

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

« »

20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Прикладна механіка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Кунець Роману Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу виготовлення бокової стінки піввагона

Керівник роботи Сенчишин Віктор Степанович, старший викладач кафедри МТ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» Січня 2021 року № 4/7-37

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

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

1. Аналітична частина; 2. Технологічна частина; 3. Конструкторська частина;

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

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

1) Технологічний процес виготовлення виробу 1 аруш А1; 2) Установка для автоматичного зварювання бокової стінки піввагона 5 аркушів А1;

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота для здобуття освітнього ступеня бакалавр на тему: «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення бокової стінки піввагона» складається із розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Об'єм розрахунково-пояснювальної записки 55 аркушів формату А4, а об'єм графічної частини 5 аркушів формату А1. Записка складається із 4 частин, а саме аналітичної; технологічної; конструкторської; безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

Розрахунково-пояснювальна записка містить 15 рисунків, 11 таблиць та додатки. Використано 11 літературних джерел.

В даній кваліфікаційній роботі розроблено технологію та вибрано зварювальне устаткування для зварювання бокової стінки піввагона.

Ключові слова: АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, ЗАХИСНИЙ ГАЗ, ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ЗВАРЮВАЛЬНЕ УСТАТКУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу	7
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу.	11
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу та постановка задач на проектування.	13
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	17
2.1 Обґрунтування способу зварювання	17
2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування.	26
2.3 Вибір методу контролю якості виробу	31
2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу	32
2.5 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу	36
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	39
3.1 Вибір та розрахунок елементів основного чи додаткового зварювального устаткування	39
3.2 Розрахунок необхідних зусиль притискання елементів зварного виробу	44
3.3 Установка для складання та зварювання бокових стін	45
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	47
4.1 Оцінка шкідливих факторів, які діють в зварювальному цеху (дільниці). Заходи для зменшення їх впливу	47
4.2 Розрахунок захисного заземлюючого пристрою для зварювального цеху (дільниці)	49
4.3 Пожежна профілактика в спроектованому цеху (дільниці)	51
ВИСНОВКИ	53
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	54
ДОДАТКИ	55

ВСТУП

Серед багатьох факторів науково-технічного прогресу, одним з найважливіших є розвиток зварювальної техніки та науки. Без технологічного процесу зварювання металів тяжко уявити машинобудування, будівництво та інші галузі промисловості. Його використовують при виготовленні різноманітного спектру конструкцій. Відповідно зростає необхідність в вдосконалення зварювального виробництва, підвищенню ефективності виробництва, збільшення рівня механізації та автоматизації технологічного процесу, покращення якості продукції. Дані заходи сьогодні широко впроваджуються у зварювальні технології та виробництво.

Зварюванням являє собою метод отримання нероз'ємних з'єднань в помисливості та будівництві. Зварювальне виробництво постійно розвивається та вдосконалюється. Воно охоплює практично всі галузі народного господарства, оснащується передовими технологіями та технікою. Зварювальне виробництво посідає перше місце у світі по об'єму виконуваних робіт та за рівнем автоматизації процесів.

Завданням зварювального виробництва є виготовлення зварних конструкцій, які є економічними та відповідають своїм конструктивним формам, фізичним та механічним властивостям, відповідають своєму експлуатаційному призначенню та умовам роботи.

Враховуючи велику кількість способів зварювання, що основані на застосовуванні різноманітних фізичних явищ зварювальний процес є досить складним процесом. За останній час використовуються більше 50 способів зварювання, що залежать від особливостей зварювальних матеріалів, умов виробництва, вимог до зварних з'єднань і т.д. В зв'язку з різноманітним технологічним процесів та способів зварювання росте потреба в різноманітності типів конструкцій зварювального обладнання.

Вдосконалення зварювального виробництва, збільшення рівня механізації, розроблення нових способів зварювання та наплавлення потребує створення та вдосконалення нового устаткування, що забезпечувало би ефективність застосування способів зварювання в промисловості.

На сьогоднішній день зварювання є одною з передових галузей техніки. Сучасні технологічні процеси зварювання є найбільш високопродуктивними та економічно ефективними, та широко застосовуються в машинобудуванні та інших галузях промисловості. Досягнутий рівень розвитку зварювального виробництва є фундаментом для майбутніх вдосконалень технологічних конструкцій, збільшення продуктивності праці, економії матеріалів, збільшення якості виготовленої зварної продукції.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Зварним виробом є бокова стінка на піввагона. Загальний вигляд та схема вантажного на піввагона зображено на рисунках 1.1 та 1.2. Даний піввагон є універсальним. Його використовують для перевезення вантажів сипучого типу, також дрібно кускових, штучни та штабельних по мережі залізниць в Україні, країнах СНД, Латвії, Литви, Естонії та європейських країн. Напіввагони такого типу призначені для колій розміром 1520 мм та 1435 мм. Розвантажуються піввагон через люки у підлозі та на вагоноперекидачах. Також можливі інші способи розвантаження відповідно до ГОСТ 22235. Характеристики піввагона моделі 12-783 наведено в таблиці 1.1.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд вантажного на піввагона

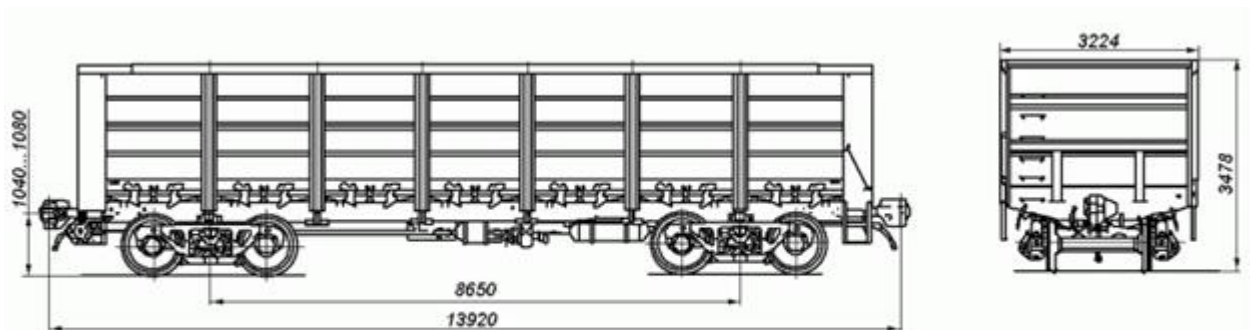


Рисунок 1.2 – Схема вантажного на піввагона

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики піввагона

Вантажопідйомність, не більше, т	70,0
Об'єм кузова, м ³	78
Маса тари, не більше, т	24,0
Розрахункова статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН(тс)	230,5 (23,5)
База вагона, мм	8650
Довжина вагона по осях зчеплення автозчепів, мм	13920
Габарит за ГОСТ 9238	1-ВМ
Висота до осі зчеплення від рівня головок рейок, мм	1060±20
Внутрішні розміри кузова:	
- довжина	12 790
- ширина	2 990
- висота	2 045
Конструкційна швидкість, км/ч	120
Призначений термін служби, роки	22

Напіввагон складається з кузова, що в свою чергу включає в себе раму, бокові стінки, торцеві стінки, люковий пристрій, також з гальмівного механізму автоматичного типу, стоянкового гальмівного механізму, автозчепних пристроїв, ходової частини.

Бокові стінки піввагона належать до корпусних транспортних конструкцій. Під час виготовлення елементів даного типу використовують плоскі листові заготовки, їх об'єднують в жорстку просторову конструкцію. Така конструкція може витримувати динамічні та вібраційні навантаження. Стінки піввагона зображені на рисунку 1.3

Перед тим як зварювати бокову стінку складають та зварюють рами каркаса. До рами приварюється тонколистова обшивка. Вона з'єднується з каркасом із сторони нижньої обв'язки та бокових стійок піввагону. Каркас стінки піввагону є основою піввагона, та сприймає усі основні навантаження, що можуть виникнути під час перевезення вантажу. Це як і статичні так і динамічні навантаження.

Розміри каркасу стінки: довжина 2930 мм, ширина 2310мм. Розміри бокових стінок: 1300 та 2310.

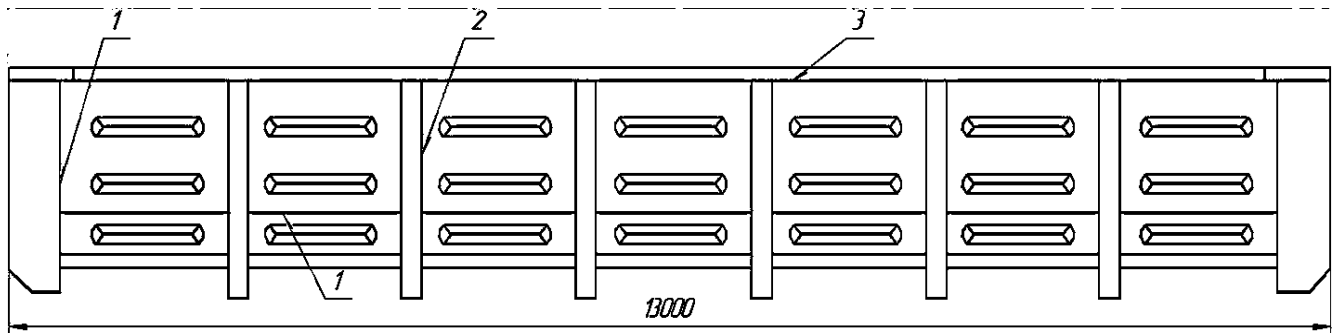


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд стінки вантажного піввагона

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для виготовлення стінки вантажного піввагону використовують сталь марки 09Г2С та сталь марки ВСтЗсп. Сталь 09Г2С є низьколегованою мало вуглецевою сталлю, що випускається за ГОСТ 19281-89. ВСтЗсп є конструкційною маловуглецевою сталлю звичайної якості.

Хімічний склад сталі 09Г2С приведені в таблиці 1.2, а механічні властивості в таблиці 1.3, відповідно властивості сталі ВСтЗсп в таблицях 1.4 і 1.5.

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 09Г2С, у % [1, с. 97]

Марка сталі	Вміст елементів, %								
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
09Г2С	00,12	1,3-1,7	0,5-0,8	0,035	0,04	0,3	0,3	0,3	0,08

Таблиця 1.3 – Механічні властивості сталі 09Г2С, у % [1, с. 97]

ГОСТ	Стан постачання	Переріз, мм	$\sigma_{0.2}$	σ_B	$\delta, \%$
			МПа		
			Не менше		
19282-73	Листи після закалювання, відпуску	10-32	365	490	19

Таблиця 1.4 – Хімічний склад сталі ВСтЗсп за ГОСТ 380-71, % [1,с.24]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Таблиця 1.5 – Механічні властивості сталі ВСтЗсп за ГОСТ 380-71 [1, с. 24]

ГОСТ	Стан постачання	S _{0,2}	S _B	d ₅
		МПа		%
		не менше		
380-71	Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

Сталь ВСтЗсп в основному застосовується для виготовлення несучих зварних конструкцій, які працюють в умовах змінного навантаження при температурах від – 40 до +40 °С. З метою визначення схильності сталі до утворення якісного зварного з'єднання проведемо попередню оцінку зварюваності розрахунковим шляхом, використовуючи дані хімічного складу.

