

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: **Вдосконалення технологічного процесу зварювання корпуса  
колектора**

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

(шифр і назва спеціальності)

Собко Є.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Сенчишин В.С.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Ткаченко І.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Окіпний І.Б.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2022

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: " Вдосконалення технологічного процесу зварювання корпусу колектора " складається із розрахунково-пояснювальної записки об'ємом 61 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 19 рисунків, 9 таблиць, 4 додаток. При написанні розрахунково-пояснювальної записки використано 24 першоджерел.

В роботі обґрунтовано параметри технологічного процесу зварювання корпусу колектора та запропоновано нове зварювальне устаткування, що дозволяють підвищити продуктивність монтажних робіт та підвищити якість конструкції.

Проведено вибір складально-зварювального устаткування та розрахунок їх елементів. Передбачено заходи з безпеки життєдіяльності та охорони праці при реалізації 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 .....	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів .....	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості поверхні .....	11
1.3.3 Вимоги до складання .....	12
1.3.4 Вимоги до зварних з'єднань та швів .....	12
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу .....	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	16
2.1 Обґрунтування способу зварювання .....	16
2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування .....	25
2.3 Вибір методу контролю якості виробу .....	29
2.4 Опис запропонованого технологічного процесу .....	31
2.4 Нормування витрат зварювальних матеріалів .....	36
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....	40
3.1 Вибір зварювальних пристосувань .....	40
3.2 Розрахунок і проектування елементів пристосувань .....	44
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ .....	51
4.1 Аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів виробничого середовища .....	51
4.2 Забезпечення нормальних умов праці .....	52
4.3 Забезпечення безпеки технологічних процесів .....	54
ВИСНОВКИ .....	58
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	59
ДОДАТКИ .....	61

## ВСТУП

Зварювання є одним із найбільш прогресивним технологічним процесом. Він дозволяє створювати нероз'ємні з'єднання деталей, що в свою чергу дозволяють отримувати конструкції з високими експлуатаційними якостями. Отримання якісних зварних з'єднань розширює можливості застосування, та призводить до економії матеріалу та часу виготовлення конструкцій. Застосування зварювання дозволяє розширити можливості механізації і автоматизації технологічних процесів, збільшення випуску продукції та продуктивності виробництва, при цьому не потребує значних капіталовкладень.

Сьогодні велика увага приділяється випуску спеціалізованого зварювального устаткування. Це пов'язано із створенням нових матеріалів і технологій зварювання, та розширенню застосування зварних конструкцій в різних галузях промисловості. А також з метою забезпечення комплексної механізації виробничих процесів та якістю зварних з'єднань.

Впровадження ефективних засобів механізації технологічного процесу відіграє велику роль для промисловості. Це призводить до підвищення розвитку технічного прогресу, продуктивності виробничих процесів та підвищенню економічних показників. [1]

## 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

### 1.1 Опис конструкції виробу

В роботі розробляється процес зварювання корпусу колектора (рис. 1.1), який складається із циліндричної частини до якої приварені патрубки з фланцями, конусної частини та фланців. Деталі з яких складається корпус колектора виготовленні із сталі В Ст3. Розміри основних елементів колектора представлені в табл. 1.1.

