 (рис. 2.9). Джерело живлення зварювальної дуги повинно задовольняти наступні вимоги [9]:

- а) забезпечувати потрібну силу струму і напругу на дузі, відповідно до вимог технологічного процесу.
- б) мати відповідний тип зовнішньої характеристики, що забезпечує стабільне горіння дуги.
- в) мати можливість налаштування на необхідний режим зварювання.

г) мати такі динамічні властивості, які б забезпечували нормальне збудження дуги і мінімальний коефіцієнт розбризування.



Рис. 2.9 – Загальний вигляд ВДУ-504 [10]

Зварювання виконують на постійному струмі зворотної полярності з причини того, що при прямій полярності виникає значне розбризування навіть при застосуванні менших струмів, що призводить до скорочення глибини провару [10].

Технічні характеристики випрямляча ВДУ-504-1 наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічна характеристика ВДУ-504-1 [10]

Параметри	Значення
Нижня границя температури оточуючого середовища, °С	-30
Номінальний зварювальний струм, А	500
Межі регулювання зварювального струму, А:	
при роботі з жорсткими характеристиками;	100...500
при роботі з спадаючими характеристиками	60...500
Режим роботи, ПВ %	60
Межі регулювання робочої напруги, В:	
при роботі з жорсткими характеристиками;	18...50
при роботі з спадаючими характеристиками	23...46
Напруга холостого ходу, В	80
Напруга мережі живлення, В	380
Первинна потужність, кВ*А	40
Коефіцієнт корисної дії, %	0,82
габаритні розміри, мм	
довжина;	1085
висота;	808
ширина.	1026
Маса, кг не більше	370

2.3 Вибір методу контролю якості виробу

При контролі якості зварної конструкції потрібно вибрати такий метод, який би забезпечував техніко-економічну ефективність, зручність проведення робіт та забезпечував виявлення всіх можливих дефектів при зварюванні. Вибір методу контролю залежить від габаритних розмірів конструкції, типу матеріалу, товщини металу, призначення конструкції [11].

Для контролю якості зварних швів ресивера будемо використовувати візуальний контроль, контроль за допомогою вимірювального інструменту та шаблонів, ультразвуковий контроль.

Необхідно проводити візуальний огляд зовнішніх деталей, які складаються перед зварюванням, включаючи зварювані кромки та суміжні поверхні. Огляд здійснюється як після закінчення процесу складання перед зварюванням, так і безпосередньо перед початком зварювання.

Контроль якості складання перед зварюванням включає виміри з метою перевірки таких параметрів:

- кута розробки кромки;
- глибини розробки кромки;
- розмірів притуплення кромки;
- величини зазору між деталями;
- сумісності поверхонь деталей у стикових з'єднаннях;
- місце розташування та розміри прихваток, а також місце розташування кріпильних елементів.

Виміри на деталях виконуються перед їх складанням у конструкцію, але можуть бути виконані одночасно з контролем зовнішнім оглядом. Для забезпечення необхідної точності вимірювання та використання, виміри проводяться за допомогою вимірювальних інструментів та шаблонів, затверджених метрологічною службою заводу.

Контроль зовнішнім оглядом і вимірюванням якості складання під зварюванням повинен бути задокументований у журналі післяопераційного контролю.

Контроль якості зварних швів здійснюється шляхом зовнішнього огляду та вимірювання якісних параметрів під час процесу зварювання і остаточного приймання виробу.

Перед проведенням зовнішнього огляду, поверхня шва і прилеглі поверхні повинні бути ретельно очищені від бризок металу, шлаку та інших забруднень.

Зовнішній огляд зварних з'єднань має наступні цілі:

Перевірка якості зачистки зварюваних поверхонь, зварних швів і оточуючої зони від окалини, шлаку, бризок.

Виявлення тріщин в шві та оточуючій зоні, пропалів, незаварених кратерів, напливів, зсувів і звужень шва, свищів, пор, раковин, подрізів, неправильностей форми шва, а також наявності шлакових, металевих, оксидних та флюсових включень на поверхні шва.

Зовнішній огляд швів і оточуючої зони повинен здійснюватися по всій довжині шва з обох сторін. Цей огляд проводиться візуально.

Вимірювання зварних швів і з'єднань здійснюється для перевірки наступних параметрів:

- Ширини шва.
- Форми і висоти підсилення шва.
- Катета шва.
- Довжини і кроку переривистих швів.
- Глибини і протяжності подрізів.
- Зсувів вершин стикового шва.
- Величини не співпадання поверхонь деталей у стикових з'єднаннях.

Контроль якості вимірювань здійснюється за допомогою вимірювального інструменту і шаблонів, які були схвалені метрологічною службою заводу та прийняті для використання.

В зварних швах не допускається наявність окремих пор, які перевищують 0,1% мінімальної товщини зварюваних деталей, що входять у зварне з'єднання. Також заборонені подрізи основного металу, які мають глибину більше 0,5-1 мм і

завдовжки більше 15 мм, а також подрізи будь-якої довжини, що перевищують 1 мм.

Під час зовнішнього огляду застосовуються оглядові лупи, такі як ЛПК-470, ЛПК-471, або біноклярні налобні лупи БЛ-1, БЛ-2 зі збільшенням до 2х разів. Для пошуку та оцінки дефектів використовують кишенькові лупи ЛП-1, ЛАЗ, ЛАП4 зі збільшенням 2,5-7х або 7-20х, а також телескопічні лупи ЛПШ-479, ТЛА [11].

Для виявлення внутрішніх дефектів, таких як внутрішні тріщини, непровари, шлакові включення, пори та інші, використовують ультразвуковий метод контролю. Ультразвуковий контроль з'єднань є одним з методів неруйнівного контролю, який дозволяє ефективно виявляти дефекти в зварних швах на різних глибинах, від 1-2 мм до 6-10 м. Цей метод ґрунтується на властивості ультразвукових хвиль відбиватися від межі двох середовищ [11].

Ультразвуковий контроль здійснюється за допомогою п'єзоелектричних матеріалів, таких як кварц, сульфат літію, титанат барію та інші. П'єзоелектричний щуп дефектоскопа розміщується на поверхні зразка, який перевіряється, і надсилає ультразвукові коливання у вигляді імпульсів в метал. Частота ультразвукових коливань зазвичай перевищує 20 кГц.

При зустрічі з дефектом ультразвукова хвиля відбивається і сприймається іншим щупом (іноді тим же, що її створює). Відбитий сигнал перетворюється на електричний і подається на осцилограф, на екрані якого відображається пік у вигляді імпульсу.

Ультразвуковий контроль дозволяє виявити дефект розміром 1-2% товщини заготовки, визначити його місцезнаходження. Проте, не завжди цей метод дозволяє точно встановити вид дефекту.

При контролі зварних швів газового балона ультразвуком використаємо ультразвуковий дефектоскоп УЗД-7Н (рис. 2.9) [12]. Перед проведенням ультразвукового контролю зварного шва необхідно очистити його від металевих бризок та окалини. Зачищену поверхню шва піддають протиранню, щоб забезпечити належну чистоту. Далі на цю поверхню наносять шар контактної речовини. Контактна речовина допомагає забезпечити гарний контакт між

п'єзоелектричним щупом дефектоскопа та поверхнею шва, що покращує передачу ультразвукових хвиль та точність контролю.



Рис. 2.10 – Ультразвуковий дефектоскоп УЗД–7Н [12].

2.4 Опис запропонованого технологічного процесу

Процес виготовлення ресивера включає в собі реалізацію наступних процесів: заготівельні, складально-зварювальні та контрольні.

При виборі технологічного процесу варто керуватися принципом використання найбільш сучасних та високопродуктивних методів заготівельних операцій. Ці методи сприяють прискоренню соціально-економічного розвитку промислових галузей. У процесі підготовки металу у виробництво й виконання заготівельного циклу можуть і виконуються наступні технологічні операції: розкрій, очищення, виправлення, газополуменеве різання, механічна обробка й контроль.