Механічні властивості металу шва і зварного з'єднання залежать від його структури, яка визначається хімічним складом, режимом зварювання, попереднім і наступним термічним обробленням.

Оскільки сталь ВСтЗсп містить до 0,25% вуглецю, то вона відноситься до групи, добре зварюваних сталей. Марганець сприяє її загартованості і оскільки його вміст до 0,65%, то зварюваність сталі не погіршується. Вміст кремнію (0,12 – 0,3)%, що також не погіршує зварюваності даної сталі. Вміст хрому підвищує твердість і міцність сталі. Не погіршує зварюваність сталі і нікель, а збільшує пластичні і міцнісні властивості сталі. Мідь сприяє підвищенню корозійних властивостей сталі і оскільки вміст її до 0,3%, то зварюваність сталі не погіршується.

Зварюваність металу оцінюють за результатами розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю $C_{екв}$, за методикою запропонованою міжнародним інститутом зварювання:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (1.1)$$

Вважають, що при $C_{екв} < 0.4$ % тріщин нема, при $C_{екв} \approx 0.4 - 0.7$ % потрібний попередній підігрів, при $C_{екв} \approx 0.7 - 1.0$ % - високотемпературне підігрівання.

$$C_{екв.(09Г2С)} = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,5;$$

$$C_{екв.(ВСт3сп)} = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{15} = 0,43.$$

Еквівалент вуглецю для сталі сталі 09Г2С становить $C_{екв} = 0,5\%$, тому під час проведення зварювальних робіт, необхідно її попередньо; для сталі ВСт3сп – не доцільно проводити підігрівання, так як мала імовірність появи холодних тріщин.

Хімічний склад металу шва залежить від вмісту основного і присаджувального металів в утворені металу шва і його взаємодією із газовою фазою. Підвищені швидкості охолодження металу шва також сприяють підвищенню його міцності, однак при цьому знижуються його пластичні властивості і ударна в'язкість. Це пояснюється зміною кількості і будови перлітної фази. Критична температура переходу металу однопрохідного шва практично не залежить від швидкості охолодження. Швидкість охолодження металу шва, визначається товщиною зварюваного металу, режимами зварювання і початковою температурою виробу.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції).

Матеріали та напівфабрикати, які надходять на виробництво, для виготовлення стінки піввагона, повинні бути сертифіковані заводом-постачальником, мати супроводжувальні паспорти. Якщо ця умова не дотримується, матеріал не допускається до виробництва, без попереднього випробування, яке дозволяє встановити чи відповідає матеріал стандартам та технічним умовам. Випробування проводяться також за вказівкою ВТК у випадку виявлення в процесі виготовлення зварної конструкції відхилень властивостей матеріалів та напівфабрикатів від паспортних даних.

Характеристики та якість матеріалів підтверджуються сертифікатами якості від виробника. Якщо такого сертифікату немає, то матеріал випробовується заводською лабораторією.

Перевірка електродного дроту відбувається на чистоту поверхні, також він має виключати можливість окислення, або забруднення під час його зберігання.

Захисні гази мають бути без шкідливих домішок, або зайвої вологи, на цей рахунок також проводять відповідні перевірки.

Розробляти стінку піввагона потрібно з врахуванням тех. особливостей зварювального виробництва. Зварні з'єднання при виготовлені стінки оформляються з врахуванням характеру їх обробки, допусків на розміри, та форми підготовлених кромки. Під час виготовлення стінки піввагона необхідно дотримуватись технології, яка б не допускала виникнення напруженні і деформації в зварних з'єднаннях. Зварна конструкція виготовляється із збереженням її геометричних розмірів та правильної форми. Дотримується при цьому і чистота поверхонь виробу.

Проводити зварювання стінки піввагона можна тільки дотримуючись встановлених стандартів та вимог. Конструкція зварного з'єднання має забезпечувати вільне нагрівальних пристроїв, в разі місцевого підігрівання. Також зварні з'єднання забезпечують можливість здійснення контролю якості.

За допомогою складально-зварювального устаткування відбувається складання під зварювання складальних одиниць зварної конструкції. Це можуть бути пристосування, стенди та установки. За допомогою них проводиться виготовлення зварної конструкції в цілому. При встановленні габаритних розмірів складальних одиниць зварної конструкції, потрібно врахувати усадку металу.

При встановленні розмірів пристосувань, які будуть використовуватись при складанні та зварюванні стінки піввагона враховуються деформації, які мають місце під час проведення зварювання складальних одиниць, та конструкції в цілому.

Прихоплення складальних одиниць бокової стінки піввагона проводиться згідно розробленого технологічного процесу.

Основний метал стінки в зонах, де буде виконано зварне з'єднання, має бути добре зачищеним від забруднень. Такими забрудненнями може бути залишки

мастил, корозія, окалини, зайва волога. Такі забруднення можуть спричинити випадки утворення дефектів в зварних швах.

Під час проектування бокової стінки піввагона потрібно провести дослідження конструкції на технологічність. При здійсненні технологічного процесу зварювання завжди дотримуються розрахованих параметрів режиму зварювання. Складати стінку піввагона потрібно з точністю відповідно до складального креслення. Для зварювання стінки потрібно використовувати тільки найбільш якісні зварювальні матеріали. В зварних з'єднаннях наявність дефектів не допускається. Для виявлення і запобігання цьому використовуються методи контролю якості.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції) та постановка задач на проектування.

Технологічний процес виготовлення складається з таких основних операцій: розмічування; різання; складання; зварювання; транспортування; операція контролю якості; операція подальшого складання і зварювання.

Правиться листовий прокат з використанням листопрямильних валців. За допомогою розмічувальних станків відбувається розмічування складальних одиниць. Ріжуть метал газополуменевим способом, та з використання верстатів з зубчастим диском, або гільйотинних ножиць. Очищення проводять механічним, або хімічним способом. В разі забруднення у вигляді корозії, або окалини застосовують дробоструменевий метод очищення. Для того, щоб обезжирити та протравити поверхні виробів застосовуються різноманітні хімічні способи очищення.

Заготовки завжди мають мати можливість проведення зварювальних операцій в складально-зварювальних пристосуваннях. Доступ до місця де буде здійснено зварювання має бути легким та безперешкодним, у різних положеннях заготовки. Зварні шви розміщуються на ділянках, які не були пластично деформовані, під час здійснення технологічних операцій, які проводились перед зварюванням. Заготовки мають відповідати розмірам, які були задані в конструкторські документації.

Технологічний процес виготовлення стінок піввагона складається з двох одночасно виконуваних технологічних процесів: виготовлення торцевих стінок та бокових.

Перед тим як зварювати бокові та торцеві стінки складають та зварюють рами каркаса. До неї приварюють тонколистову обшивку. Вона з'єднується з каркасом з нижньої сторони.

Складається рама каркасу стінок піввагона з балочних заготовок. Сама рама є системою з'єднаних між собою балок. Перед тим як складати раму зварюють та складають дані балки. Завдяки прямолінійності балок забезпечується компенсація деформацій вигину від зварювання поздовжніх швів. Це досягається шляхом попереднього зворотного прогину. Його забезпечують складальні пристрої.

Рама каркасу стінки піввагон складають у перевернутому положенні. В стенд, що призначений для складання послідовно встановлюються балки. Після складений на прихвачування каркач повністю складають на кантувачі.

В першу чергу проводять складання і зварювання балок, що використовуються для виготовлення самої рами каркасу. Балка виготовляється із двох швелерів, або з кутників. Зварюють її поздовжніми швами. При цьому варто забезпечувати достатню симетрію та взаємний контакт їх один з одною. Далше їх закріплюють з прихваленням. Для цього застосовуються спеціальні кондуктори та стенди, які мають відповідне розміщення баз та притискачів по довжині балки. Перед тим, як складати балку також проводять попередній прогин, що дозволяє запобігати розвитку залишкових напружень та деформацій.

Після встановлення прихоплень знімаються усі притискачі, балка переміщується на зварювальний пристрій на якому виконується закріплення та поворот балки в зручне положення для проведення зварювальних робіт.

Відповідно далше виконують складання та зварювання елементів рами каркаса.

Після цього виконується складання та зварювання деталей рами каркаса. Каркас стінок складають та зварюють на механізованій дільниці. На її першу

позицію оператор подає набір балочних елементів, які входять до складу каркаса.

Після процесу прихвачування та складання проводиться зварювання. Кондуктор, який має закріплену на ньому раму обертається кантувачем в положення, яке буде зручне для проведення зварювання. Потім на рамі виконують ряд складальних операцій, та зварювальні роботи, що можуть виконуватись на різних робочих місцях. Для того, щоб транспортувати раму використовується конвеєр. Правильна геометрія рами каркасу забезпечується завдяки системі упорів, пневмо-притискачів та фіксаторів. Лінію обслуговують два складальника, які виконують складальні шви.

Повністю зварений каркас переноситься на стенд для приварювання обшивки до каркаса. Раму каркаса укладають на обшивку, після чого виконують складання та прихоплення. Після здійснення прихвачування складену стінку переміщують в двостійковий кантувач в якому виконують напівавтоматичне зварювання обшивки з каркасом. Зварену стінку за допомогою кран-балок переміщують на подальше складання піввагона.

Розглянутий вище технологічний процес зараз широко використовується при виготовленні бокових стінок піввагона. Проте в ньому є ряд недоліків. Часто при виготовленні бокової стінки піввагона застосовується обладнання яке є морально застарілим на сьогоднішній день. При виготовленні бокової стінки піввагона використовуються способи зварювання та параметри режиму зварювання які є нерациональні. Часто в стендах для проведення складання і зварювання використовують гвинтові притискачі, факт їх застосування означає значні затрати часу на складанні і притискання.

Всіх цих недоліків можна позбутися, проведши ряд операцій по вдосконаленню технологічного процесу виготовлення бокової стінки піввагона. Зварювальне обладнання можна замінити на більш сучасне та новіше. Вибір раціональніших джерел живлення, дасть нам можливість забезпечення кращого режиму зварювання. Правильно підібрані параметри режимів зварювання дозволять отримувати якісніші зварні з'єднання, з меншою кількістю дефектів та деформацій.

Для того щоб зменшити час, який необхідний для складання і притискання заготовки можна замінити гвинтові притискачі на пневматичні.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Обґрунтування способу зварювання.

Вибір способів зварювання виконується з урахуванням всіх вищеназваних чинників на основі конструктивно-технологічного аналізу виробу, призначеного для виготовлення складанням-зварюванням.

Виходячи умови виробництва та габаритні розміри вузлів піввагона, можуть використовуватись такі способи зварювання:

- 1) РДЗ ручне дугове зварювання покритим електродом;
- 2) НДЗ напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів;
- 3) АЗФ автоматичне зварювання під шаром флюсу.