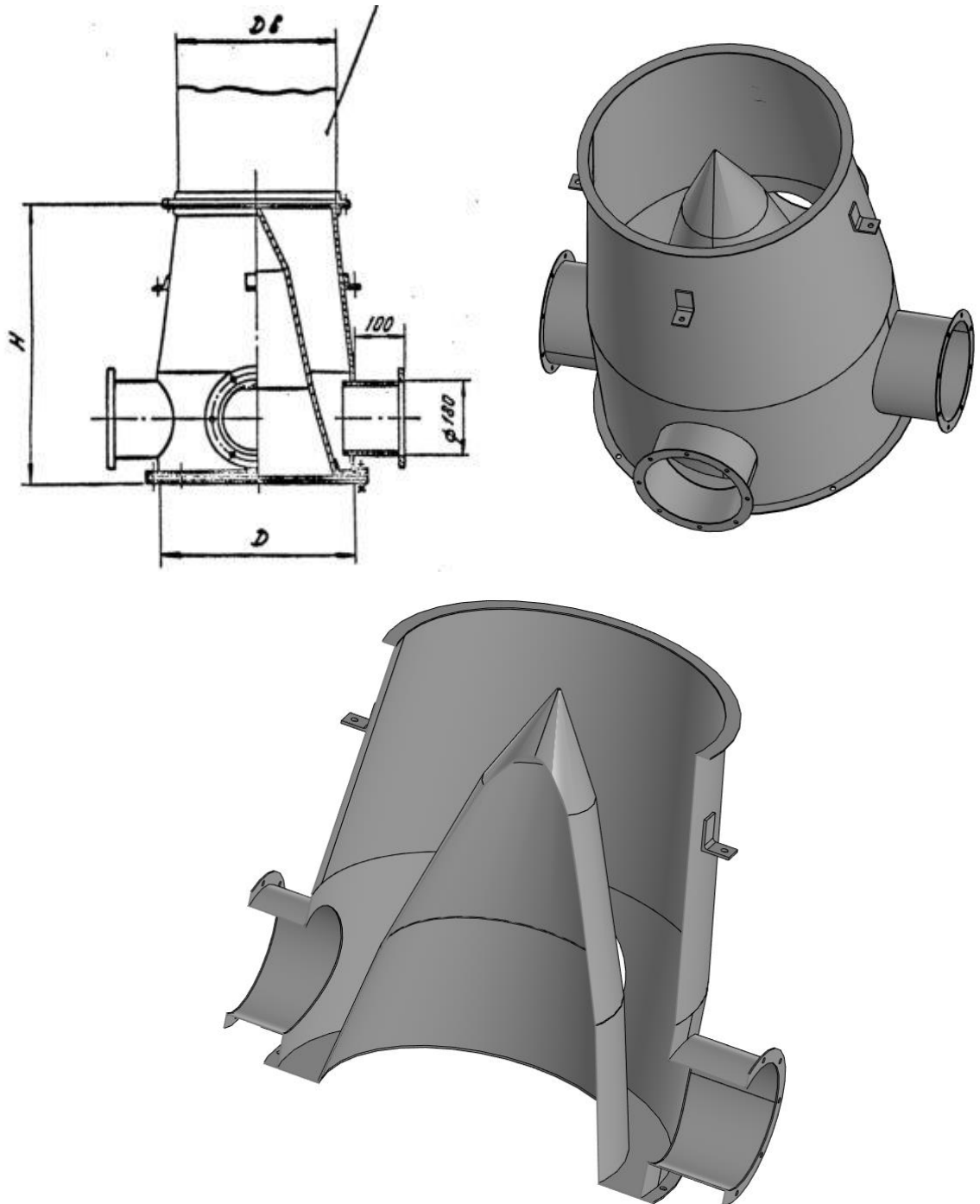


Рисунок 1.1 – Корпус колектора

Таблиця 1.1 Основні технічні дані колектора [2]

Позначення	Шифр	Продуктивність, мЗ/ч	Вхідний патрубок		Вихідний патрубок		Основні розміри, мм			Маса, кг
			Кількість, шт.	$\xi$	Дв, мм	$\xi$	D	H	L	
<b>A2B060.000</b>	ВП-10	16200	10	0.5	560	0,5	700	790	664	100.8

Колектори відносяться до основних елементів аспіраційної системи і є камерою постійного статичного тиску, що створює однакові аеродинамічні умови в місцях приєднання до колектора окремих відгалужень. Колектори служать перехідною ланкою між розгалуженою і магістральною ділянкою повітряно-водних мереж, що забезпечують злиття двох і більше повітряних потоків в один сумарний потік.

Колектори призначені для систем аспірації цехів промислових підприємств, що знову будуються і реконструюються, для відсмоктування від технологічного устаткування пилу порошкоподібних, сипких, волокнистих матеріалів і подальшого переміщення її по повітропроводу. Сфера застосування колекторів аспіраційних поширюється на увесь пил і гази і обмежується тільки тими випадками, коли вона сама по собі волога або активно адсорбують вологу і здатна утворювати кірки і цементуватися. Колектори розроблені для умов їх експлуатації при розрядці в колекторі  $\leq 200$  мм вод. ст. і при температурі газів, що проходять через них, не більше  $250^{\circ}\text{C}$ . Для колекторів типу ВК і БА при температурі газів вище  $80^{\circ}\text{C}$  не допускається застосування розвантажувачів деталей, що вимагають мастило, знаходяться в зоні підвищеної температури.

При виготовленні даного виробу велику увагу приділяють технологічності.

При виготовленні корпусу колектора є декілька з'єднань однотипних: за типом з'єднання, за протяжністю, за довжиною, формою, конфігурацією та положенням у просторі, виготовлення однотипних фланців та висвердлювання однакових отворів, що дозволяє оптимізувати процес виготовлення, тобто застосувати однакові технології при заготовці, складанні зварюванні та

технічного контролю даного виробу. Компоновка деталей виробу є достатньо простою, всі зварні шви знаходяться в легко доступних місцях що дозволить використати автоматизацію та механізацію процесу виготовлення. Все це свідчить про те, що даний виріб є досить технологічним.

## 1.2 Характеристика матеріалу виробу

При виробництві зварних конструкцій одним із основних факторів є матеріал виробу. Вибір і застосування матеріалу конструкції залежить від умов експлуатації та можливості застосування ширшого спектру способів зварювання. Це в свою чергу призводить до зменшення затрат на підготовку виробничих потужностей та можливості застосування існуючих на виробництві технологій зварювання.

Для виготовлення корпусу застосовують конструкційну маловуглецеву сталь звичайної якості ВСт3. Сталь постачається із гарантованими механічними властивостями та хімічним складом. Виготовляють мартенівським або конверторним методами і застосовують таку сталь для відповідальних конструкцій.[4]

Для виготовлення деталей з яких складається корпус колектора, використовують листовий прокат, технічні умови на його виготовлення регламентуються ДСТУ 8540:2015.