Операція приймання металу. На метал, що надходить на завод або в цех, перевіряється наявність сертифіката заводу виготовлювача. У сертифікаті повинні бути зазначені наступні відомості: № плавки, марка металу, його розміри, хімічний

склад, механічні властивості й кількість металу, що надійшов на завод. У випадку відсутності сертифіката метал розвантажують в особливе місце й не запускають у виробництво до повного його дослідження, тобто потрібно перевірити метал на зварюваність, визначити хімічний склад, механічні властивості, скласти акт перевірки. Після цього може бути отриманий дозвіл на використання такого металу.

Метал, на який є сертифікат розвантажують із вагонів на склад заводу або цеху й відразу на нього становлять акт приймання в 4 екземплярах: один акт направляється в бухгалтерію, другий - у конструкторський відділ, третій - у відділ технічного контролю, четвертий залишається на складі.

Операція складування металу. Збереження металу, тобто запобігання його від забруднення, іржі й інших ушкоджень багато в чому залежить від умов його зберігання на складі, тому організація складу металу має дуже важливе значення. Складські місця розташовуються під одним дахом зі складально-зварювальною дільницею або неподалік від неї. Склади повинні бути закритого типу. У приміщенні такого складу розташовується не тільки метал, але й піднімальне встаткування.

Листовий прокат який поступає на склад укладають у штабелі. Через кожні 0,3-0,5 м укладається металева або дерев'яна прокладка, товщиною не менш 12 мм довжиною більшою ніж ширина листа. Штабель повинен бути покладений таким чином, щоб до нього було зручно підходити, і щоб без утруднень можна було зняти партію металу за допомогою крана або штабелеукладача й передати її на заготівельну ділянку. Штабелі повинні бути висотою 2 - 2,5 м. Відстані між вушками повинні бути в межах 1,5 - 2,5 м.

Для обслуговування складу використовуються мостові або козлові крани, оснащені спеціальними підвісками з електромагнітами або вакуумними присосками та інші пристрої, які забезпечують мінімальний час на розвантаження й на подачу металу зі складу на заготівельну ділянку.

Операція виправлення. Листовий прокат піддають виправленню в тих випадках, коли завод-виробник поставляє його в неправленому виді й без

упакування або, якщо листи деформувалися в процесі навантаження-розвантаження або транспортування. Найбільше часто зустрічаються такі види деформацій: хвилястість у поперечній і поздовжній площинах, серповидність, випуклість або залом краєвок.

Для усунення вище перерахованих недоліків використовують метод створення місцевої пластичної деформації методом вигину, що проводиться в холодному стані. Ці операції здійснюють за допомогою листопрямильної машини. Даний тип машини можуть мати від 5 до 21 валків, кількість валків або роликів обов'язково непарна. Виправлення здійснюється між двома парами роликів або валків, розташованих у шаховому порядку. Відстань між верхніми й нижніми рядами роликів регулюється, залежно від товщини листа. При проходженні між двома рядами валків кожна ділянка листа одержує багаторазовий вигин у протилежних напрямках і за рахунок цього відбувається його випрямлення. Залежно від величини скривлення виправлення може здійснюватися за один або кілька проходів. Зі збільшенням товщини листа кількість валків зменшується, тому що менше деформації, тобто немає необхідності робити велику кількість вигинів.

Листопрямильна машина також повинна бути оснащена двома механічними столами - один для подачі листа, а другий для його прийому. Столи оснащуються рольгангами. В даному технологічному процесі використовуємо листопрямильну машину із 11 правильними роликами типу MG SP 2565 (рис. 2.11), технічні дані якої наведені в табл. 2.8.



Рис. 2.11 – Загальний вигляд листопрямильної машини MG SP 2565 [13]

Таблиця 2.8 - Технічна характеристика машини MG SP 2565 [13]

Параметри	Значення
Розміри листа, що випрямляє, мм:	
– товщина	3-10
– найбільша ширина	1850
Границя текучості металу, Н/мм ²	670
Число правильних валків	11
Діаметр правильних валків, мм	230
Число напрямних валків	2
Швидкість виправлення, м/с	0,3

Операція очищення. Весь метал перед подачею його на заготівельну ділянку підлягає очищенню. Очищення застосовується для ефективного видалення з поверхні металу слідів консервації та забруднень, які можуть утруднити процес зварювання і призвести до появи дефектів у зварних швах. Для очищення деталей, з яких складається даний виріб, використовується беспиловий дробеструменевий апарат DINO Junior II (рис. 2.12), його технічна характеристика наведена в табл. 2.9.



Рис. 3.12 - Дробеструминна установка DINO Junior II

Таблиця 2.9 - Технічна характеристика апарата DINO Junior II [14]

Продуктивність	2,5 – 5	м ² /Год
Довжина	2.000	мм
Ширина	700	мм
Висота	1.800	мм
Вага	240	кг
Об'єм завантаження абразиву	60	л
Тиск в пневмомагістралі	5-8	бар
Витрата повітря від	від 2.500	л/хв
Споживання електроенергії	5,5 кВт, 400	В
Довжина абразивного шланга	5	м

Операція розкрою та різання. Ця операція застосовується для визначення контуру деталей, оброблюваних шляхом різання. За допомогою цієї операції визначаються місця майбутніх отворів, розташування центрів, розміри фасок, місця гнучкі й механічна обробка, а в деяких випадках - базові площини деталі.

Операція розкрою виконується з використанням комп'ютерів і машин зі ЧПУ. Вибирається необхідний лист і на цьому листі в масштабі готується карта розкрою, що дозволяє правильно розмістити деталі й витрата металу до мінімуму.

Для виконання операції різання використовуються механічний спосіб. За допомогою механічного різання в основному одержують прямокутні різи і розрізають листи невеликої товщини. У цьому випадку використаємо гільйотинні ножиці з ЧПУ моделі Vimercati 2006 (рис. 2.13). Технічні дані приведено в таблиці 2.10 [15].



Рис. 2.12 – Загальний вигляд гільйотин з ЧПУ моделі Vimercati 2006 [15]

Таблиця 2.10 - Технічна характеристика ножиць Vimercati 2006 [15]

Модель	Довжина різь, мм	Відстань рами, мм	Зазор, мм	Макс. товщина 42 кг/мм ² мм довжеле йінде	Швидкість, мм/с	Двигун, НР	Мін кут різь	Макс кут різь	Маса кг	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	
2006	2050	2200	500	6	1000	95	10	30°	2	5500	2650	1900	1900	—

Операція штампування. При виробництві зварних конструкцій холодне штампування є прогресивним технологічним процесом, тому що забезпечує високу точність і продуктивність, низьку собівартість виготовлення деталей.

Операція штампування реалізується на однокривошипному пресі простої дії Yangli J21S-10 (рис. 2.13), технічна характеристика якого наведена в табл. 2.11



Рис. 2.13 – Загальний вигляд однокривошипного преса Yangli J21S-10 [16]

Таблиця 2.11 - Прес однокривошипний простої дії Yangli J21S-10 [16]

Параметр		J21S-10
Номінальне зусилля	кН	100
Номінальний хід	мм	2
Хід повзуна	мм	60
Ходів в хвилину	хв ⁻¹	145
Макс. висота штампа	мм	130
Налаштування висоти штампа	мм	35
Відстань від центра повзуна до станини	мм	700
Розмір стола	мм	240×360
Отвір в столі	мм	Φ120×20×Φ100
Товщина під-штампової плити	мм	50
Отвір в станині	мм	Φ130×90×180
Розміри повзуна	мм	150×170
Отвір під хвостовик	мм	Φ30×55
Відстань між колонами	мм	182
Потужність електродвигуна	кВт	1.1
Розміри (FB×LR×H)	мм	1620×730×1800

Механічна обробка. У виробництві деталей зварних конструкцій металорізальні верстати застосовують для виконання операцій свердлення отворів, обробки крайок і поверхонь, різання.