Ручне дугове зварювання покритим електродом (РДЗ). Це технологічний процес отримання нероз'ємного з'єднання, при якому довжина дуги, подача електроду зі швидкістю його розплавлення та переміщення вздовж зварювальних кромek відбувається вручну, тобто зварником. РДЗ може виконуватись покритим (плавким) електродом та вольфрамовим (графітовим, вугільним – не плавкими) електродами.[2]

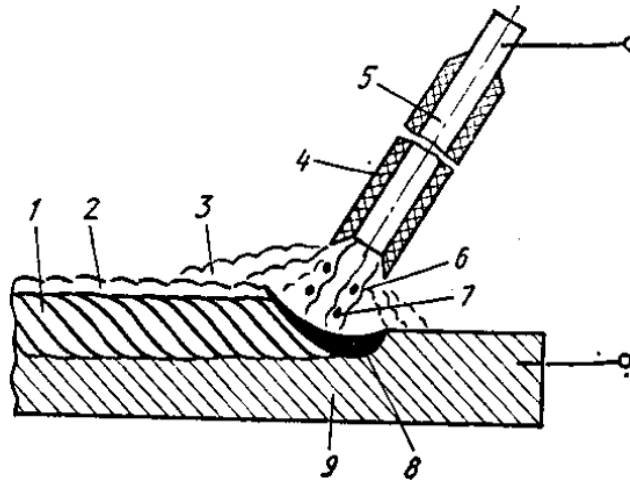
Електроди для зварювання сталей виготовлюються з сталевого зварювального дроту. Згідно ГОСТ 2246-70 передбачено 75 марок зварювального дроту, 6 з них виготовляють з низьковуглецевої сталі, 30 з легованої сталі і 39 з високолегованої сталі. У них обмежений вміст сірки, вуглицю та фосфору. По причині нестійкого горіння дуги та великого насичення металу в зоні шва киснем та азотом дугове зварювання голими електродами не використовують. Для того, щоб підвищити стійкість горіння дуги, та для захищення металу від дії повітря, на електроди наносять спеціальні якісні покриття. Вони складаються з клейких, шлакоутворюючих, газоутворюючих речовин та розкислювачів. Також в них містяться різноманітні легуючі елементи. Сполуки лужних та лужноземельних металів використовують як стабілізуючі. Вони легше іонізуються в дузі на відміну від кисню та азоту. Цим забезпечується стабільність горіння дуги.

Головні параметри режиму РДЗ:

- 1) діаметр електроду

2) сила зварювального струму

В залежності від положення у просторі та виду зварного шва залежить техніка його виконання.



1 - зварний шов; 2- шлак; 3- газовий захист; 4- електродне покриття; 5- сталевий пруток; 6- електрична дуга; 7- краплі розплавленого металу; 8- зварна ванна; 9- основний метал

Рисунок 2.1 – Схема РДЗ покритим електродом

При використанні РДЗ механічні властивості зварних з'єднань є не нижчими, або більшими ніж механічні властивості основного металу. РДЗ часто використовується під час виготовлення різноманітних зварних конструкцій практично в усіх галузях народного господарства та промисловості. За допомогою РДЗ можна проводити зварювання складальних одиниць у найрізноманітніших просторових положеннях, а також у важкодоступних місцях. Такий спосіб зварювання є досить економічним та доступним.

Проте є ряд недоліків при використанні РДЗ. Якість зварного з'єднання напряму залежить від рівня кваліфікації зварника. Технологічний процес зварювання ручним дуговим зварюванням є має досить невисоку продуктивність. Вона залежить від сили зварювального струму, який може бути обмеженим, для того щоб запобігти перегріванню електродних стрижнів. Електроди, які використовуються при РДЗ мають зберігатися в умовах, які не

дозволяють утворитися механічним пошкодженням, запобігають насиченню вологою електродом, та старінню його покриття. Такі вимоги зберігання досить важко забезпечити.

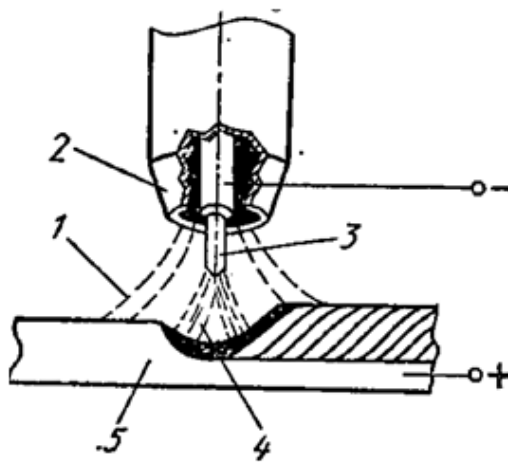
Напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів (НДЗ).

Цей спосіб зварювання широко використовується в будівельно-монтажних роботах та в промисловості. Суть НДЗ полягає в захисті розплавленого металу від кисню та повітря у зоні горіння дуги. Пальник оснащений спеціальним соплом через яке подається струмінь захисного газу, який за допомогою тиску видаляє повітря з місця зварювання. В якості захисного газу можуть служити аргон, гелій, вуглекислий газ, водень, азот, пари води. Також можуть використовуватись аргон з азотом, аргон з киснем, аргон вуглекислим газом, вуглекислий газ із киснем. Для зварювання хімічно активних металів використовуються інертні гази. При їх використанні можна отримати зварні шви, які будуть однорідні зі складом основного і присадного металів. Якщо задані властивості металу забезпечуються металургійною обробкою, використовують активні гази.

Подача електродного дроту до місця зварювання відбувається механічним способом. Переміщення дуги – вручну. Діаметр зварювального дроту 1-2 мм. Його подача до виробу відбувається за допомогою спеціального шлангу (рукава).

Головні параметри режиму зварювання НДЗ :

- 1) діаметр електродного дроту
- 2) виліт електродного дроту
- 3) швидкість подачі електродного дроту
- 4) сила зварювального струму
- 5) напруга на дузі
- 6) витрати захисного газу



1- потік газу; 2- сопло; 3- електрод (дріт); 4- зварювальна дуга; 5- основний метал

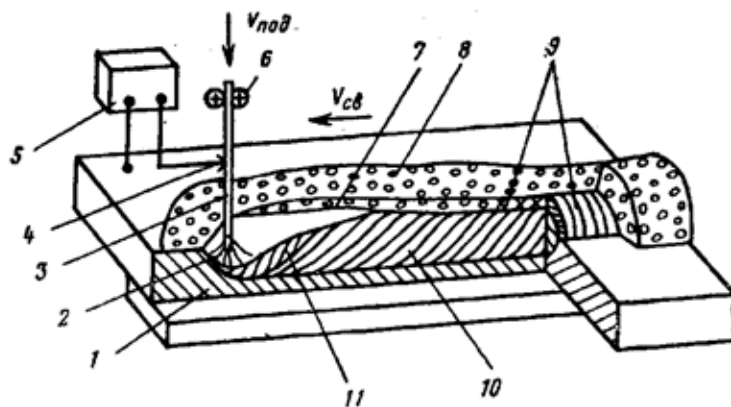
Рисунок 2.2 – Схема напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів

НДЗ є досить високо продуктивним способом зварювання. Він забезпечує можливість проводити зварювання у всіх просторових положеннях зварювальної одиниці. Також забезпечується ефективний захист металу, завдяки використанню захисного газу. Розбрикування металу є мінімальним, як і втрата зварювального дроту. За допомогою НДЗ можна проводити зварювання металу великих товщин, без додаткової розробки кромки. НДЗ володіє високою ступінню концентрації нагрівання зварної одиниці, завдяки цьому зменшується зона ЗТВ. Технологічний процес зварювання НДЗ можна механізувати та автоматизувати.

При всіх перевагах НДЗ має також і ряд недоліків. Порівняно з ручним дуговим зварюванням, НДЗ має досить велику кількість додаткового обладнання. Якість зварного з'єднання безпосередньо залежить від параметрів режиму зварювання, які були розраховані, або підібрані. Зварювання не можна проводити на відкритому просторі під час високих поривів вітру. Балони з захисним газом мають ряд вимог, щодо їх збереження та експлуатації, ці вимоги є досить реалізувати. Обладнання для НДЗ є досить дорогим.

Автоматичне зварювання під шаром флюсу (АЗФ). Під час зварювання цим способом розплавлений метал захищають від дії повітря використовуючи порошкоподібні речовини. Ці речовини називаються флюсом.

Всі основні операції, що виконуються під час цього способу зварювання повністю механізовані. Зварювальні автомати бувають двох типів: з автоматичним регулюванням і з саморегулюванням довжини дуги. В першому випадку швидкість з якою подається зварювальний дріт пропорційна напрузі дуги. Якщо раптово змінюється довжина дуги, змінюється і швидкість подачі дроту, що дозволяє відновити порушену рівновагу. Проте автомати даного типу мають досить складну електричну схему, що обмежує їх застосування на виробництві. Серед них найпростішими є автомати з саморегулюванням довжини дуги. Вони мають сталу швидкість подачі дроту. Такі автомати є найпоширенішими на виробництві.



$V_{под}$, $V_{зв}$ - швидкості подачі і зварювання; 1 - метал, що зварюється; 2 - дуга; 3 - ел. дріт; 4 - струмопідвід; 5 - джерело струму; 6 - подаючий ролик; 7 - розплавлений шлак; 8 - флюс; 9 - шлакова корочка; 10 - метал шва; 11 - метал зварювальної ванни

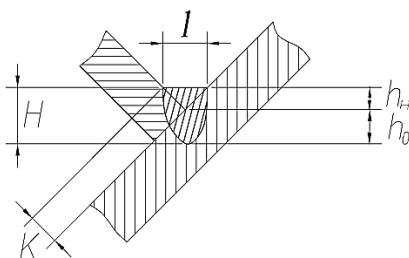
Рисунок 2.3– Схема зварювання під шаром флюсу

АЗФ це є високопродуктивний спосіб зварювання. В порівнянні з попередніми способами зварювання продуктивні технологічного процесу підвищується в 10-15 разів. Це відбувається завдяки використуванню великих зварювальних струмів, та забезпеченню безперервності процесу. Зварні шви при АЗФ є однорідними, а якість наплавленого металу є досить високою. Зменшуються втрати металу на вигар та розбризкування, в результаті збільшується економія зварювального дроту. Зварювальний процес при АЗФ є механізованим. Умови праці зварників покращуються.

Як і усі перераховані раніше способи зварювання, АЗФ має також ряд своїх недоліків. Зона зварювання покрита шаром флюсу товщиною від 50 до 60 мм. Наслідком цього є підвищення вимог до точності підготовки та високі вимоги при складанні виробів до зварювання. Зварні шви малої довжини виконувати з АЗФ досить тяжко. Також тяжко виконувати шви складної конфігурації. Такий спосіб зварювання неможливо використовувати у різних просторових положеннях. Пил та пари від флюсу є шкідливими для здоров'я працівника. Для проведення зварювання потрібно забезпечення спеціальним обладнанням.