Хімічний склад даної сталі наведений в таблиці 1.2. [4]

Таблиця 1.2. – Масова частка елементів (%).

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu
0,14 -0,22	0,12 - 0,3	0,4 - 0,65	<0.05	< 0.04	< 0.3	< 0.3	< 0.3

Однією із основних характеристик матеріалу який зварюється є його здатність до утворення зварних з'єднань. Зварюваність залежить від складу і відсоткового вмісту хімічних елементів в сталі. Зварюваність сталі знижується при збільшенні вмісту C, S та P, які призводять до появи гарячих і холодних тріщин.

До основних проблем при зварюванні відносять схильність сталей до:

- утворення гартівних структур;
- появи гарячих і холодних тріщин;

Оцінку зварюваності сталі проведемо за еквівалентним вмістом вуглецю[3]:

$$C_e = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr+V+Mo}{10} \quad (1.1)$$

$$C_e = 0.17 + \frac{0.4}{20} + \frac{0.3}{15} + \frac{0.3}{10} = 0.24\%$$

Таблиця 1.2 – Класифікація сталей по зварюваності

Група сталей	Зварюваність	Еквівалент $C_{екв}, \%$	Технологічні процеси			
			Підігрів		Термообробка	
			Перед зварюв.	Під час зварюв.	Перед зварюв.	Під час зварюв.
1	Добра	<0.25	-	-	-	Бажано
2	Задовільна	0.25-0.35	Потрібно	-	Бажано	Потрібно
3	Обмежена	0.35-0.45	Потрібно	Бажано	Потрібно	Потрібно
4	Погана	>0.45	Потрібно	Потрібно	Потрібно	Потрібно

Дана сталь відноситься до сталей з доброю зварюваністю.

Способи зварювання даної сталі : РДС, АЗФ і в газовому захисті, ЕШС і КТС. Для товщини більше 36 мм рекомендується підігрів з наступною термообробкою.[4]

### 1.3 Технічні умови на виготовлення виробу

#### 1.3.1 Вимоги до матеріалів

При виробництві зварних конструкцій, особливою умовою є відповідність матеріалу вказаним технічним умовам на виріб. Враховуючи це постачальники матеріалів повинні забезпечувати наявність сертифікатів на матеріали. Сертифікати повинні містити розширені відомості про матеріали та відповідність їх стандартам.



Прокат, що надходить в обробку, повинен бути оглянутий, очищений від бруду, льоду, іржі й виправлений, перевірений на наявність розшарувань і на нерівномірність розподілу домішок.

Заготовки основних деталей повинні мати маркування, яке вказує марку матеріалу, номер плавки, номер деталі і номер партії. Маркування на основних деталях повинна залишатися до повного виготовлення.

Деталі та вузли, що надходять на складання, повинні бути очищені від окалини, іржі, забруднення, масла, запобіжної мастила. Наявність задирів і забоїн не допускається.

Для конструкції «корпус колектора» допускається за хімічним складом низьковуглецеві дроти, оскільки виріб виготовляється із сталі марки ВСт3. Зварювальні матеріали повинні відповідати ДСТУ.

### **1.3.2 Вимоги до шорсткості поверхні**

Поверхня фланців, патрубків та основних ділянок деталей до складання має бути очищена від окалини, що відшаровується, масла і бруду.

Зварні шви конструкції корпусу потрібно зачищати урівень з її поверхнею.

Після вирізання чи висвердлювання отворів, поверхню потрібно зачистити до металевого блиску під зварювання.

Трубні ґрати повинні мати поверхні ущільнювачів під прокладення без поперечних рисок, забоїн, пор і раковин.

Шорсткість поверхонь отворів під труби в трубних ґратах повинна відповідати вимогам ДСТУ ISO 4287:2012.

Шорсткість поверхонь крайок деталей, виготовлених без креслень, установлюється  $Rz < 1000$  мкм при товщині деталі  $S < 60$  мм, і не нормується при  $S > 60$  мм, але нерівності різку повинні перебувати в межах допуску на відповідний лінійний розмір.

Крайки деталей, виготовлених газовим різанням, повинні бути очищені від ґрата, шлаків, бризів і напливів.

Виправлення крайок шляхом підварювання повинне виконуватися за заводською технологією.

Виправлення крайок абразивним інструментом варто робити так, щоб ризики при обробці були спрямовані уздовж крайки.

Допускається виправлення дефектів лиття (раковин, свищів) на оброблених і неопрацьованих поверхнях шляхом заварки відповідно до технологічного процесу.

### **1.3.3 Вимоги до складання**

Підлягаючі проплавленню поверхні й прилягаючі до них зони металу шириною не менш 20 мм повинні бути сухими й очищеними від іржі, масла, фарби й інших забруднень.

Розміри прихваток повинні бути мінімально необхідними й забезпечувати їхня сплавка при накладенні швів проектного перетину.

Складальні прихватки конструкції повинні виконуватися зварювальними матеріалами тих же марок, які застосовуються для основних швів.

Незадовільно виконані прихватки повинні бути вилучені й при необхідності виконані знову.