Механічна обробка полягає в свердленні отворів на радіально-свердлильному верстаті 2Н125 (рис. 2.14), технічні характеристики яких наведені в таблицях 2.12 [16].



Рис. 2.14 – Свердлильний верстат 2Н125 [16]

Таблиця 2.12 - Технічна характеристика верстата 2Н125 [16]

Параметри	Значення
Максимальний діаметр свердла, мм	25
Виліт шпинделя, мм	250
Максимальна відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола, мм	700
Конус Морзе шпинделя	№3
Найбільший хід шпинделя у свердлильній головці, мм	200
Розміри робочої поверхні, мм	400×450
Частота обертання шпинделя, про/хв.	45-2000
Подача по обертах шпинделя, мм/об.	0,1–1,60
Потужність, кВт	2,2
Габаритні розміри, мм	1130×805×2390
Маса, кг	1020

Операція вальцювання. Процес гнуття полягає в пластичному згинанні заготовок (рис. 2.15), при якому внутрішні шари металу стискаються, а зовнішні шари розтягуються. Для гнуття листового прокату використовують трьох- і чотирьох-валкові машини. В даному випадку застосовуємо трьох-валкову машину Bendmak CYL-ST 140-25/4.0 (рис. 2.16).



Рис. 2.15. – Процес вальцювання обичайки [17]



Рис. 2.16 - Трьох-валкова машина Bendmak CYL-ST 140-25/4.0 [17]

Процес отримання заготовок реалізується паралельними технологічними процесами із застосуванням вище наведеного обладнання наступним чином:

- на першому здійснюють виготовлення днища з листового прокату товщиною 3,0 мм. Листи металу подаються на ділянку, де розрізаються гільйотинними ножицями на заготовки необхідного розміру. Далі пакет з заготовками подають на ділянку штампування, де на кривошипному пресі формують днище з одночасною вирубкою по зовнішньому контуру, після чого днища поміщають в піч для відпалу;
- на другому проводять формування заготовок обичайки ресивера. Заготівельна операція при виготовленні обичайки аналогічна операції для днищ, з тією лише різницею, що листи ріжуться на листових ножицях з заготовок розміром 3x734x 870. При цьому, спочатку пробивають отвори під фланець, тоді формують з листа заготовки під обичайку на вальцювальному верстаті;
- заключна операція на заготівельній ділянці це контроль ВТК і передача заготовок на місце складання під зварювання.

Складально-зварювальні операції. Сформована обичайка встановлюється в спеціальний затискний пристрій (див. п. 3.1) в якому проводять зварювання поздовжнього шва під шаром флюсу. Зварювання виконують за один прохід на спеціалізованій зварювальній установці Р-879. Для якісного формування зварного шва перед процесом зварювання встановлюють за допомогою прихоплень вхідні і вихідні технологічні планки, які після завершення процесу зварювання видаляють.

Наступним етапом є встановлення та прихоплення підкладних кілець. Для цього проводять запресування підкладного кільця в днище та здійснюють його прихоплення.

Після виготовлення основних складальних одиниць ресивера проводять складання та прихоплення днищ із запресованими підкладними кільцями з обичайкою. В цьому випадку основним завданням є правильне встановлення виробу і дотримання необхідного зазору між кромками.

Зварювання днищ з обичайкою проводять кільцевими зварними швами під шаром флюсу на спеціалізованій зварювальній установці Р879.

На завершення проводять приварювання інших елементів ресивера до зварного балона за допомогою механізованого зварювання в газах. Після виконання усіх зварювальних процесів проводять зачищення зварних швів і біляшовної зони та здійснюють перевірку зварних з'єднань візуально-оптичним методом.

Наступним етапом контролю готового зварного виробу гідравлічним тиском. Випробування проводять підвищенням тиску до 2,5 МПа, при цьому балон не повинен деформуватися. Після досягнення тиску 2,5 МПа і перевірки діаметра тиск підвищується до 10 МПа. Контроль зовнішнього діаметра проводять у поперечному перерізі на відстані не менше 50 мм від зварних швів. Не допускається руйнування балона при тиску не менше 5 МПа.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір зварювальних пристосувань та опис їх роботи

Установки для зварювання прямолінійних швів застосовуються при зварюванні швів великої довжини, а також при масовому і крупносерійному виробництві малогабаритних виробів з декількома паралельними швами.

Для зварювання ресивера будемо використовувати спеціалізовану зварювальну установку Р-879. Зварювальна установка складається з обертача 1 призначеного для обертання виробу при автоматичному зварюванні кільцевих швів. Обертач оснащений приводом, що забезпечує обертання зі швидкістю, необхідною для автоматичного зварювання (14-32 м/ год). Зварювальна установка складається також з зварювальних головок 2, затискного пристрою 4 та металоконструкції 6. Загальний вигляд установки Р-879 показаний на рис. 3.1. [9]

Для закріплення обичайки та зварювання повздовжнього шва обичайки використовуємо затискний пристрій. Затискний пристрій зварювальної установки складається з таких основних частин: рами 1, що являє собою просторову зварну металоконструкцію з механізмом затиснення обичайки 11, колон 2, 3, гвинта 4, верхньої контрбалки 5, поворотної консолі 6, підйомної балки 7, ексцентрика 8, піддона флюсозбірника 10, механізму затиснення 11 та пневмообладнання (рис.3.2).

Пневмообладнання призначене для підготовки та подачі повітря, очищення його від вологи, і для управління роботою пневмоциліндра та механізму обтискання обичайки. У пневмосистему входять пневморозподільувач крановий, вологоочищувач, регулятор тиску, з'єднувальна арматура і гумові рукави. Верхня балка додатково обладнується технологічною підкладкою (мідною або флюсомідною).

Попередньо звальцьована обичайка укладається на мідну підкладку консолі. (рис. 3.3). Консоль встановлюється паралельно направляючим зварювального автомата. Пневмоциліндри приводять в рух притискачі, які обжимають обичайку. Величина зусилля притискання обичайки регулюється зміною величини тиску в

пневмоциліндрі за допомогою регулятора тиску. За допомогою швидкоз'ємних ексцентрикових притискачів фіксуємо технологічні планки на консолі, призначені для заварювання кратера.