Товщина металу, який використовується при виготовленні бокової стінки піввагона є 3 – 10 мм. Довжини зварних швів більші ніж 10м. Враховуючи це найбільш доцільним є використання АЗФ та автоматичного зварювання у середовищі захисного газу.

Зварювання стінки вантажного піввагона виконуємо кутовими і напустковими з'єднаннями, відповідно проводимо розрахунок для кутового з'єднання (рисунку 2.3) катетом 3 та 5 мм.



к - катет шва; Н - висота шва; h_n - висота наплавленого металу; h_0 - глибина проплавлення основного металу; l - ширина шва

Рисунок 2.4 - Схема кутового з'єднання

Площа наплавленого металу F_n [4]:

$$F_n = \frac{k^2}{2}, \quad (2.1)$$

де к – катет шва, к=5 мм,

$$F_n = \frac{5^2}{2} = \frac{25}{2} = 12.5 \quad \text{мм}^2.$$

$$F_n = \frac{3^2}{2} = \frac{9}{2} = 4.5 \quad \text{мм}^2.$$

Висота наплавленого металу h_n [4]:

$$h_n = \sqrt{F_n}, \quad (2.2)$$

$$h_n = \sqrt{12.5} = 3.5355 \text{ мм.}$$

$$h_n = \sqrt{4.5} = 2.5355 \text{ мм}$$

Ширина шва l , [4]:

$$l = \sqrt{2K^2}, \quad (2.3)$$

$$l = \sqrt{2 \cdot 25} = 7.071 \text{ мм.}$$

$$l = \sqrt{2 \cdot 9} = 4.071 \text{ мм.}$$

Загальна висота шва H [4]:

$$\psi_m = \frac{l}{H}. \quad (2.4)$$

Тоді:

$$H = \frac{l}{\psi_m}, \quad (2.5)$$

$\psi_m = 1.05$. [4],

Отже:

$$H = \frac{7.071}{1.05} = 6.7342 \text{ мм.}$$

$$H = \frac{4.071}{1.05} = 3.9 \text{ мм.}$$

Глибина проплавлення h_0 , [4]:

$$h_0 = H - h_n, \quad (2.6)$$

$$h_0 = 6.7342 - 3.5355 = 3.1987 \text{ мм.}$$

$$h_0 = 3.9 - 2.5355 = 1.37 \text{ мм.}$$

Для зварювання стінки вантажного піввагона, вибираємо електродний дріт діаметром 1,4 мм.

Зварювальний струм $I_{зв}$ [4]:

$$I_{зв} = \frac{h_0}{K_a} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a = 1.45$ [4].

$$I_{36} = \frac{3.1987}{1.45} \cdot 100 = 220.6A.$$

$$I_{36} = \frac{1.37}{1.45} \cdot 100 = 95A.$$

Сила зварювального струму 100 та 220 А.

Швидкість подачі електродного дроту [4]:

$$V_{n.d.} = \frac{\alpha_p \cdot I_{36}}{F_{el} \cdot \rho}, \quad (2.8)$$

де $\alpha_p = 12z / A \cdot год$ [4]; $\rho = 7.8 \cdot 10^3 \text{ кг} / \text{м}^3$.

$$F_{el} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3.14159 \cdot 1.4^2}{4} = 1.5393 \quad \text{мм}^2.$$

Отже:

$$V_{n.d.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 220}{1.5393 \cdot 10^{-6} \cdot 7.8 \cdot 10^3} = 220 \quad \text{м} / \text{год}.$$

$$V_{n.d.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{1.5393 \cdot 10^{-6} \cdot 7.8 \cdot 10^3} = 100 \quad \text{м} / \text{год}.$$

Швидкість подачі електродного дроту 100 та 220 м/год.

Напруга на дузі [4]:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot I_{36}}{1000 \cdot \sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.9)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 220}{1000 \cdot \sqrt{1.4}} \pm 1 = 28.29 \pm 1 \quad \text{В}.$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 100}{1000 \cdot \sqrt{1.4}} \pm 1 = 24.24 \pm 1 \quad \text{В}.$$

Приймаємо напругу на дузі 24 та 28 В.

Швидкість зварювання [4]:

$$V_{36} = \frac{A}{I_{36}}, \quad (2.10)$$

де А – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, в даному випадку для $d_e = 1,4 \text{ мм}$ – $A = 5 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м} / \text{год}$ [4]:

$$V_{36} = \frac{5 \cdot 10^3}{220} = 22.2 \text{ м} / \text{год}.$$

$$V_{36} = \frac{5 \cdot 10^3}{100} = 50 \text{ м} / \text{год}.$$

Приймаємо швидкість зварювання 50 та 22 м/год.

Перевірка діаметра електродного дроту [4]:

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де γ – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 1.6 мм $\gamma=75\dots300$ А/мм² [4],

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{220}{150}} = 1.3684 \quad \text{мм},$$

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{100}{150}} = 1 \quad \text{мм},$$

що є допустимо.

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР		Значення параметрів для катетів швів	
назва	одиниці вимірювання	3 мм	5 мм
Сила зварювального струму	А	100	220
Напруга на дузі	В	24	28
Діаметр електродного дроту	мм	1.4	1.4
Виліт електрода	мм	15	15
Швидкість зварювання	м/год	50	22
Швидкість подачі електродного дроту	м/год	100	220
Витрати захисного газу	м ³ /с	2.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}

Для АЗФ сталі 09Г2С, доступні такі марки зварювального дроту: Св-08, Св-08А, Св-08-АА, Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70). Врахувавши усі хімічні вимоги та механічні характеристики вибираємо зварювальний дріт Св-08А. Його будемо використовувати під час автоматичного зварювання. Для напівавтоматичного зварювання вибираємо зварювальний дріт Св-08Г2С.

Хімічний склад цих електродних дротів наведено в таблицях 2.1 і 2.2 відповідно.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад електродного дроту Св-08А

Марка	C	Si	<u>Mn</u>	Cr	Ni	S	P
						Не більше	
Св-08А	До 0,10	До 0,03	0,35-0,60	До 0,12	До 0,25	0,03	0,03

Таблиця 2.2 – Хімічний склад електродного дроту Св-08Г2С

Марка	C	Si	<u>Mn</u>	Cr	Ni	S	P
						Не більше	
Св-08Г2С	До 0,10	До 0,95	1,8-2,1	До 0,2	До 0,25	0,025	0,03

Для АЗФ доступні до використання такі типи флюсів: АН-348А, АН-348АМ, АН-60, ОСЦ-45. Вибираємо флюс АН-348А. Його хімічний склад приведено в табл. 2.3

Таблиця 2.3 - Хімічний склад флюсу АН-348А

SiO ₂	<u>MnO</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P	CaF ₂
40,0-44,0	31,0-38,0	<12,0	<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12	3,0-6,0

Для проведення напівавтоматичного зварювання будемо застосовувати в якості захисного газу суміш - (Ar +CO₂). Вміст аргону в суміші 75%, а відповідно вуглекислого газу 25%.

2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування

Враховавши вибраний спосіб зварювання та параметри режиму зварювання вибираємо необхідні статичні та динамічні характеристики зварювального обладнання.

Під часу вибору джерела живлення враховується рід струму, зовнішня характеристика джерела живлення, номінальна потужність джерела по струму, можливість багато постового живлення та його доцільність.

В залежності від форми вольт-амперної характеристики дуги, чи шлакової ванни вибирають зовнішню характеристику джерела живлення.

Основними моментами тут являються значення коефіцієнту стійкості системи та стабільність процесу при різній дожині дугового проміжку.

Необхідно вибрати джерело з номінальним струмом, що відповідатиме струму по розрахованих режимах та досягнути мінімального перевищення номінального струму над розрахунковим.

При виборі зварювального устаткування варто прагнути максимальної механізації та автоматизації зварювального процесу. Зварювальні апарати мають забезпечувати окрім потрібного режиму зварювання, технологічну зручність. На відміну від джерел живлення зварювальні апарати вибирають не тільки за технічними та економічними параметрами, а і за конструкційними особливостями.

Для АЗФ можна підібрати вибрати джерело живлення серед наступний: ТДФ-1001, КИУ-1201, ВДУ-1201. Із запропонованих варіантів найбільш ефективним є зварювальний випрямляч КИУ-1201 (рисунок 2.5) [7].



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд КИУ-1201

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики КИУ-1201 . [7]

Номінальна напруга мережі, В	3x380	
Частота мережі, Гц	50	
Номінальний зварювальний струм при ПВ 100%, А	1250	
Межі регулювання зварювального струму, А	Спадаючі 200-1250	Жорсткі 250-1250
Межі регулювання робочої напруги, В	Спадаючі 28-56	Жорсткі 20-56
Активна максимальна еквівалентна використовуюча потужність (с врахуванням ПВ), кВт	84	
Напруга холостого ходу, В	85	
Діаметр електродів, мм	4-10	
Маса, кг	550	
Габаритні розміри, мм	960x680x890	

Для зварювання під шаром флюсу вибираємо зварювальний автомат – А1416 (КЗЕЗУ) (рисунок 2.6). Його технічна характеристика наведена в таблиці 2.3.[7]

Для напівавтоматичного зварювання вибираємо напівавтомат – КПО16 (рисунок 2.7). Технічна характеристика напівавтомата представлена в таблиці 2.6.[7]



Рисунок 2.6 - Автомату типу А-1416

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики автомату типу А-1416 (1250 А) [7]

Номінальна напруга мережі, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ=100% , А	1000
Межі регулювання зварювального струму, А	250-1250
Кількість електродів, шт.	1
Діаметр електродного дроту, мм	2-5
Регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	Ступінчасте 12-120
Вертикальне <u>переміщення</u> зварювальної головки <ul style="list-style-type: none"> - Привод - Хід, мм - Швидкість, м/хв. 	Електромеханічний 250 29,4
Поперечне переміщення зварювальної головки <ul style="list-style-type: none"> - Привід - Хід, мм - Швидкість, м/хв. 	Ручний ±75 -
Регулювання кута повороту електроду (мундштука) до вертикалі, град.	Ручний ±25
<u>Маршева швидкість</u> переміщення зварювальної головки, м/год	950
<u>Флюсоапаратура:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Об'єм, дм³ - Розхід повітря, м³/год - Висота всмоктування флюсу, м 	25 30 2
Джерела живлення	КИУ-1201(ВДУ-1201)
Маса ,кг <ul style="list-style-type: none"> - зварювальної головки 	325
Габаритні розміри автомату, мм	960x860x1860



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд напівавтомату КП 016

Таблиця 2.6- Технічна характеристика напівавтомату КП 016 [4]

Параметр	Значення
Номінальний зварювальний струм, А	315
Джерело струму	КИГ 303
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	124-1240
Діаметр, електродного дроту, мм	0.8-1.4
Маса подавального пристрою, кг	9
Габаритні розміри, мм	390x275x150

Джерело живлення напівавтомату КП 016 - КИГ-303 (Рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 – Вигляд джерела живлення КИГ-303 (КЗЕЗУ)

Зварювальний випрямляч КИГ-303 є діодного типу з ступінчастим регулювання струму. Його використовують для механізованого зварювання в середовищі захисних газів. Технічна характеристика КИГ-303 наведена в таблиці 2.7. [7]

Таблиця 2.7 - Технічна характеристика КИГ-303. [7]

Номінальна напруга, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А	
- ПВ=100%	240
- ПВ=80%	170
- ПВ=60% (цикл звар. 10хв.)	315
Межі регулювання звар. струму, А	60-315
Межі регулювання робочої напруги, В	20 ступенів 12-30
Первинна потужність, кВА	16
Охолодження	Примусове повітряне
Маса, кг	150
Габаритні розміри, мм	970x510x890

В якості пальника використовуватимемо серійний пальник ГДПГ-301-8 (Рисунок 2.9). Його технічна характеристика наведена в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8-Технічна характеристика пальника ГДПГ-301-8 [7, с.286]

Номінальний зварювальний струм, А	315
Спосіб захисту дуги	газовий
Діаметр електродного дроту, мм	1.2-1.4
Довжина шлангів, м	3
Маса, кг	0.6



Рисунок 2.9– Загальний вигляд зварювального пальника ГДПГ-301-8

2.3 Вибір методу контролю якості виробу.