Складання проводити із застосуванням універсального складального оснащення, що забезпечує точне розташування елементів.

У випадках, якщо вивідні планки не застосовуються, кратери на кінцях швів повинні бути заварені. Виводити шов на основний метал забороняється.

Механічні властивості зварених з'єднань повинні відповідати (не уступати) властивостям основного металу.

### **1.3.4 Вимоги до зварних з'єднань та швів**

При виготовленні посудин й їхніх елементів повинні дотримуватися допуски, передбачені відповідними стандартами або технічними умовами.

Відхилення зовнішнього діаметра обичайок не повинні перевищувати  $\pm 1\%$  номінального зовнішнього діаметра.

Зсув крайок стикуємих листів у стикових з'єднаннях, що визначають міцність посудини, не повинне перевищувати 10% номінальної товщини тонкого листа.

При транспортуванні й кантуванні зібраних під зварювання елементів повинні бути вжиті заходи, що забезпечують збереження геометричних форм, заданих їм при складанні.

Зварювання корпусу виконують відповідно до технічних умов на виготовлення.

Перед процесом зварювання перевіряють якість складання елементів, що з'єднують, а також стан стискуємих крайок і прилягаючих до них поверхонь

При складанні не допускається припасування крайок, що викликає додаткові напруги в металі.

Прихватки виконуються із застосуванням зварювальних матеріалів, передбачених технічними умовами для даної посудини.

Технологія зварювання посудин повинна бути детально розроблена й передбачати такий порядок виконання робіт, при якому внутрішні напруження у зварених з'єднаннях будуть мінімальними.

Якість зварених швів досягається вибором раціональних типів зварених з'єднань, методів і прийомів зварювання.

Граничні відхилення зварених швів повинні відповідати стандартам на шви зварених з'єднань.

По зовнішньому вигляді зварений шов повинен мати плавний (без напливів) перехід до основного металу, гладку або рівномірну лускату поверхню по всіх довжині. Висота гребінців стикових швів перевищуюча 1 мм повинна бути згладжена.

Всі вузли корпусу перед поступленням на операцією зварювання повинні бути зачищені від забруднень по ширині, що перевищує розмір шва на 5-10 мм.

Зварювання деталей повинна вироблятися при температурі не нижче  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Зібраний під зварювання вузол повинен бути перевірений виробничим майстром і представником ОТК цеху. [5].

#### **1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу**

В цех автокарами завозять листовий прокат, далі він за допомогою мостового крану подається на заготівельну дільницю. Згідно креслення робиться розмітка по відповідних розмірах і допуски на механічну обробку. Технологічний процес починається з розмітки листового прокату під різку та припуски на механічну обробку. Для різання застосуємо верстат плазмового різання металу, і різко підвищимо ефективність виробництва, тим самим зменшимо кількість відходів, вивільнимо матеріальні та людські ресурси.

Далі заготовки подаються на холодне гнуття листових елементів для отримання циліндричних і конічних поверхонь. Заготовку на фланці відповідного діаметру згинають на спеціальному станку.

Очищення проводять вручну абразивними кругами або щітками.

Коли заготовки з яких виготовляється колектор, готові вони поступають на складально-зварювальні операції. Першою операцією є складання і зварювання циліндричної та паралельно конусної частин колектора. Наступною є складання і зварювання циліндричної та конусної частин між собою. Для складання застосовуються ручні затискачі. Зварювання всіх типів швів виконують напівавтоматичним способом.

Наступним етапом виконується складання та зварювання патрубків з фланцями. Складання виконують на зварювальному столі. Після цього проводять приварювання фланців до корпусу колектора.

Для вдосконалення планується:

- замінити напівавтоматичне зварювання на автоматичне;
- застосувати механізовану складально-зварювальну оснастку;
- замінити ручні затискачі на пневмопритискачі;

- складання і зварювання здійснювати на суміщеній складально-зварювальній оснастці, яка не передбачає необхідності проміжного транспортування виробу.

Усунення недоліків призведе до об'єктивного зниження часу виготовлення конструкції, знизить рівень ручної монотонної праці в цілому та підвищить рентабельність виробництва.

Використання складально-зварювальної оснастки, яка не передбачає проміжного транспортування виробу підвищить точність геометричних розмірів та якість виробу.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Обґрунтування способу зварювання

Так, як при виготовленні корпусу колектора потрібно виконувати зварювання кільцевих та поперечних швів товщиною 4 мм, тому зварювання корпусу доцільно виконувати автоматичним способом в середовищі вуглекислого газу. А приварку патрубків до корпусу та прихоплення корпусних з'єднань можна здійснювати за допомогою напівавтоматичного зварювання в середовищі вуглекислого газу, оскільки АЗФ у цьому випадку фактично неможливо використати.

Опори також приварюємо за допомогою напівавтоматичного зварювання в середовищі вуглекислого газу.