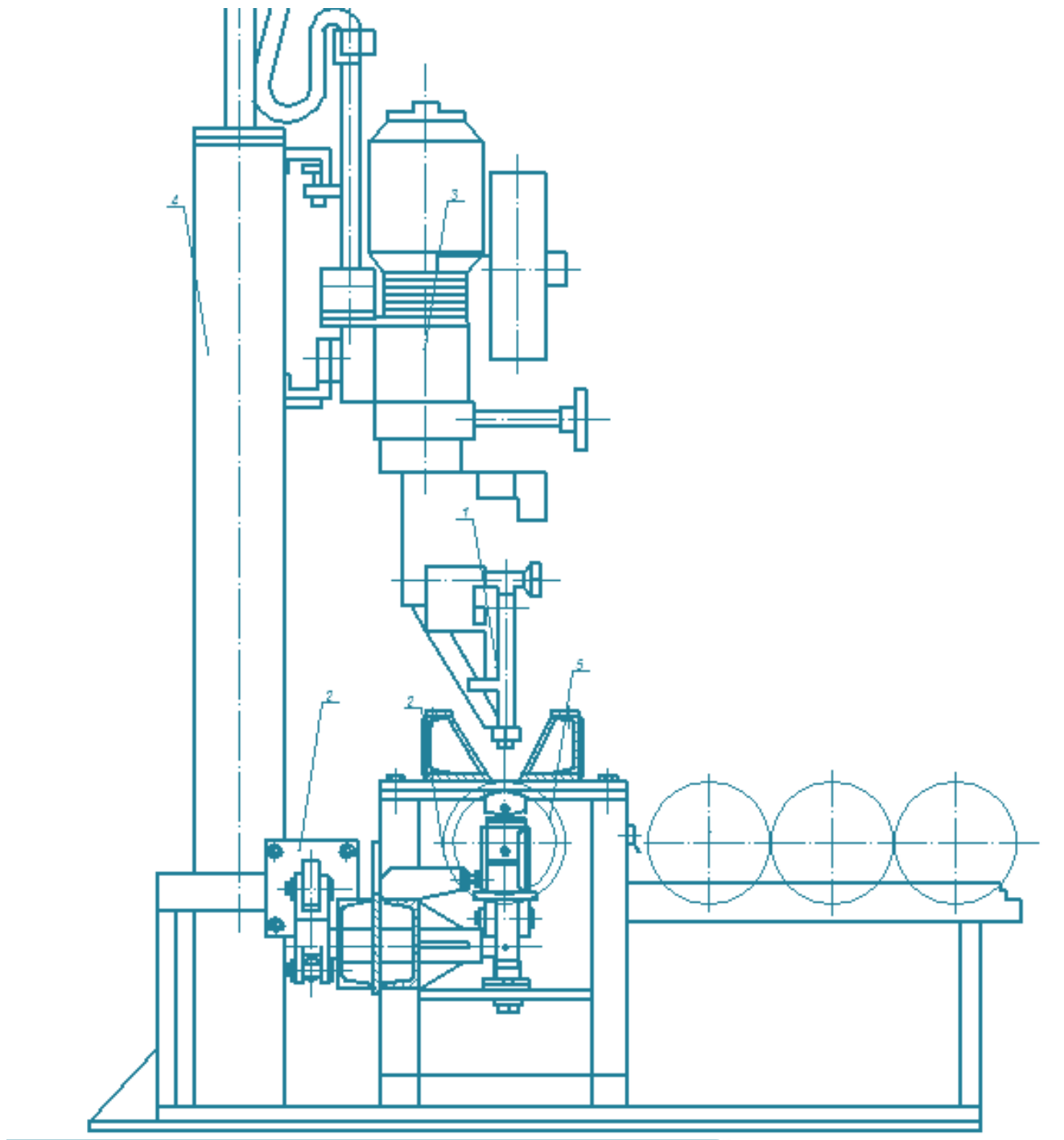


Рис. 3.1 – Спеціалізована установка Р-879 на позиції зварювання обичайки

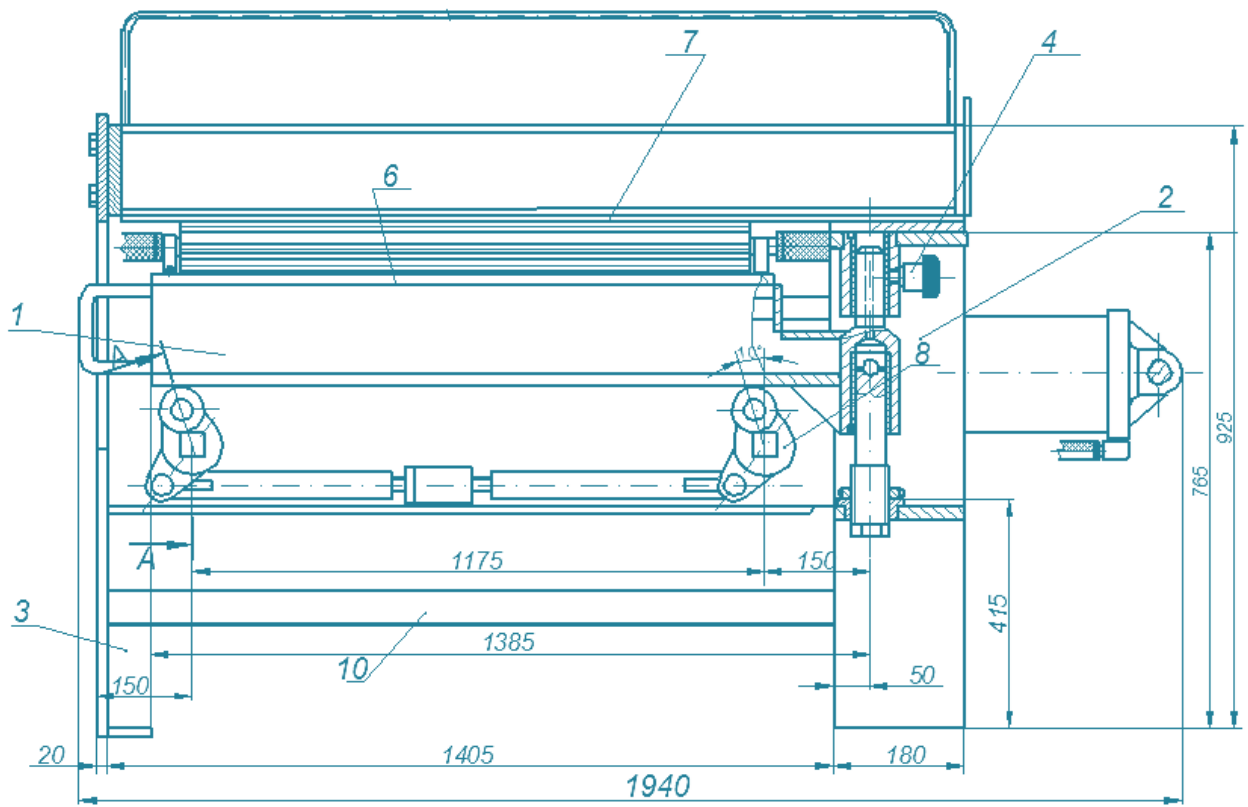


Рис. 3.2 –Затискний пристрій для складання обичайок

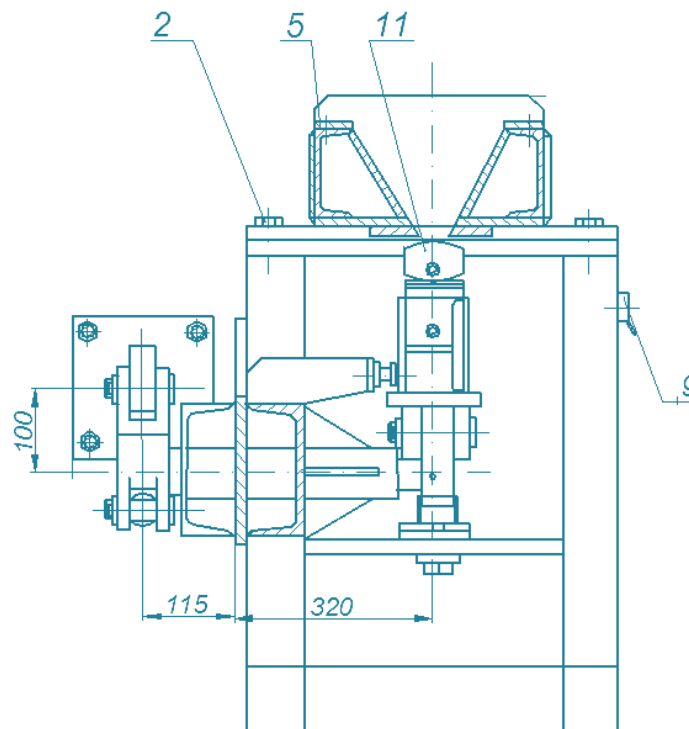


Рис. 3.3 – Затискний пристрій для складання обичайок

Під час зварювання прямолінійних швів, звичайно, виріб залишається нерухомим, а зварювальний апарат переміщується вздовж лінії шва, здійснюючи основний рух. Зварювальний автомат також виконує додаткові переміщення і коригуючі рухи, оскільки рухати виріб разом з пристосуванням вимагає більшої складності, ніж переміщати сам зварювальний автомат.

По закінченні зварювання обичайка звільняється від пневмопритискачів і механічних притискачів та передається на операцію відрізки технологічних планок.

Можливі зварювальні деформації поздовжніх швів обичайок тонкостінних ємностей, як правило, усуваються прокатуванням роликками. Виправлення дефектів форми обичайок, викликаних зварювальними процесами, за необхідності може виконуватись іншими видами після зварювального оброблення, наприклад, подальшим калібрувальним прокатуванням на листозгинальних вальцях.