Для того щоб виявити дефекти в зварних швах, а також їх розміри та характер проведемо контроль якості. Це дозволить нам оцінити можливість ремонту; а також, з'ясувати причини утворення дефекту та вжити необхідних заходів, які дозволять запобігти його утворенню.

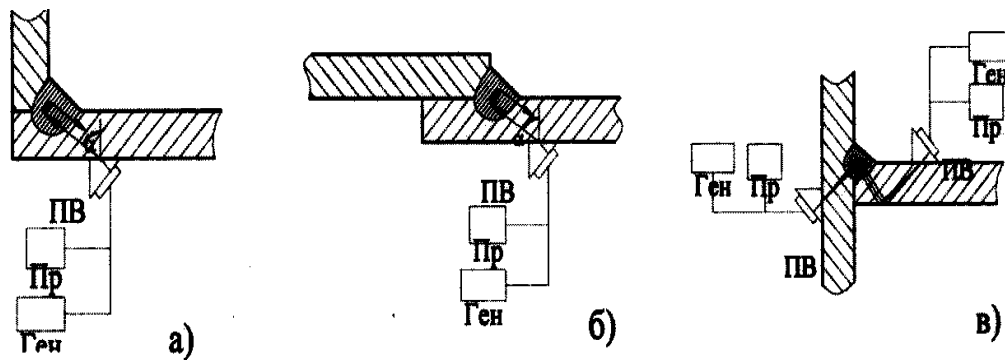
З технологічних та конструктивних міркувань, в нашому випадку для контролю якості зварних швів будемо використовувати наступні методи контролю:

- візуально-оптичний метод;
- метод ультразвукової дефектоскопії.

Візуальний метод контролю якості зварних швів є дуже важливим в даний час. Огляд можуть проводити, як і неозброєним оком так і з використанням

різноманітних луп. Лупи використовують, якщо немає можливості виявити дефекти неозброєним оком, або якщо вони заховані за елементами конструкції. Це здійснюється за допомогою різних оптичних приладів, наприклад ендоскопи, перископи та інші.

Ультразвукову дефектоскопію проводимо використовуючи ехо-імпульсний метод. На рисунку 2.10 приведено схеми контролю кутових, таврових і напусткових з'єднань.



а - схема контролю кутових з'єднань; б - схема контролю напусткових з'єднань; в - схема контролю таврових з'єднань; ПВ - перетворювач випромінювання; Пр - приймач; Ген - генератор; α - кут введення ультразвукової хвилі

Рисунок 2.10- Схеми контролю зварних з'єднань

2.4 Опис запропонованого технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції).

Технологічний процес виготовлення бокових стінок піввагона виконується в наступній послідовності:

- заготівельні операції;
- складальні операції;
- зварювальні операції;
- опоряджувальні операції;
- допоміжні операції;
- контрольні операції.

Для того щоб отримати заготовки, з яких будемо складати вузли стінок піввагон, необхідно :

- Здійснити правлення листового прокату. Його проводять в холодному стані використовуючи листопрямильні вальці. Профільний прокат правлять правильних машинах. Вони пр

- ацюють за тією ж схемою, що і листопрямильні вальці.

- Провести розмічування деталі, оптичним методом без шаблону, по кресленню, що проектується на розмічувальну поверхню.

- Провести різання деталей. Деталі з листового прокату будемо різати на гільйотинних ножицях. Для різання сортового прокату використовуємо газополуменеве різання.

Перед тим як складати конструкцію зачищаємо зварювальні кромки всіх деталей. Фарбу, іржу і мастило видаляємо металевими щітками.

При виготовленні зварної конструкції перед тим як здійснювати складання необхідно візуально перевірити відповідність складальних одиниць до креслення.

Необхідно забезпечити жорстке розміщення деталей, в такому положення, в якому вони і б знаходились в повністю готовому стані. Складальна вузол має бути жорстким і достатньо міцним, для попередження виникнення деформацій під час зварювання.

Складання конструкції проводимо наступним чином:

- складання виконуємо у складально-зварювальному кондукторі, для цього необхідно встановити у пристосування деталі та зафіксувати їх за допомогою упорів та притискачів, після цього виконуємо прихоплення складальної одиниці у відповідних місцях;

- отримані складальні одиниці встановлюємо у стапель, де відбувається їх загальне прихоплення, після цього отримуємо готову складену конструкцію, яка в подальшому поступає на операцію зварювання.

Після складання та виконання прихоплень у складально-зварювальних кондукторах виконується їх повне зварювання у цих же пристосуваннях. Потім ці складальні одиниці поступають у стапель, для виконання загального складання та зварювання.

Заключна частина зварювальних робіт виконується після встановлення рамної конструкції у пристосування для повного зварювання рами, яке закріплене у кантувачі, що дозволяє виконувати зварні шви у нижньому положенні, що забезпечує їх рівномірність основному металу. Оскільки при виконанні зварних швів у горизонтальному чи вертикальному положеннях, їх міцнісні характеристики знижуються, на відміну від нижнього.

Коли зварювання закінчено, необхідно зачистити зварні шви, видалити металеві бризки з поверхонь складальних одиниць, що зварювались. Під час цього використовується наступне спорядження: окуляри ЗП-12-72, шліфувальна машина Makita GA5030. Після зачищення виріб піддають методам контролю на наявність внутрішніх і зовнішніх дефектів.

При виготовленні бокової стінки піввагона проводимо такі допоміжні роботи:

- налагоджувальні;
- перевантажувальні;
- підіймально-транспортні.

Налагоджувальні роботи включають в себе регулювання витрат захисного газу, регулювання вильоту електродного дроту, встановлення підібраних параметрів режиму зварювання.

Перевантажувальні та підіймально-транспортні роботи включають в себе встановлювання складальних одиниць у пристосування, транспортування заготовок до робочого місця, перевезення вузлів для проведення подальших операцій.

З метою правильності форми деталей та зварюваних крайок; якості обробки зварюваних крайок та поверхонь, прилеглих до них (відсутності на них тріщин та інших дефектів); чистоти зварюваних крайок та поверхонь, прилеглих до них (відсутність на них забруднень, іржі, фарби, масла та ін.); - правильність форми, розташування та кількість прихваток, гребінок та інших деталей кріплення проводимо контроль конструкції зовнішнім оглядом.

Зовнішній огляд зварних деталей виконуємо по всій довжині зварюваних крайок та прилеглих до них поверхонь. Даний контроль виконуємо після закінчення складання до зварювання та повторно безпосередньо перед зварюванням.

Візуально перевіряєм деталі, які складені для зварювання.

Контроль якості складання до зварювання за допомогою вимірів виконується з метою перевірки:

- кута розробки кромки;
- глибини розробки кромки;
- розмірів притуплення кромки;
- положення величини розробки;
- величини зазору між деталями;
- правильності сумісності поверхонь деталей в стикових з'єднаннях;
- місце розташування та розміри прихваток, місце розташування деталей кріплення;

Після контролю зовнішнім оглядом та до складання деталей в конструкцію до виконуються всі виміри. Їх контроль відбувається за допомогою вимірювального інструменту та шаблонів, вони забезпечують необхідну точність вимірювання.

Результати контролю якості зовнішнім оглядом і виміри якості складання для зварювання реєструються в журналі післяопераційного контролю.

Підготовлені кромки та їх конструктивні елементи повинні відповідати державному стандарту на мехнізоване та автоматичне зварювання в середовищі захисних газів.

Зовнішній огляд зварного з'єднання проводиться для:

- перевірки якості зачистки зварюваних поверхонь, закінчених швів і навколошовної зони від окалини, шлаку, бризок, кіптяви;
- виявлення тріщин в шві та біляшовній зоні, пропалів, незаварених кратерів, напливів, незаповненого оброблення, зсувів і звужень шва, плям коротких замикань на основному металі, свищів, пор, раковин, підрізів, неправильності форми шва, а також шлакових, металевих, оксидних та флюсових включень на поверхні шва.

Візуальний зовнішній огляд зварного шва і зони біля нього мають виконуватись по всій довжині швів, з двох сторін.

Для перевірки ширини шва, форми і висоти посилення шва, катета шва, довжини і кроку переривистих швів, глибини і протяжності підрізів, зсуви вершин стикового шва, величини неспівпадання поверхонь деталей в стикових з'єднаннях,

проводяться вимірювання зварних швів і з'єднань.

При вимірюванні зварних швів і з'єднань використовують вимірювальний інструмент та шаблони, допущених до використання метрологічною службою заводу.

За допомогою гасової проби проводять випробування на непроникність стикових швів. Для цього одна сторона стикового шва покривається водним розчином крейди, коли вона висихає іншу сторону змочують гасом. Гас має властивість підійматися по трубках малого перетину, якими в зварному шві є наскрізні пори, тріщини. При умові коли зварний шов має дефекти, то на поверхні покритої крейдою з'являються темні плями. Час витримки – 1 година.

Особливу увагу приділяють до кутових зварювальних швів. Вони з'єднують стійки каркасу з проміжними балками та обв'язками. Дані шви є несучими. Вони сприймають найбільші навантаження.

Для проведення зовнішнього огляду використовуємо лупи ЛПК-470, ЛПК-471. Також використовуємо біноклярні налобні лупи БЛ-1, БЛ-2, що мають можливість збільшення до 2х.

Для виявлення і оцінювання дефектів застосовуємо складні кишенькові лупи типу ЛП-1, ЛАЗ, ЛАП4 та телескопічні лупи типу ЛПШ-479, ТЛА.