До складу найбільш поширених напівавтоматів – шлангових для зварювання в захисних газах – входять (рис. 2.1) наступні вузли[8]: Зварювальний пальник 1 зі шлангом (рукавом) 2, яким до пальника подається зварювальний дріт, захисний газ і підводиться зварювальний струм. Механізм подачі електродного дроту 3. Касета, котушка 4 чи інший пристрій зі зварювальним дротом. Блок управління 5 з розміщенням за одним з вказаних вище варіантів. Кабелі для зварювального ланцюга 6 і дротів керування 7. Апаратура 8 для регулювання і вимірювання параметрів захисного газу (складу, тиску, витрат), що подається від балону чи цехової мережі. Шланг для газу 9 і джерело живлення 10.

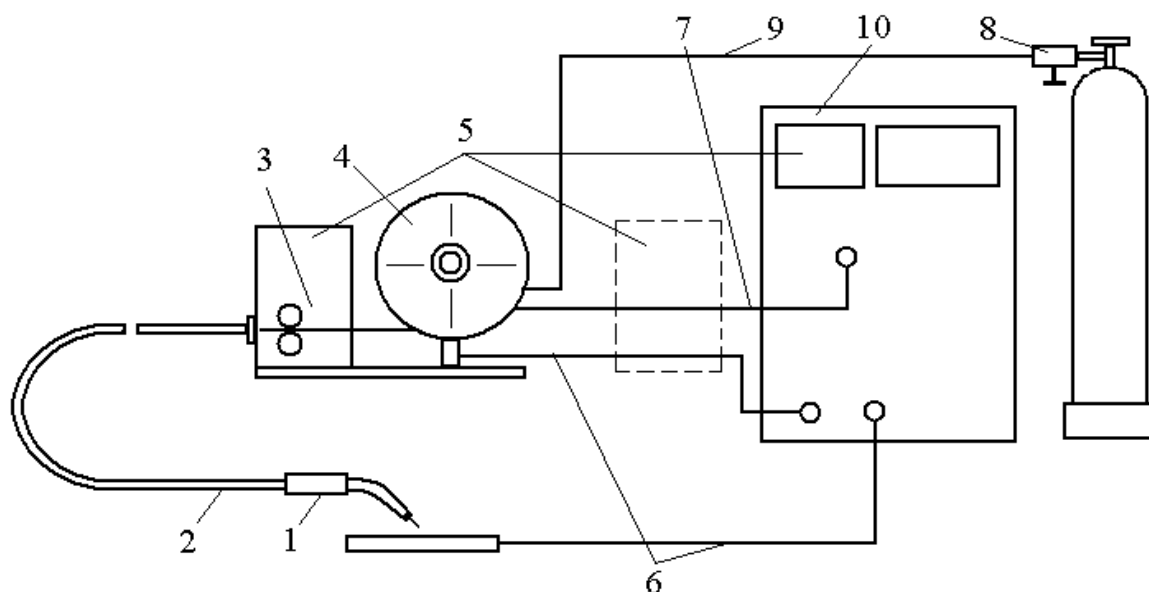


Рис. 2.1 – Схема напівавтомата

Сучасні напівавтомати часто комплектуються мікропроцесорними пристроями керування, що забезпечують оптимальне програмне керування газовою апаратурою, приводом подавання електрода і джерелом живлення (зазвичай інверторного типу) – режим „sinergic” (багатопараметричне програмне керування).

Зварювання в  $\text{CO}_2$  реалізують на зворотній полярності постійним струмом. Оскільки, полярність впливає на розбризкуванням електродного металу. Крім того пряма полярність призводить до підвищеної окисленості елементів і схильності до утворення пор.[9]

Для реалізації процесу зварювання та забезпечення властивостей зварних з'єднань застосовують сталевий зварювальний дріт та газ. Сталевий маловуглецевий, легований та високолегований зварювальний дріт виготовляють діаметром 0,3 мм; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 мм. [10]

Зварювання в  $\text{CO}_2$  здійснюють електродним дротом з підвищеним вмістом – розкислювачів, таких як марганець і кремній. З врахуванням цього, зварювання корпусу колектора будемо здійснювати електродом марки Св-08Г2С. Наявність в дроті марганцю і кремнію забезпечує добре розкислення металу шва, що істотно підвищує його механічні характеристики. Також даний дріт підвищує стійкість металу шва до утворення кристалізаційних тріщин і пор.

Зварювальний дріт виготовлений згідно ДСТУ EN ISO 14171:2015. Хімічний склад дроту Св – 08Г2С приведено у таблиці 2.1.[10, 11]

Застосування в якості захисного середовища  $\text{CO}_2$  дозволяє забезпечити надійний захист зварювальної ванни. Це унеможливорює взаємодію рідкого металу ванни з воднем та знижує можливість азотування зварного шва. Теплофізичні характеристики  $\text{CO}_2$  підвищують стабільність горіння дуги.