Зварювання днищ з обичайкою проводимо двома кільцевими зварними швами під шаром флюсу на спеціалізованій зварювальній установці Р-879 (рис. 3.4).

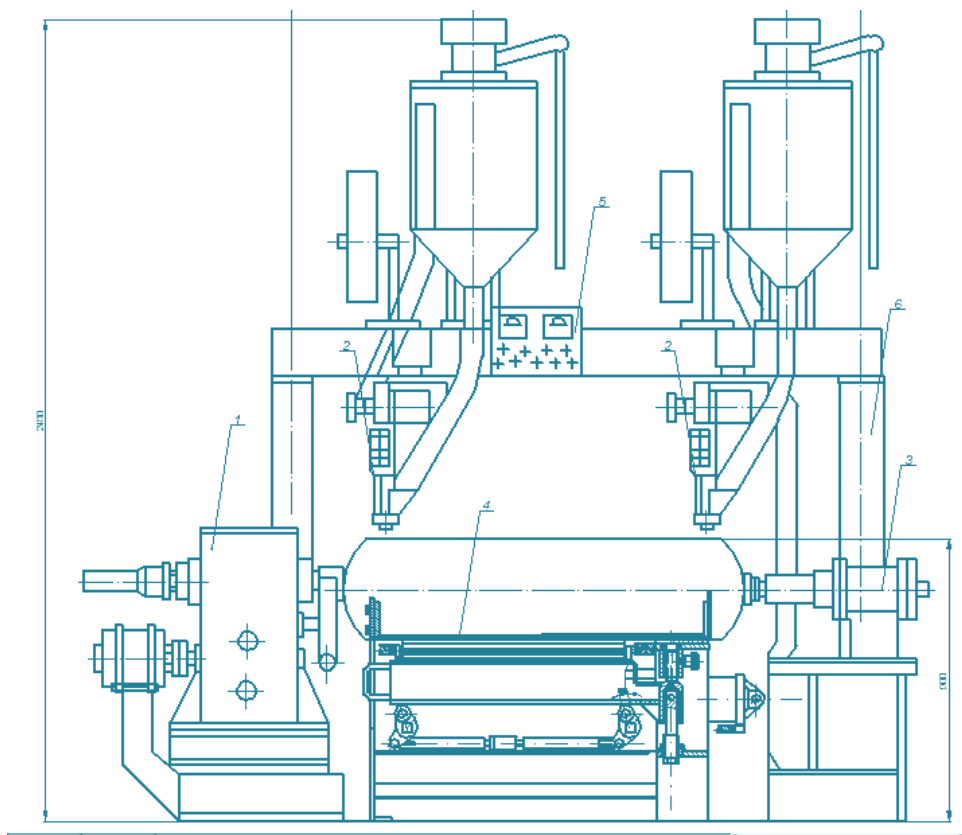


Рис. 3.4 – Спеціалізована зварювальна установки Р-879 на позиції зварювання днищ і обичайки

Попередньо зібраний ресивер встановлюють торцем в передню бабку. Підтискають задню бабку. Орієнтують зварювальну головку по центру стику.

Далі необхідно перевірити стан стику щодо кінця електродного дроту, витримавши відхилення електрода від центру стику по всій довжині не більше 1,0 мм. При відхиленнях, що виходять за межі допустимого, проводять регулювання коригуванням зварювальної головки або положенням обичайки вручну. Наступним етапом потрібно відвести зварювальний автомат у вихідне положення. Подати зварювальний дріт вниз до повного замикання, натисканням кнопки «електрод вниз», витримавши виліт електрода 20-25мм. Кільцеве стикове з'єднання слід засипати шаром флюсу товщиною 25-30мм. Потім натисканням кнопки «Пуск» включити зварювальний струм і рух автомата. Зварювання слід проводити в два шари. Другим шаром знімаємо внутрішні напруження..

Обертання передньої бабки проводиться через редуктор. Обертання ресивера здійснюється за рахунок сил тертя.

По закінченні зварювання ресивер звільняється від пневмопритискачів і передається на наступну операцію.

Величина зусилля притиснення обичайки регулюється зміною величини тиску в пневмоциліндра за допомогою регулятора тиску.

Вертикальні і горизонтальні переміщення зварювального автомата здійснюється електродвигунами.

3.2 Розрахунок і проектування елементів пристосувань

Після вальцювання обичайки можуть виникнути такі неточності при її формуванні (рис. 3.5):

- недостатнє вальцювання на кут φ_1 ;
- зсув крайок на величину Δ_2 ;
- зсуву торців на величину Δ_3 .

Тому проведемо розрахунок необхідного зусилля для стягування торців обичайки згідно літератури [18]

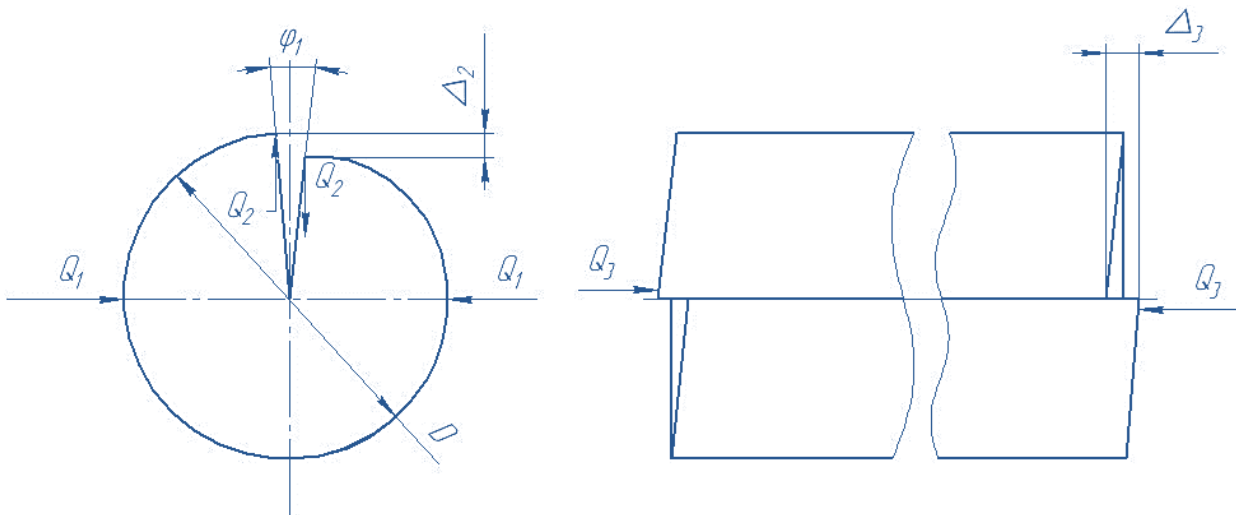


Рис. 3.5 - Дефекти вальцювання обичайки [18]

У випадку широкомасштабного вальцювання обичайки, установлені технічні стандарти, які визначають припустимі розміри дефектів. $\varphi_1 \leq 3^\circ$, $\Delta_2 \leq 4$ мм, $\Delta_3 \leq 3$ мм.

Необхідне зусилля, для стягування торців недовальцованої обичайки визначають:

$$Q_1 = \frac{\varphi_1 E B \delta^3}{1080 D^2} \quad (3.1)$$

де E – модуль пружності сталі, Н/мм², приймаємо $E = 2 \cdot 10^5$ Н/мм²;

δ – товщина стінки, $\delta = 3$ мм;

B – довжина обичайки, $B = 734$ мм;

D – діаметр обичайки, $D = 280$ мм.

$$Q_1 = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 734 \cdot 3^3}{1080 \cdot 280^2} = 140 \text{ Н.}$$

Зусилля, необхідне для сполучення крайок:

$$Q_2 = \frac{\Delta_2 E B \delta^3}{1,5 \pi D^3}; \quad (3.2)$$

$$Q_2 = \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 3^3}{1,5 \cdot 3,14 \cdot 280^2} = 58 \text{ Н.}$$

Зусилля, необхідне для сполучення торців обичайки:

$$Q_3 = \frac{0,35 \Delta_3 G B^3 \delta^3}{D^3 (B^2 + \delta^2)}, \quad (3.3)$$

де G – модуль зрушення; $G = 8 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$.

$$Q_3 = \frac{0,35 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 734^3 \cdot 3^3}{280^3 (734^2 + 3^2)} = 50 \text{ Н.}$$

Розрахунок пневмоциліндрів.