2.5 Нормування технологічного процесу виготовлення зварного виробу, і витрат матеріалів та електроенергії

Нормуємо витрати усіх зварювальних матеріалів у відповідності до ДСТУ 3159-95.

$$N = \sum_{i=1}^n H_{pi} \cdot L_i \cdot k_{1i} \cdot k_{2i} \cdot k_{3i} \quad (2.12)$$

Розрахуємо необхідну норму витрати захисного газу на виріб за формулою:

$$N_{ir} = N_{in} \cdot k_r \quad (2.13)$$

де k_r приймають рівним 1,15.

$$N_{ir} = 36,98 \cdot 1,15 \approx 42,5 \text{ кг}$$

Норма витрат зварювального дроту H_p , кг,:

$$H_p = M \cdot k_p, \quad (2.14)$$

$$H_p = 38 - 1,02 \approx 36,98 \text{ кг}$$

Загальні витрати дроту для НДЗ:

$$H_p = 36,98 \cdot 15 \approx 555 \text{ кг}$$

$$M = F \cdot \rho \cdot L \cdot 10^{-3}. \quad (2.15)$$

$$F = S \cdot b + (S - c)^2 \cdot \text{tg} \alpha + 0,75 \cdot (e_g + e_1 g_1) = \\ = 10 \cdot 2 + (10 - 3)^2 \cdot \text{tg} 30 + 0,75 \cdot (0,0025 \cdot 0,003 + 0,001 \cdot 0,001) = 48,3 \text{ см}^2$$

$$M = 48,3 \cdot 7,85 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \approx 3,8 \text{ кг}$$

$$M_1 = 48,3 \cdot 7,85 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \approx 5,70 \text{ кг}$$

$$M_2 = 48,3 \cdot 7,85 \cdot 55 \cdot 10^{-3} \approx 20,854 \text{ кг}$$

де M_1 та M_2 - маса наплавленого металу на 15 та 55 м зварювального шва.

Норма витрати захисного газу H_z на 1 м шва:

$$H_\Gamma = \sum_{i=1}^n (H_{y\Gamma} \cdot T_{0i} + H_{дгi}) \quad (2.16)$$

$$H_\Gamma = (2 \cdot 1,5 + 5) \approx 10 \text{ л}$$

$$H_\Gamma = 10 \cdot 55 \approx 550 \text{ л}$$

Основний час зварювання одного метра:

$$t_0 = \frac{m_H \cdot 60}{\alpha_H \cdot I_{зв}}, \quad (2.17)$$

$$t_0 = \frac{38 \cdot 60}{19,6 \cdot 800} \approx 0,15 \text{ год} \approx 9 \text{ хв},$$

а загальний час зварювання:

$$T = (9 \cdot 55) \cdot 2 \approx 990 \text{ хв} \approx 16,5 \text{ год}$$

При АЗФ проводиться нормування витрат електродного дроту і флюсу.

Розрахуємо витрати електродного дроту.

$$H_n = Q \cdot K_n, \quad (2.18)$$

$$H_n = 36 \cdot 1,05 \approx 37,8 \text{ кг}$$

Загальна витрати дроту:

$$H_n = 37.8 \cdot 55 \cdot 10^{-2} \approx 208 \text{ кг}$$

$$H_n = 37.8 \cdot 15 \cdot 10^{-2} \approx 50.7 \text{ кг}$$

Затрати флюсу для виконання зварювання 1 погонного метру зварювального шва:

$$H_\phi = Q \cdot K_\phi, \quad (2.19)$$

$K_\phi=1,2$ - при зварюванні без флюсо-утримуючих пристосувань;

$K_\phi=1,35$ - при зварюванні на флюсовій подушці;

$K_\phi=1,3$ - при зварюванні на флюсомідній підкладці.

$$H_\phi = 38 \cdot 1.2 \approx 45.6 \text{ кг}$$

Загальні витрати флюсу:

$$H = 45,6 \cdot 15 \approx 684 \text{ кг}$$

Розраховуємо витрати електроенергії для АЗФ [9]

$$Q = \frac{U_\delta}{\alpha_H \cdot \eta \cdot k_u} \quad (2.20)$$

де $\alpha_H=18,5$; $\eta=0,90\%$; $k_u=0,65$;

$$Q_{a(АЗФ)} = \frac{30}{18.5 \cdot 0.9 \cdot 0.65} = 2.77 \text{ Втгод/Г}$$

Загальні витрати електроенергії

$$B = Q \cdot H_n \quad (2.21)$$

$$B_{(АЗФ)} = 2.77 \cdot 208 \approx 576.16 \text{ кВтгод}$$

Приймаємо: $\alpha_H=17,7$; $k_u=0,7$.

$$Q_{a(НДЗ)} = \frac{28}{17.7 \cdot 0.9 \cdot 0.7} = 2,5 \text{ Втгод/Г}$$

$$B_{(НДЗ)} = 2.5 \cdot 50,7 \approx 126,75 \text{ кВтгод}$$

$$B=576.16+126,75=702.91 \text{ кВтгод}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір елементів основного і додаткового зварювального устаткування.

Складально-зварювальна оснастка має дозволяти точно складати деталі згідно меж, які встановлені допусками складальних креслень. Доступ до місць прихвачування в оснастці має бути вільним та безперешкодним. Зварний виріб повинен надійно закріплюватись за допомогою притискачів. Тепло в місцях інтенсивного нагрівання повинне ефективно та швидко відводитись. Складально-зварювальна оснастка має захищати елементи зварної конструкції від прилипання зварювальних бризок, від деформацій та напружень у вузлах. Вона має надавати необхідної жорсткості та міцності елементам пристрою. У випадку зношування деталей, повинна бути забезпечена хороша ремонтоспроможність пристрою, яка буде дозволяти швидко замінювати такі деталі та відновлювати точність пристрою. Складально-зварювальна оснастка має бути технологічною та безпечною. Складально-зварювальні пристрої мають складатись з типових деталей та вузлів, які є стандартизовані та легко замінні, що робить меншою їх собівартість, та збільшує швидкість проектування і виготовлення.

Всього розрізняють 3 типи пристосувань у зварювальному виробництві. Це є складальне, зварювальне та складально-зварювальне пристосування.

Складальне пристосування використовується для закріплення і подальшого фіксування зварних одиниць в необхідному положенні відповідно до конструкторської документації. Зварні одиниці закріплюються завдяки затискним елементам складального пристосування.

Складально-зварювальне пристосування призначене крім складання також і для повного або часткового зварювання. Також деколи може відбуватись витримування деталі після зварювання. Це проводиться з метою зменшення зварювальних деформацій.

Складально-зварювальні пристосування можуть бути універсальними, спеціальними і спеціалізованими.

Універсальні пристосування призначені для широкої номенклатури

виробів, а спеціальні – для одного виробу.

Спеціальні пристосування є більшу продуктивними. Вони використовуються для масового та крупносерійного виробництва.

Складальні пристосування поділяються на такі групи:

- кондуктори;
- стенди і установки;
- переносні пристрої.

Точність підготовки деталей під зварювання, їх чистота поверхонь і якість складання впливають на несучу здатність і економічність зварної конструкції. Складання конструкції - це встановлення і фіксація деталей в передбаченому проектному положенні. Для цього застосовують технологічні пристосування і оснащення.

Вихідними даними для проектування складально-зварювальних пристосувань служать креслення деталей і виробів в цілому, технічні умови на виготовлення і приймання виробу, а також програма вказаного випуску.

Вибір та розроблення пристосувань є один із етапів технологічного підготовки виробництва виробів.

При технічному обґрунтуванні слід порівнювати і аналізувати: прогресивність пристосування (продуктивність, механізацію, раціональність апаратури і обладнання, можливість забезпечення якості трудомісткість, умови праці і техніки безпеки, забрудненість середовища і таке інше); тривалість виробничого циклу; габарити і масу пристосувань, площі і об'єм виробничих приміщень; необхідну кількість робітників; питому продуктивність; завантаження обладнання; вид і кількість відходів; витрати електроенергії та матеріалів.

При економічному обґрунтуванні доцільності застосування тогочасного іншого пристосування необхідно порівняти капітальні витрати на виробництво виробів та собівартості їх, визначити річний економічний ефект та термін окупності капітальних вкладень [8].

Враховуючи вищенаведені вимоги та особливості технологічного процесу, для виготовлення бокової стінки піввагона використовуємо спеціальні пристосування, такі як: стенди, кантувачі та позиціонери.

При цьому слід мати на увазі, що якість зварювання буде вищою, тому, що зварювання проводиться безпосередньо після складання та зварювальна конструкція не зазнає переустановлень і проміжного транспортування.

Характерною особливістю складальних одиниць, які входять в склад піввагона, являється необхідність складання декількох деталей (деколи кілька десятків деталей) в послідовності технологічного процесу. При складанні даних вузлів раніше встановлені деталі, які дотикаються до установлювальних поверхонь пристосування, стають базами для монтажу наступних деталей, тому вимоги необхідності закріплення перших підвищуються.

Встановлюючі елементи або фіксатори забезпечують правильне встановлення деталей вузла в складальному пристосуванні. До фіксаторів ставляться наступні вимоги:

- забезпеченні необхідної точності при встановленні деталей зварного вузла чи конструкції з цілому;
- можливість зручного встановлення деталей в складальне пристосування;
- можливість зручного зварювання вузла;
- необхідна міцність і жорсткість, що запобігають деформації виробу під час зварювання;
- можливість вільного звільнення з фіксуючих пристроїв та знімання виготовленого виробу з пристосування.

Притискні механізми забезпечують необхідний напрямок дії сили притиску заготовок, при умов виключення зсуві та перекидання заготовки. Також вони забезпечують силу притиску заготовки, на протязі проведення складальних та зварювальних операцій. При цьому вони не мають спричинити деформації поверхні деталі, або викликати її пошкодження. Притискні механізми мають бути швидку, зручні і безпечні. Деталі в пристосуванні мають надійно закріплюватись на період проведення зварювальних та складальних

операцій. Доступ до притискачів має бути вільним та зручним. Також повинен бути вільний доступ до зони прихвачування та зварювання швів. Після закінчення робіт складальні одиниці мають вільно зніматись з пристрою.

Притискачі класифікують за ступенем свободи та за своєю конструкцією.

За ступенем механізації:

- механізовані;
- немеханізовані.

Механізовані:

- гвинтові;
- ексцентрикові;
- пружинні;
- байонетні;
- важільні;
- клинові;
- комбіновані.

Немеханізовані притискачі приводяться в дію через застосування ручної сили. Тому їх не використовують в масовому серійному виробництві.

Навідміну від немеханізованих, механізовані притискачі оснащуються силовим приводом.

За типом силового приводу механізовані притискачі поділяються на:

- пневмогідролічні;
- гідравлічні;
- пневматичні;
- електромагнітні;

Пневматичні притискачі бувають:

- вакуумні;
- прямої дії;
- комбіновані.

До притискачів прямої дії відносяться пневмокамери, пневмоциліндри, та пневматичні шланги.

Комбіновані притискачі це такий тип механічних притискачів, які містять в собі як і силовий привід так прості механізми.

Комбіновані притискачі:

- пневмоклинові;
- пневмоважільні.

З технологічних міркувань для закріплення в пристосуваннях вузлів піввагона вибираємо притискачі та затискачі з пневмоприводом.