Вуглекислий газ повинен мати концентрацію не нижче 98 %  $\text{CO}_2$  , а для відповідальних конструкцій - не менше 99 %  $\text{CO}_2$ . [10]

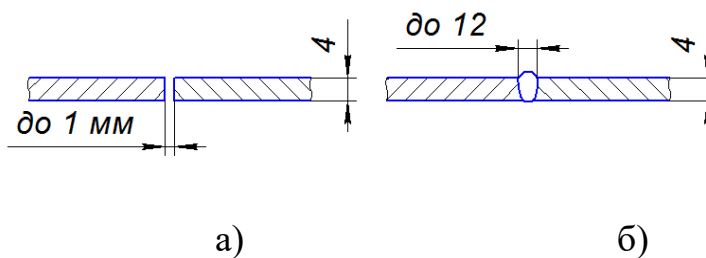
Таблиця 2.1-Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С

Хімічний склад	Вміст, %
<b>C</b>	0,1
<b>Si</b>	0,7...0,75
<b>Mn</b>	1,8...2,1
<b>Cr</b>	0,2
<b>Ni</b>	0,25
<b>Mo</b>	-
<b>Ti</b>	-
<b>Cu</b>	0,25
<b>S</b>	0,025
<b>P</b>	0,03

При виготовленні колектора застосовують стикове з'єднання типу С2, напусткове - типу Н1 та таврове типу Т1 (ДСТУ EN 1708-1:2015) [12].

Враховуючи вплив режимів зварювання міцнісні характеристик конструкції, необхідно провести їх розрахунок. Розрахунок основних параметрів проводимо згідно літератури [8, 11].

Проведемо розрахунок рему зварювання для стикового з'єднання Н1 С2 товщиною 4 мм автоматичним способом. Конструкцію розробки кромки показано на рис. 2.2.



а) – розробка кромки; б) – зварне з'єднання.

Рис. 2.2 - Конструкція розробки кромки та зварного шва

Зварювання проводиться в нижньому положенні нахиленим електродом. В таблиці 2.2 приведено величину діаметру дроту відповідно до товщини листа .[8, 11]



Таблиця 2.2 – Залежність діаметру дроту від товщини листа

Товщина листа, мм	1-2	3-6	6-24 і більше
Діаметр електродного дроту $d_e$ , мм	0,8-1,0	1,2-1,6	2,0

В залежності від товщини листа – діаметр дроту приймаємо  $d_e = 1.6$  мм.

Розрахунок сили струму проводимо за формулою:

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot d_e^2 \cdot a}{4} \quad (2.1)$$

де,  $a$  – густина струму,  $a = 110 - 130 \frac{A}{мм^2}$ .

$$I_{зв} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 110}{4} = 220 A$$

Таблиця 2.3 – Залежність напруги від сили струму

Сила зварювального струму, А	50÷60	90÷100	150 ÷160	220 ÷240	280÷300	360÷380	430 ÷450
Напруга дуги, В	17-28	19-20	21-22	25-27	28-30	30-32	32-34
Витрата газу, $\frac{л}{хв}$	8-10	8-10	9-10	15-16	15-16	18-20	18-2

Напруга на дузі приймаємо рівною  $U_d = 25$  В.

Швидкість подачі зварювального дроту:

$$V_{пд} = \frac{4 \cdot \alpha_\rho \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_e^2 \cdot \rho} \quad (2.2)$$

де  $\alpha_\rho$  – коефіцієнт розплавлення дроту,  $\frac{г}{А} \cdot год$  ;

$\rho$  – густина металу електродного дроту,  $\frac{г}{см^3}$  (для сталі  $\rho = 7,8 \frac{г}{см^3}$ ).

$$\alpha_\rho = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{св}}{d_e} \quad (2.3)$$

$$\alpha_\rho = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{220}{1,6} = 14 \frac{г}{А} \cdot год$$

$$V_{пд} = \frac{4 \cdot 14 \cdot 220}{3,14 \cdot 1,6 \cdot 7,8} = 196,5 \frac{м}{год}$$

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{100 \cdot F_n \cdot \rho} \quad (2.4)$$

де,  $\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення,  $\frac{\text{г}}{\text{А}} \cdot \text{год}$ .

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \Psi) \quad (2.5)$$

де,  $\Psi$  – коефіцієнт втрат металу на угар і розбрикування, при зварюванні в  $\text{CO}_2$   $\Psi = 0,1 - 0,15$ ;

$F_n$  – площа поперечного перерізу одного валика, при зварюванні в  $\text{CO}_2$  приймається рівним  $0,3 - 0,7 \text{ см}^2$ .

$$\alpha_n = 14 \cdot (1 - 0,15) = 12 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

$$V_{зв} = \frac{12 \cdot 220}{100 \cdot 0,5 \cdot 7,8} = 6,8 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

Маса наплавленого металу:

$$G_n = F_{св} \cdot l \cdot \rho \quad (2.6)$$

де,  $l$  – довжина шва, см;

$\rho$  – густина наплавленого металу (для сталі  $\rho = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ).