1) Для вирівнювання крайок у вертикальному положенні (уздовж утворюючої)

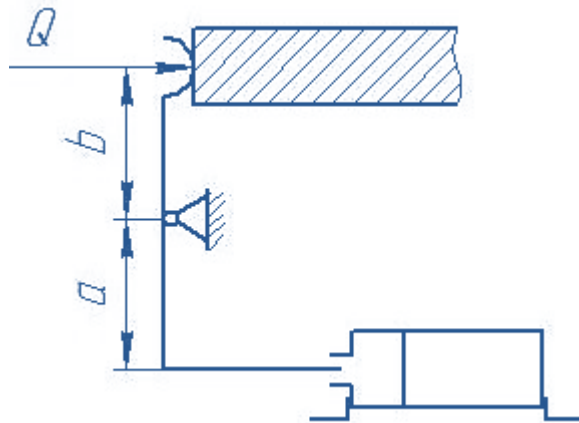


Рис. 3.6 - Розрахункова схема фіксації крайок

Визначимо зусилля на штоку з урахуванням коефіцієнта запасу:

$$Q = Q_{\text{тр}} \cdot K; \quad (3.4)$$

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 = 1,5,$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу;

K_1 – коефіцієнт, що враховує стан поверхні (для обробленої поверхні);

K_2 – коефіцієнт, що враховує сталість зусилля затискача.

$$Q_{\text{тр}} = m \cdot g \cdot f = 314 \cdot 9,81 \cdot 0,2 = 628 \text{ Н;}$$

$$Q = 628 \cdot 1,5 = 942 \text{ Н.}$$

Визначаємо зусилля привода P на штоку пневмоциліндра.

$$P = \frac{Q}{\frac{1}{b} \left(a - \frac{a+b}{b} \cdot f \cdot r \right)} \quad (3.5)$$

де a, b – плечі важеля: $a = b = 137 \text{ мм}$;

$f = 0,1$ – коефіцієнт тертя в осях шарнірів;

$r = 10 \text{ мм}$ – радіус осі шарніра.

$$P = \frac{942}{\frac{1}{13,7} (13,7 - \frac{13,7 + 13,7}{13,7} \cdot 0,1 \cdot 1)} = 942 \text{ Н.}$$

Визначаємо діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \rho \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 961}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,8}} = 49 \text{ мм,} \quad (3.7)$$

де $\rho = 0,63$ МПа – тиск стисненого повітря в пневматичній системі.

З конструктивних міркувань приймаємо $D = 50$ мм.

Зі стандартного ряду вибираємо пневмоциліндр 2111 – 50x200 .

2) Для фіксації зазору між крайками (2 пневмоциліндра), для упору (1 пневмоциліндр).

Визначимо зусилля на штоку з урахуванням коефіцієнта запасу:

$$Q_{\text{тр}} = m \cdot g \cdot f = 314 \cdot 9,81 \cdot 1,5 = 4710 \text{ Н;}$$

Визначаємо діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4710}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,95}} = 100 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $D = 100$ мм.

Зі стандартного ряду вибираємо пневмоциліндр 2311 – 100x300 .

3) Для усунення недовальцювання крайки підтискаються пневмоциліндрами з бічних сторін.

Визначимо зусилля на штоку з урахуванням коефіцієнта запасу:

$$Q_{\text{тр}} = m \cdot g \cdot f = 314 \cdot 9,81 \cdot 1,5 = 4710 \text{ Н;}$$

Визначаємо діаметр циліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 4710}{3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,95}} = 100 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо $D = 100$ мм.

Зі стандартного ряду вибираємо пневмоциліндр 2111 – 100x300.

Приміняємо 4 таких пневмоциліндра, установлених на стійках.

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників

При виготовленні виробу «ресивера» можливий вплив на працюючих різних виробничих чинників, які поділяться на шкідливі і небезпечні. [19]

У проєктованій складально-зварювальній ділянці для виконання робіт застосовано напівавтоматичне зварювання в середовищі захисного газу $\text{CO}_2 + \text{Ar}$ і автоматичне зварювання під флюсом.

При виконанні зварювальних робіт, термічного різання металів на працюючих можуть впливати наступні шкідливі чинники:

- підвищена запилена і загазованість повітря робочої зони;
- ультрафіолетове, видиме і інфрачервоне випромінювання зварювальної дуги;
- шум;
- статичне навантаження на руку. [19]

До небезпечних виробничих чинників відносяться: дія електричного струму; іскри і бризки; викиди розплавленого металу і шлаку; можливість вибуху ресиверів з аргонем систем з вуглекислим газом, що знаходяться під тиском; механізми, що рухаються, і вироби (кран-балки, візки, портали, мостові і консольно-поворотні крани). [19]

При виконанні зварювання під флюсом виділяються гази і частки пилу, що забруднюють повітряне середовище у виробничому приміщенні. Склад і кількість газів і часток пилу залежать від рецептури вживаних флюсів.

Вміст пилу при зварюванні внутрішніх швів в 2,5 разу вище, ніж при зварюванні зовнішніх швів. Основними шкідливими речовинами у складі зварювального аерозоля при автоматичному зварюванні являються фтористі сполуки. Дослідження показали, що валове виділення фтористих сполук особливо велике при зварюванні під флюсом ОСЦ-45. Воно складає 43.2 мг на 1 кг наплавленого металу. При зварюванні із застосуванням інших флюсів, наприклад АН-348А, ФЦ-9 та ін., валові виділення фтористих сполук коливаються в середньому від 30 до 40 мг на 1 кг наплавленого металу. Виділення фтористих

сполук різко зростають зі збільшенням вмісту фтористого кальцію у флюсі. Тому для зварювання корпусу повітрозбірника вибраний флюс АН-348А, як найменш токсичний.

Для запобігання викиду пилу в атмосферу необхідно встановити місцеву вентиляцію, що знижує концентрацію пилу і різних шкідливих домішок до гранично допустимих концентрацій. Горіння зварювальної дуги супроводжується виділенням сліпучих світлових променів, а також ультрафіолетових і інфрачервоних променів. Найбільш потужне випромінювання буде в середовищі аргону. Теплова радіація може досягати 6 ккал/см²хв. На зварювальника діє також розсіяна радіація, відбита від навколишніх поверхонь. Тому на ділянці застосовуємо захисні щити, переносні ширми, забарвлені в матові тони і поглинаючі ультрафіолетові промені. Так само застосовуються індивідуальні засоби захисту. [19]

Відповідно до характеру виконуваних робіт зварювальникам на проектованій ділянці видається спецодяг і спец-взуття з рукавичками 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 [19].

Інтенсивність теплового опромінення в оптичному діапазоні (ультрафіолетове, видиме, інфрачервоне) на постійних робітниках місцях не повинна перевищувати допустимих величин, приведених нижче. Так, в ультрафіолетовій області спектру при довжині хвилі 0,28-0,32 мкм допустима інтенсивність теплового опромінення складає 0,05 Вт/м², в інфрачервоній області при довжині хвилі 1,4-3 мкм допустима інтенсивність складає 120 Вт/м². Захист робітників від інфрачервоного випромінювання може бути забезпечений скороченням часу перебування в зоні дії джерела теплового випромінювання. [19]

Також застосовуються наступні захисні заходи: екранування джерела випромінювання, використання теплозахисних килимків, взуття, спеціальних костюмів.