Пневматичні силові вузли виконують у вигляді циліндрів. Циліндри виготовляють односторонньої і двохсторонньої дії.

Осьова сила на штоці пневмоциліндра односторонньої дії при подаванні повітря зі сторони поршня визначається за формулою [8]:

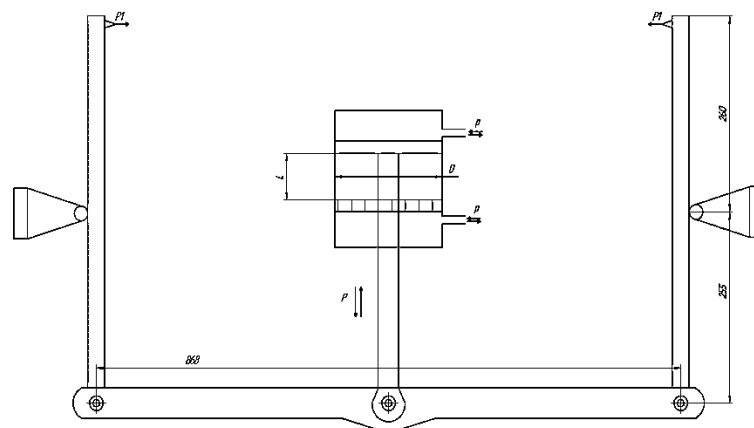
$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta \cdot Q_1, \quad (3.1)$$

де D – діаметр пневмоциліндр, мм;

p – тиск стисненого повітря цехової мережі, МПа, $p = 0,6$ МПа;

η - коефіцієнт корисної дії, який враховує втрати в пневмоциліндрі,
 $\eta = 0,85 \dots 0,9$;

Q_1 – сила опору зворотної пружини в кінці робочого ходу $Q = 450$ Н.



D – діаметр пневмоциліндра; L - хід поршня; p - тиск стиснутого повітря цехової мережі; P - необхідне зусилля на штоці поршня; P_1 – необхідне зусилля притискання деталі

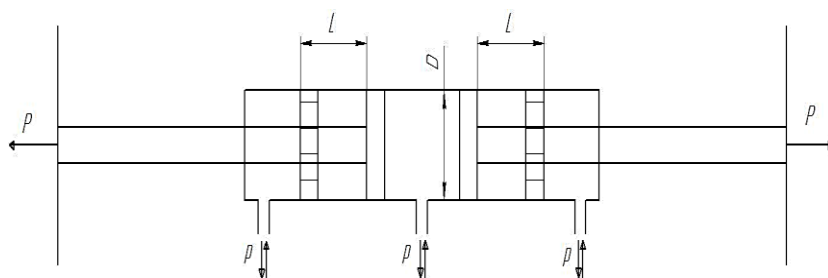
Рисунок 3.1 - Кінематична схема пневматичного затискача

З формули (3.1) визначаємо необхідний діаметр пневмоциліндра [8]:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (Q + Q_1)}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \quad (3.2)$$

З врахуванням прийнятої величини зусилля притискання $Q = 2000$ Н, діаметр пневмоциліндра становить:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (2000 + 450)}{3.14 \cdot 0.6 \cdot 0.8}} = 78.2 \text{ мм.}$$



D —діаметр пневмоциліндра; L - хід поршня; p - тиск стиснутого повітря цехової мережі;

P - необхідне зусилля на штоці поршня

Рисунок 3.2 - Кінематична схема пневматичного притискача

Заокругливши знайдене значення до найбільшого стандартного значення приймемо діаметр пневмоциліндра $D = 80$ мм.

Отже, для забезпечення необхідного притискного зусилля потрібно використати пневмоциліндр, діаметр поршня якого становить 80 мм.

3.2 Розрахунок необхідних зусиль притискання елементів зварного виробу

Для складання зварної конструкції, та її вузлів розрахуємо притискні елементи пристосувань, на яких буде здійснюватись затискання деталей.

Розрахунок зусиль притискання при впуску повітря в поза штокову порожнину проводимо за формулою [8]:

$$Q = p_n \frac{\pi D^2}{4} \eta; \quad (3.3)$$

$$Q = 0.6 \frac{3.14 \cdot 75^2}{4} 0.8 = 2411 \text{ Н.}$$

Розрахунок зусиль притискання при впуску повітря в штокову порожнину проводимо за формулою [8]:

$$Q = p_n \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \eta; \quad (3.4)$$

$$Q = 0.6 \frac{3.14(75^2 - 10^2)}{4} 0.8 = 2373 \text{ Н.}$$

Дані зусилля дозволять обмежити переміщення, які будуть виникати в результаті деформації корпусу під час зварювання та наступного охолодження. Також ці зусилля дозволять затискати деталь під час проведення складальних операцій та забезпечать відсутність зазорів між елементами зварної конструкції.

3.3 Установа для складання та зварювання бокових стін

Бокову стінку піввагона складають та зварюють на спеціальній установці (рисунок 3.3), яка обслуговується двома зварювальним та складально-зварювальним порталами, на яких розміщено три та два відповідно зварювальні автомати.

Портали переміщують вздовж стенду по рейковим направляючим, фіксуючи їхнє положення за допомогою щупів та призм, і з подальшим закріпленням кінцевими пневмофіксаторами. За допомогою першого (зварювальний) порталу здійснюють зварювання повздовжніх швів стінки, а саме зварюють повздовжню балку, кутник та листи кутовими та напустковими швами між собою. Другий портал призначений для складання та зварювання поперечних балок з обшивкою.

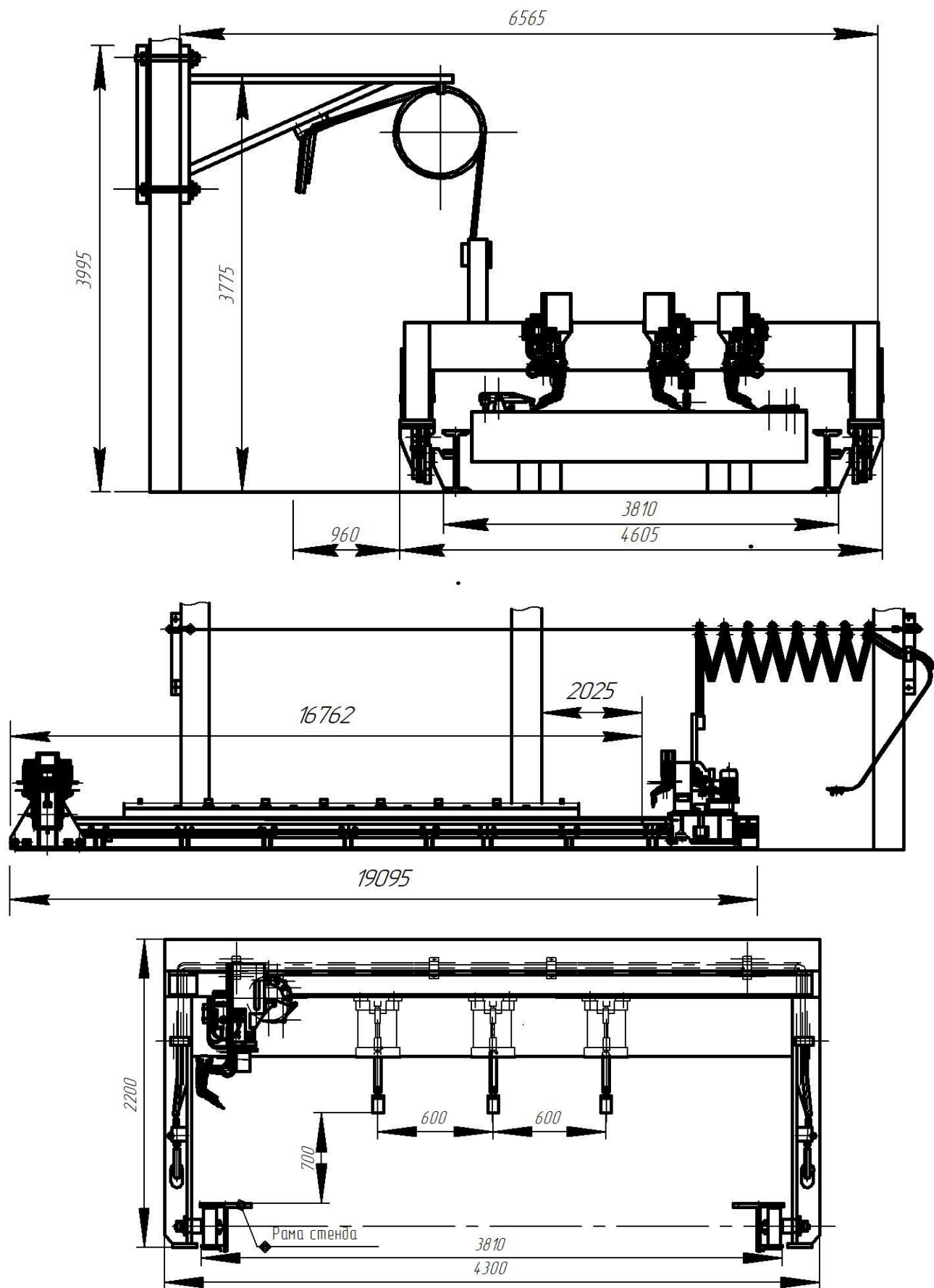


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд установки для складання та зварювання

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Оцінка шкідливих факторів, які діють в зварювальному цеху (дільниці). Заходи для зменшення їх впливу

Виконання заготівельних та зварювальних робіт на машинобудівному підприємстві при неправильній організації підприємства та праці приводить до появи небезпечних та шкідливих факторів виробництва, які при несприятливому збігу обставин можуть викликати нещасні випадки, отруєння та професійні захворювання.

При зварюванні та різанні металів повітряне середовище виробничих приміщень може забруднюватись зварювальним аерозолем, що містить пил, шкідливі гази та випаровування, наприклад, газоподібні фтористі сполуки, оксид вуглецю, оксиди азоту, азот та інші.

Наявність шкідливих речовин в робочій зоні може привести до виникнення у зварювальників професійних захворювань: інтоксикації та пневмоконіозу. Негативно впливають на здоров'я теплове випромінювання нагрівальних пристроїв, нагрітих великогабаритних виробів та переохолодження організму в холодний період року. Робота устаткування може супроводжуватись шумом та вібраціями, шкідливими для здоров'я. Неправильна експлуатація електричного устаткування може створити небезпеку ураження електричним струмом.

Дія ультрафіолетового або світлового випромінювання на очі зварювальника, може спричинити електрофтальмію. При довготривалій дії інфрачервоного випромінювання може утворитись катаракта.

При проведенні проектування підприємства, в якому проводитиметься зварювальне виробництво, повинні бути створені та введені в дію заходи, щодо профілактики виробничого травматизму та професійних захворювань. В першу чергу профілактика та усунення шкідливих та небезпечних виробничих факторів.