Підставивши вихідні дані отримаємо у формулу 2.6, отримаємо:

$$G_n = 0,16 \cdot 24 \cdot 7,8 = 30 \text{ г}$$

Час горіння дуги:

$$t_0 = \frac{G_n}{I_{св} \cdot \alpha_n} \quad (2.7)$$

$$t_0 = \frac{30}{220 \cdot 12} = 0,011 \text{ год}$$

Повний час зварювання:

$$T = \frac{t_0}{K_p} \quad (2.8)$$

де,  $K_p$  – коефіцієнт використання зварювального поста ( $K_p = 0,6 \div 0,57$ ).

$$T = \frac{0,011}{0,57} = 0,019 \text{ год}$$

Витрата електроенергії:

$$A = \frac{U_D \cdot I_{св}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_0 + W_0 \cdot (T - t_0) \quad (2.9)$$

де  $U_D$  – напруга дуги, В;

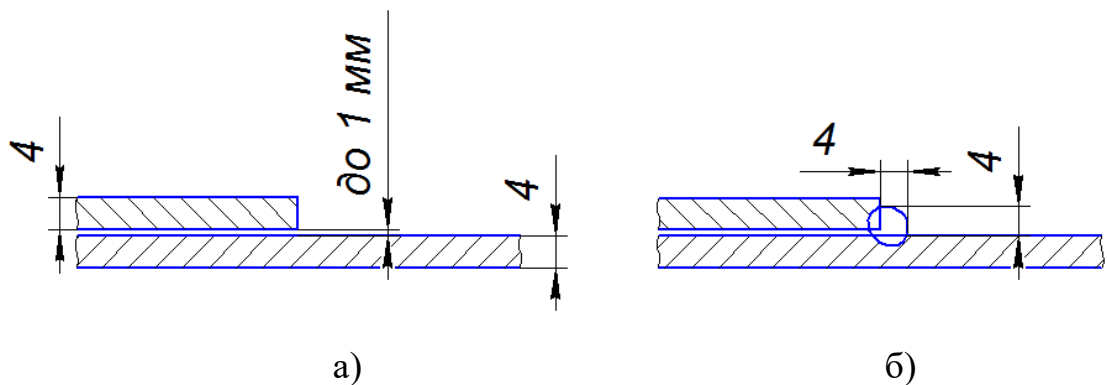
$\eta$  – ККД джерела живлення: при постійному струмі 0,6 ÷ 0,7;

$W_0$  – потужність джерела живлення, що працює на холостому ході, кВт,

$W_0 = 2,0 \div 3,0$  кВт.

$$A = \frac{25 \cdot 220}{0,7 \cdot 1000} \cdot 0,011 + 3 \cdot (0,019 - 0,011) = 0,11 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Розрахунок режиму зварювання для напусткового з'єднання Н1 (рис. 2.3).



а)-розробка кромки; б)-зварне з'єднання.

Рис. 2.3 - Конструкція розробки кромки та зварного шва

Розрахунок сили струму проводимо за формулою (2.1):

$$I_{зв} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 110}{4} = 220 \text{ А}$$

Швидкість подачі електродного дроту (2.2).

Значення  $\alpha_p$  розраховується за формулою (2.3):

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{220}{1,6} = 12 \frac{\text{г}}{\text{А}} \cdot \text{год}$$

$$V_{пд} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 20}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,8} = 196,5 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

Швидкість зварювання (2.4):

де,  $\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення,  $\frac{\text{г}}{\text{А}} \cdot \text{год}$ .

$$\alpha_n = 12,2 \cdot (1 - 0,15) = 12 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

$$V_{зв} = \frac{12 \cdot 220}{100 \cdot 0,5 \cdot 7,8} = 6,8 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

Маса наплавленого металу (2.6):

$$G_H = 0,16 \cdot 125,6 \cdot 7,8 = 157 \text{ г}$$

Час горіння дуги (2.7):

$$t_0 = \frac{157}{220 \cdot 12} = 0,059 \text{ год}$$

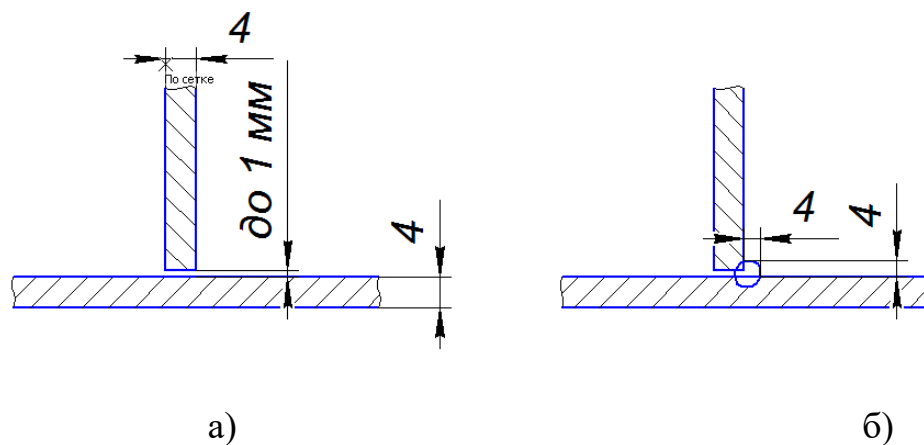
Повний час зварювання (2.8):

$$T = \frac{0,059}{0,57} = 0,1 \text{ год}$$

Витрата електроенергії (2.9):

$$A = \frac{25 \cdot 220}{0,7 \cdot 1000} \cdot 0,059 + 3 \cdot (0,1 - 0,059) = 0,58 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Розрахунок режимів таврового з'єднання Т1 Δ4 (рис. 2.4.)