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. [19]

Для захисту особи і очей від розплавленого металу і променистої енергії робітники забезпечуються щитками захисними зі світлофільтрами С-2, С-3, С-4. Із зовнішнього боку світлофільтри закривають прозорим склом, яке міняється у міру забруднення.

При напівавтоматичному зварюванні середовищу суміші вуглекислого газу має місце статичне навантаження на руки, внаслідок чого можуть виникати захворювання нервово-м'язового апарату плечового пояса. У складально-зварювальному цеху джерелом підвищеного шуму є пневмоприводи і генератори, а також внутрішньо-цеховий 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.

В процесі горіння зварювальних матеріалів утворюються аерозолі (пил і газ), до складу яких входять в найбільшій кількості залізо, що є малонебезпечним (4 клас безпеки), і речовини, надзвичайно небезпечні (1 клас) : аерозолі конденсату марганцю і хрому, озон, а також речовини високо небезпечні (2 клас) : аерозолі конденсату нікелю, оксиди азоту, фтористий водень. Вживаний зварювальний дріт - Св-08Г2С. При цьому питома виділення марганцю, на 1кг зварювального матеріалу, що витрачається, складає 0,5 г/кг (19, с.184, таблиця. 6.10). Питома кількість припливного повітря $L_{пр.уд}$, яке потрібне для розведення шкідливих виділень до ГДК, складає 10000 м³/кг Запилена в зоні дихання при нормальній течії процесу зварювання не перевищує ГДК. [19]

При виконанні робіт усередині приміщення системи опалювання, вентиляції і кондиціонування повітря повинні забезпечувати певні метеорологічні умови(мікроклімат), тобто допустиму температуру, відносну вологість, швидкості руху повітря і його чистоту. У зварювальних цехах на стаціонарних робітниках місцях, а також, де це можливо, на нестаціонарних постах слід влаштовувати місцеві відсмоктування.

Для складально-зварювальних цехів і ділянок можна застосовувати загальне або комбіноване (тобто загальне і місцеве) освітлення. Загальне освітлення може бути рівномірним або локалізованим. Світлові ліхтарі, вікна і світильники повинні піддаватися очищенню, регулярність якого визначається нормами залежно від міри забруднення повітря пилом і кіптявою.

Усе електроустаткування зварювальних і складальних цехів і ділянок відповідає «Правилам облаштування електроустановок» і діючим стандартам, а його експлуатація - «Правилам технічної експлуатації електроустановок споживачам і правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

Корпус будь-якого джерела живлення зварювальної установки (зварювальний трансформатор, випрямляч, перетворювач та ін.) і корпус будь-якої зварювальної машини або установки необхідно надійно заземлений кабелем (електропроводка) машин електрозварювань і розташовується від трубопроводів кисню на відстані не менше 0,5 м. Ізоляція дротів має бути захищена від механічних ушкоджень. Застосування зварювальних дротів з пошкодженим обплетенням і ізоляцією забороняється. При ушкодженні обплетення дроту, його слід укласти в гумовий шланг. Зварювальні дроти повинні з'єднуються зварюванням, пайкою або за допомогою сполучних муфт з ізолюючою оболонкою. Місця зварних і паяних з'єднань дротів повинні ретельно ізолюватися. В якості зворотного дроту того, що сполучає зварний виріб з джерелом зварювального струму можуть служити гнучкі дроти, а також, де це можливо, сталеві шини будь-якого профілю достатнього перерізу, зварні плити, стелажі і сама зварна конструкція. Зварювальні пости мають бути забезпечені пристосуваннями (штативами і тому подібне) для укладання на

них електродотримачів при короткочасних перервах в роботі, при експлуатації газозварювальних установок безпека забезпечується дотриманням правил, обумовлених фізико-хімічними властивостями вживаних газів, зокрема вуглекислого і аргону, а також достатньою міцністю і герметичністю ресиверів і систем, що знаходяться під тиском.

Наповнені ресивери з насадженими на них черевиками повинні зберігатися у вертикальному положенні. Для оберігання від падіння ресивери повинні встановлюватися в спеціально обладнані гнізда, клітини і захищатися бар'єром. Зберігати ресивери слід з наверненими ковпаками. Ресивери з газом, встановлені в приміщеннях, повинні знаходитися від радіаторів опалення і інших опалювальних приладів і печей на відстані не менше одного метра, а від джерел з відкритим вогнем - на відстані не менше 5 метрів. Для захисту тіла робітника від теплових, механічних і інших дій застосовується спеціальний одяг і взуття, які повинні відповідати характеру виконуваної роботи.

Таблиця 4.1 - Концентрація шкідливих речовин при зварюванні в CO₂.

Речовина	ГДК, мг/м ³	Концентрація в зоні зварювання	
		мг/м ³	г/кг
Пил	10	45 – 90	6 – 19
Оксид марганцю	0,3	0,6 – 0,9	0,2 – 0,8
Оксид вуглецю	20	50 – 110	18

4.2 Долікарська допомога при ураженні електричним струмом.

Перша медична допомога — це комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження здоров'я потерпілих, здійснюваних немедичними працівниками (взаємодопомога) або самим потерпілим (самодопомога). Найважливіше положення надання першої допомоги — її терміновість. Чим швидше вона надана, тим більше сподівань на сприятливий наслідок. [20]

Послідовність надання першої допомоги:

— усунути вплив на організм ушкоджуючих факторів, котрі загрожують здоров'ю та життю потерпілих, оцінити стан потерпілого;

— визначити характер та важкість травми, найбільшу загрозу для життя потерпілого і послідовність заходів щодо його рятування;

— виконати необхідні заходи з рятування потерпілих в послідовності терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, здійснити штучне дихання, провести зовнішній масаж серця);

— підтримати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника;

— викликати швидку медичну допомогу або вжити заходів щодо транспортування потерпілого до найближчого лікувального закладу.

Рятування потерпілих від впливу електричного струму залежить від швидкості звільнення його від струму, а також від швидкості та правильності надання йому допомоги. Зволікання може зумовити загибель потерпілого. При ураженні електричним струмом смерть часто буває клінічною, тому ніколи не слід відмовлятися від надання допомоги потерпілому і вважати його мертвим через відсутність дихання, серцебиття, пульсу. Вирішувати питання про доцільність або непотрібність заходів з оживлення та винести заключення про його смерть має право лише лікар.

Весь персонал, що обслуговує електроустановки, електричні станції, підстанції і та електричні мережі, повинен не рідше 1 разу на рік проходити інструктаж з техніки безпеки про експлуатацію електроустановок, з надання першої медичної допомоги, а також практичне навчання з прийомів звільнення від електричного струму, виконання штучного дихання та зовнішнього масажу серця. Заняття повинні проводити компетентні особи з медичного персоналу або інженери з техніки безпеки, котрі пройшли спеціальну підготовку і мають право навчати персонал підприємства наданню першої допомоги. Відповідальним за організацію навчання є керівник підприємства.

В місцях постійного чергування персоналу повинні бути:

— аптечка з необхідними пристосуваннями та засобами для надання першої

медичної допомоги;

— плакати, присвячені правилам надання першої допомоги, виконання штучного дихання та зовнішнього масажу серця, вивішені на видних місцях.

Дотик до струмоведучих частині що знаходяться під напругою, викликає мимовільне судомне скорочення м'язів та загальне збудження, котре може призвести до порушення і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу. Якщо потерпілий тримає провід руками, його пальці так сильно стискаються, що звільнити провід стає неможливим. В зв'язку з цим першою дією того, хто надає першу допомогу, повинне бути швидке вимкнення тієї частини електроустановки, до котрої доторкається потерпілий. Вимкнення здійснюється за допомогою вимикачів, рубильника або іншого вимираючого апарата.