Санітарно-гігієнічні умови та обов'язкові заходи з охорони праці в зварювальному виробництві регламентуються системою стандартів безпеки

праці, СНиП, правилами техніки безпеки та виробничої санітарії при виконанні окремих видів робіт, правилами будови і безпечної експлуатації окремих видів устаткування, єдиними вимогами безпеки до конструкції устаткування, нормами технічного проектування, різноманітними інструкціями, вказівками, правилами та іншими документами.

В складально-зварювальних цехах системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря мають забезпечувати певні метеорологічні умови (мікроклімат), тобто допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та його чистоту [9].

Найбільш ефективним заходом боротьби з шумом є зменшення шуму в його джерелі.

Однак в складально-зварювальних цехах часто прагнуть зменшити шум на шляху його розповсюдження, застосовуючи для цього звукопоглинання та звукоізоляцію [9].

Боротьбу із вібраціями рекомендується проводити в джерелі їх виникнення при конструюванні та виготовленні машин і проектуванню технологічних процесів. Зниження рівня вібрації може бути досягнуте за допомогою віброгасіння, яке частіше реалізується шляхом встановлення віброуючих агрегатів на самостійні віброгасячі основи (фундаменти). Віброізоляцію застосовують для захисту конкретних об'єктів від передавання їм вібрацій, що створюються джерелом коливань. Вібрація зводиться до заміни в коливаючій системі деяких жорстких зв'язків пружними зв'язками, які є віброізоляторами.

Під час проведення робіт з ручними механізованими електричними чи пневматичними інструментами потрібно використовувати індивідуальні засоби захисту. А саме віброізолюючі рукавиці, віброзахисні рукоятки віброзахисні інструменти або прокладки. Загальні технічні вимоги до такого захисту визначені ГОСТ12.4.002-75. Для працівників, які виконують роботи на віброуючому устаткуванні рекомендується проводити перерви на 10 або 15 хвилин, після кожної години роботи [9].

Для захисту тіла робітника від теплових, механічних та інших впливів застосовують спеціальний одяг (штани, куртки, комбінезони, рукавиці) та спеціальне взуття, які повинні відповідати характеру виконуваної роботи та метеорологічним умовам на робочому місці. Захист органів дихання здійснюється шляхом застосування респіраторів та протигазів, інколи застосовують зварювальні маски з подаванням в них чистого повітря. Для захисту обличчя та очей від дії променевої енергії електричної дуги, а також від іскор та бризок розплавленого металу зварювальники повинні забезпечуватись щитками або масками, а допоміжні робітники - окулярами.

Зварювання в середовищі захисних газів проводиться відкритою дугою, тому при виконанні зварювальних робіт необхідно забезпечити захист зварювальника від ураження електричним струмом, випромінювання і теплової дії дуги, опіків бризками рідкого металу і отруєння шкідливими газами і парами, що виділяються при зварюванні. Крім цього слід дотримуватись правил експлуатації посудин, що містять газ, який знаходиться під тиском [9].

4.2 Розрахунок захисного заземлюючого пристрою для зварювального цеху (дільниці)

Захисне заземлення – передбачене з'єднання з землею або її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть випадково бути під напругою. Воно є ефективною мірою захисту при живленні електроустаткування від електричних мереж напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю і напругою більше 1000 В з любым режимом нейтралі.

У відповідності ПУЕ захисне заземлення потрібно виконувати при паузі напруги змінного струму 380 В і більше і напруги постійного струму 440В і більше у всіх електроустановках; при номінальній напрузі змінного струму більше 42 В і напрузі постійного струму більше 110 В - тільки в електроустановках, які розміщені в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних, а також у зовнішніх установках; при будь-якій напрузі змінного і постійних струмів, у вибухонебезпечних установках.

Метою розрахунку є визначення кількості і розмірів заземлювачів і складання плану розміщення заземлювачів.

Розрахунок захисного заземлюючого пристрою проводимо за [10].

Завдання: розрахувати захисне заземлення ділянки з виробничими установками, які живляться від мережі напругою 380В з ізольованою нейтраллю. В якості електродів – заземлювачів приймаємо сталеві трубки (кутники) довжиною l і діаметром d , які з'єднані між собою сталеву стрічкою шириною $b = 0,04$ м. Коефіцієнти використання заземлювачів η_3 і з'єднувальної стрічки η_c . Крок між заземлювачами рівний d . Заглиблення верхнього кінця трубки і з'єднувальної стрічки $H = 0,7$ м. Питомий опір ґрунту ρ .

Дано: $\rho = 150$ Ом м; $l = 3$ м; $a = 0,045$ м; $d = 6$ м; $\eta_3 = 0,74$; $\eta_c = 0,75$.

Визначаємо розрахунковий питомий опір ґрунту ρ_p в якому має бути розміщений заземлювач за формулою:

$$\rho_p = \rho \cdot \psi, \quad (4.1)$$

де ψ - кліматичний коефіцієнт, який вибирається в залежності від вологості ґрунту, $\psi = 1,32$.

Звідси:

$$\rho_p = 150 \cdot 1,32 = 198 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Визначаємо опір розтікання струму одного вертикального заземлювача (труби), заглибленого нижче рівня землі на $H = 0,7$ м за формулою:

$$R_3 = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l} \times \left(l_n \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} l_n \frac{4t + l}{4t - l} \right), \quad (4.2)$$

де, $t = H + 0,5 \times l$ - відстань від поверхні ґрунту до середини труби;

$$t = 0,7 + 0,5 \times 3 = 2,2 \text{ м}.$$

Звідси:

$$R_3 = \frac{150}{2 \times 3,14 \times 3} \times \left(l_n \frac{2 \cdot 3}{0,045} + \frac{1}{2} l_n \frac{4 \cdot 2,2 + 3}{4 \cdot 2,2 - 3} \right) = 41,7 \text{ Ом}.$$

Визначаємо необхідну кількість заземлювачів за формулою:

$$n = \frac{R_3}{R_1 \times \eta_3}, \quad (4.3)$$

де R_n – нормований опір заземлюючого пристрою (ПУЕ).

Звідси:

$$n = \frac{41,7}{4 \times 0,74} = 14.$$

Визначаємо опір розтікання струму з'єднувальної смуги за формулою:

$$R_c = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L_c} \times \ell_n \frac{2 \times L_c}{\hat{a} \times H}, \quad (4.4)$$

Звідси:

$$R_c = \frac{150}{2 \times 3,14 \times 81,9} \times \ell_n \frac{2 \times (81,9)^2}{0,04 \times 0,7} = 3,81 \text{ Ом}.$$

Визначаємо довжину з'єднувальної стрічки, якщо електроди розміщені в ряд:

$$L_c = 1,05 \cdot d \cdot (n-1). \quad (4.5)$$

Якщо, стрічки розміщені по контуру, то:

$$L_c = 1,05 \cdot d \cdot n = 1,05 \cdot 6 \cdot 14 = 88,2 \text{ м};$$

$$L_c = 1,05 \cdot 6 \cdot (14-1) = 81,9 \text{ м}.$$

Визначаємо загальну величину опору розтікання струму заземлюючого пристрою за формулою:

$$R_{зп} = \frac{R_3 \times R_c}{R_3 \times \eta_n + R_c \times \eta_3 \times n}, \quad (4.6)$$

$$R_{зп} = \frac{41,7 \cdot 3,81}{41,7 \cdot 0,46 + 3,81 \cdot 0,74 \cdot 14} = 2,708 \text{ Ом}.$$

Величина опору штучних заземлювачів задовольняє вимогу $R_{зп} \leq 4 \text{ Ом}$.

4.3 Пожежна профілактика в спроектованому цеху (дільниці)

Дільниця вважається правильно спроектованою в тому випадку, коли разом з вирішенням функціональних, санітарних та інших технічних і економічних вимог забезпечені умови пожежної безпеки.

Всі будівельні матеріали по займанню поділяються на три групи:

- незгоряючі, які під дією вогню або високих температур не займаються і не обвуглюються (до них відносять більшість металів та матеріали мінерального походження);

- важкозгоряючі, які можуть займатися і продовжувати горіти тільки при постійній дії стороннього джерела займання (наприклад, конструкції з дерева, які просочені або покриті вогнезахисними сумішами);

- згоряючі, які можуть самостійно горіти після видалення джерела займання (до них відносять більшість пластичних матеріалів, в тому числі які застосовуються в будівництві).

Протипожежні стіни повинні бути виконані з незгоряючих матеріалів, мати межу вогнестійкості не менше 2,5 годин і опиратися на фундаменти. Протипожежні стіни розраховують на стійкість з врахуванням можливості однобічного завалення перекриття та інших конструкцій при пожежі.

Видалення газів та диму із приміщення, в якому виникла пожежа, проводиться через віконні прорізи, аераційні ліхтарі, а також за допомогою спеціальних димових люків, конструкцій, що легко скидаються. Димові люки призначені для видалення продуктів згоряння, забезпечення незадимлених суміжних приміщень та керування процесами горіння на пожежах (для того, щоб надати полум'ю бажаного напрямку). Димові люки встановлюються у підвальних приміщеннях, в перекриттях складських та безліхтарних виробничих будівлях.

ВИСНОВКИ

В даному кваліфікаційній роботі на тему «Вдосконалення технологічного процесу виготовлення бокової стінки піввагона» запропоновано наступні інженерні рішення, а саме:

- змінений спосіб напівавтоматичного зварювання на автоматичне в суміші газів $Ar+CO_2$;
- раціонально вибране зварювальне устаткування;
- розроблено установки для автоматичного зварювання стінок піввагона.

З метою охорони праці та безпеки життєдіяльності працюючих запропоновані заходи з охорони праці для збереження і підвищення працездатності працюючих та шляхи підвищення стійкості виробництва у надзвичайних ситуаціях, а з метою охорони навколишнього середовища запропоновано заходи для зменшення викидів у навколишнє середовище шкідливих речовин, які виділяються в результаті зварювальних робіт.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Марочник сталей и сплавов [Текст] / Под ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
2. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О.Кривов, К.О. Зворикін - К.:КВІЦ, 2012.-896с.
3. Биковський О.Г. Довідник зварника/ О.Г.Биковський, І.В. Пінковський. – К.: Техніка, 2002. – 336 с.
4. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением: Учеб. для вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П.
5. Контроль качества сварных конструкций / Под ред.В.Н. Волченко. - М.: Машиностроение, 1986. - 152 с.
6. Техніко–економічне обґрунтування інженерних рішень: методичні вказівки до виконання організаційно–економічної частини дипломних проектів / Р.І. Шпак.– Тернопіль, 2006.–29с.
7. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. - М.: Высшая школа, 1991. -398с.
8. Сварочные приспособления. [Текст] /. Крампит Н.Ю.,Крампит А.Г – ЮТИ ТПУ – 2008 – 95с.
9. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник / О.Г. Левченко. – К.: Основа, 2010 – 240с.
10. Охрана труда / Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.; Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. - М.: Машиностроение, 1983. -432 с.
11. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Під ред. Я.Г.Бедрія. – Львів.:, 1997. – 275с.

ДОДАТКИ