Якщо вимкнути установку швидко не можна, слід вжити заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, до котрих він торкається. У всіх випадках той, хто надає допомогу, не повинен доторкатися до потерпілого без належних запобіжних заходів, оскільки це небезпечно для життя. Він також повинен слідкувати, щоб самому не опинитися в контакті з струмоведучою частиною або під кроковою напругою. Для звільнення потерпілого від струмоведучих частин напругою до 1000 В слід скористатись канатом, палицею, дошкою або будь-яким сухим предметом, що не проводить електричного струму.

Потерпілого можна також відтягнути за його одяг (якщо він сухий та відстає від тіла), уникаючи дотику до оточуючих металевих предметів та частин тіла. З метою ізоляції рук той, хто надає допомогу, повинен одягнути діелектричні рукавиці або обмотати руку шарфом, натягнути, на руку рукав піджака або пальто, накинути на потерпілого гумовий килимок, прогумований матеріал (плащ) або просто сухий матеріал. Можна також ізолювати себе, ставши на гумовий килимок, суху дошку або непровідну підстилку, жмут одягу. При відділенні потерпілого від струмопровідних частин рекомендується діяти однією рукою.

Якщо електричний струм проходить в землю через потерпілого і він судорожно стискає один провід, то простіше перервати струм, відокремивши потерпілого від землі (підсунувши під нього суху дошку, або відтягнувши за ноги

від землі вірьовкою, або відтягнувши за одяг), дотримуючись при цьому запобіжних заходів. Можна також перерубати дроти сокирою з сухою ручкою або перекусити їх інструментом з ізольованими ручками. Перерубувати або перекушувати проводи слід пофазово, тобто кожний провід окремо, при цьому рекомендується стояти на сухих дошках, на дерев'яній драбині.

Для звільнення потерпілого від струмоведучих частин під напругою понад 1000 В слід одягнути діелектричні рукавиці та боти і діяти штангою або ізольованими кліщами, розрахованими на відповідну напругу (рис. 3.30).



Рис. 4.1. Звільнення потерпілого від дії струму ізолюючою штангою [20]

Не слід забувати про небезпеку крокової напруги, якщо струмоведуча частина лежить на землі. Тому після звільнення потерпілого необхідно винести з цієї зони. Без засобів захисту пересуватися в зоні розтікання струму по землі слід не відриваючи ноги одна від одної.

Заходи долікарської допомоги залежать від стану, в якому знаходиться потерпілий після звільнення від електричного струму. Після звільнення потерпілого від дії електричного струму необхідно оцінити його стан. У всіх випадках ураження електричним струмом необхідно обов'язково викликати лікаря незалежно від стану потерпілого.

Якщо потерпілий при свідомості та стійке дихання і є пульсом, але до цього втрачав свідомість, його слід покласти на підстилку з одягу, розстебнути одяг, котрий затрудняє дихання, забезпечити приплив свіжого повітря, розтерти і зігріти

тіло та забезпечити повний спокій, дати понюхати нашатирний спирт, сполоснути обличчя холодною водою. Якщо потерпілий, котрий знаходиться без свідомості, прийде до тями, слід дати йому випити 15—20 краплин настоянки валеріани і гарячого чаю.

Ні в якому разі не можна дозволяти потерпілому рухатися, а тим більше продовжувати роботу, оскільки відсутність важких симптомів після ураження не виключає можливості подальшого погіршення стану. Лише лікар може робити висновок про стан здоров'я потерпілого. Якщо потерпілий дихає рідко і судорожно, але у нього не намацується пульсу необхідно відразу зробити йому штучне дихання.

За відсутності дихання та пульсу у потерпілого внаслідок різкого погіршення кровообігу мозку розширюються зіниці, зростає синюшність шкіри та слизових оболонок. У таких випадках допомога повинна бути спрямована на відновлення життєвих функцій шляхом проведення штучного дихання та зовнішнього (непрямого) масажу серця.

Потерпілого слід переносити в інше місце лише в тих випадках, коли йому та особі, що надає допомогу, продовжує загрожувати небезпека або коли надання допомоги на місці не можливе. Для того, щоб не втрачати час, не слід роздягати потерпілого. Не обов'язково, щоб при проведенні штучного дихання потерпілий знаходився в горизонтальному положенні. Якщо потерпілий знаходиться на висоті, необхідно перед спуском на землю зробити штучне дихання безпосередньо в люльці, на щоглі і на опорі.

Опустивши потерпілого на землю, необхідно відразу розпочати проведення штучного дихання та масажу серця і робити це до появи самостійного дихання і відновлення діяльності серця або передачі потерпілого медичному персоналу.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено розроблення технологічного процесу виготовлення автомобільного ресивера, який базується на комплексному підході до проектування і реалізації операцій запропонованого технологічного процесу. За допомогою аналізу вимог до ресивера і вивчення технологічних аспектів виготовлення, було визначено оптимальні параметри та умови окремих операцій, включаючи складально-зварювальні, що забезпечують високу якість зварних з'єднань і конструкції в цілому.

Основою розробленого технологічного процесу є застосування автоматизованого процесу зварювання із застосуванням спеціалізованої зварювальної установки Р-879. Для забезпечення необхідних властивостей зварного з'єднання, було проведено розрахунок параметрів режиму зварювання та підбрано раціональне устаткування, що дозволить знизити вірогідність появи дефектів зварних швів та конструкції в цілому.

Запропоновано конструкції складально-зварювального пристосування із застосуванням пневмопритискачі, які забезпечують достатнє складальне зусилля та швидке закріплення і вивільнення вузлів, які складаються.

Запропонований технологічний процес дасть можливість забезпечити вищий рівень якості виконання робіт і зменшити кількість основних засобів. Ці нововведення дозволяють якісніше і швидше контролювати і регулювати параметри технологічного процесу, що дасть змогу зменшити собівартість продукції та збільшити прибуток від її реалізації.

Також, в роботі запропоновані проведено аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників, які діють у спроектованому цеху і дільниці, на здоров'я працюючих, та передбачено заходи щодо їх попередження, а також наведено заходи надання долікарської допомоги при ураженні електричним струмом, що може виникнути при користуванні зварювальним обладнанням.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов. - М.: Машиностроение, 1974 – 768 с.
2. Конструкції елементів пневмоагрегатів: навчальний посібник / М. Г. Прокопов, С. М. Ванєєв, В. М. Козін, Ю. С. Мерзляков. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 146 с.
3. http://www.s-metall.com.ua/spravochnik_stalej.html
4. Квасницький В.В. Теорія зварювальних процесів. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів при зварюванні. Навчальний посібник. - Миколаїв. УДМТУ, 2002. - 181с.
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. <https://kzes.com/en/>
8. <https://krypton.ua/ua/p2437051-svarochnyj-poluavtomat-pdg.html>
9. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896с.
10. Биковський О.Г. Довідник зварника [Текст]: довідник / О.Г. Биковський, І.В. Пінковський. - К.: Техніка, 2002. – 336 с.
11. Карпаш М.О. Методи контролю стану робочих поверхонь: конспект лекцій / М.О. Карпаш, А.В. Яворський. – Івано-Франківськ: Факел, 2007. – 228 с.
12. <https://укрприбор.com.ua/ua/p46504208-defektoskop-ultrazvukovoj-portativnyj.html>
13. <https://cnc-machine.by/p73190887-listopravilnyj-standok-2565.html>
14. <http://www.autev-project.com/ua/equipment/cycle.html>
15. <https://cnc-machine.by/g5308236-gilotiny-chpu-vimercati>
16. <https://svartech.com.ua/ua/g102729436-krivoshipnye-pressy>
17. <https://svartech.com.ua/ua/p1183680545-listopravilnaya-mashina-bendmak.html>

18. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві .-К.: Арістей, 2005. – 268с.
19. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.
20. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г. Бедрія. – Львів.:1997. – 275с.
21. Жидецький В. Ц., Джиги рей В. С., Мельников О. В. Основи охорони праці. Підручник.- Видавництво 5-ге, доповнене. – Л.: Афіша, 2000. -350 с.