а) – розробка кромки; б) – зварне з'єднання.

Рис. 2.4 - Конструкція розробки кромки та зварного шва

Розрахунок сили струму (2.1):

$$I_{зв} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 110}{4} = 220 \text{ А}$$

Швидкість подачі електродного дроту (2.2).

Значення  $\alpha_p$  розраховується за формулою (2.3):

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{220}{1,6} = 12 \frac{\text{г}}{\text{А}} \cdot \text{год}$$

$$V_{\text{пд}} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 20}{3,14 \cdot 1,6^2 \cdot 7,8} = 196,5 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

Швидкість зварювання (2.4):

де,  $\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення, г/А · год.

$$\alpha_n = 12,2 \cdot (1 - 0,15) = 12 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{12 \cdot 220}{100 \cdot 0,5 \cdot 7,8} = 6,8 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

Маса наплавленого металу (2.6):

$$G_H = 0,16 \cdot 150,7 \cdot 7,8 = 190 \text{ г}$$

Час горіння дуги (2.7):

$$t_0 = \frac{190}{220 \cdot 12} = 0,072 \text{ год}$$

Повний час зварювання (2.8):

$$T = \frac{0,072}{0,57} = 0,13 \text{ год}$$

Витрата електроенергії (2.9):

$$A = \frac{25 \cdot 220}{0,7 \cdot 1000} \cdot 0,072 + 3 \cdot (0,13 - 0,072) = 0,74 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Оскільки зварювання корпусу колектора здійснюємо автоматичним і напівавтоматичним способом, то необхідно провести розрахунок для другого. Враховуючи те, що при напівавтоматичному зварюванні застосовуємо дріт  $d_e = 1,4$  мм для всіх трьох з'єднань, то розрахунок проведемо лише для одного.

Розрахунок сили струму (2.1):

$$I_{\text{зв}} = \frac{3,14 \cdot 1,4^2 \cdot 110}{4} = 160 \text{ А}$$

Напруга  $U_d = 22 \text{ В}$ .

Швидкість подачі дроту (2.2).

Значення  $\alpha_p$  (2.3):

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{160}{1,4} = 12,2 \frac{\text{г}}{\text{А}} \cdot \text{год}$$

$$V_{\text{пд}} = \frac{4 \cdot 12,2 \cdot 160}{3,14 \cdot 1,4^2 \cdot 7,8} = 162 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

Швидкість зварювання (2.4):

де,  $\alpha_n$  – коефіцієнт наплавлення, г/А · год.

$$\alpha_n = 12,2 \cdot (1 - 0,15) = 10,5 \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{10,5 \cdot 160}{100 \cdot 0,5 \cdot 7,8} = 4,5 \frac{\text{м}}{\text{год}}$$

Маса наплавленого металу (2.6):

$$G_H = 0,16 \cdot 12 \cdot 7,8 = 15 \text{ г}$$

Час горіння дуги (2.7):

$$t_0 = \frac{15}{160 \cdot 10,5} = 0,0089 \text{ год}$$

Повний час зварювання (2.8):

$$T = \frac{0,0089}{0,57} = 0,016 \text{ год}$$

Витрата електроенергії (2.9):

$$A = \frac{22 \cdot 160}{0,7 \cdot 1000} \cdot 0,0089 + 3 \cdot (0,016 - 0,0089) = 0,07 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Таблиця 2.4 – Режими зварювання корпусу колектора

Спосіб зварювання	Тип з'єднання	Сила струму $I_{\text{зв}}$ , А	Напруга на дузі $U_{\text{д}}$ , В	Діаметр дроту $d_e$ , мм	Швидкість зварювання $V_{\text{зв}}$ , м/год	Швидкість подачі дроту $V_{\text{п.д.}}$ , м/год
автоматичний	С2	220	25	1,6	6,8	196,5
	Н1	220	25	1,6	6,8	196,5
	Т1	220	25	1,6	6,8	196,5
напівавтоматичне	С2	160	22	1,4	4,5	162
	Н1	160	22	1,4	4,5	162
	Т1	160	22	1,4	4,5	162

## 2.2 Вибір і обґрунтування основного зварювального устаткування

Для виготовлення корпусу колектора потрібно виконувати зварювання вальцювальних листів, патрубків, опор, приварювання фланців. Відповідно до розмірів деталей та способу зварювання вибирається наступне обладнання.

Для зварювання поперечних швів вальцювальних листів та приварення їх одне до одного кільцевим з'єднанням, виходячи із режимів зварювання, вибираємо автомат підвісний А-1406. Даний автомат є підвісного типу (рис. 2.5 ). Технічні характеристики підвісного автомата А-1406 наведено у таблиці 2.5. [13]



Рис. 2.5 - Підвісний автомат А-1406

Автомат забезпечує наступні способи зварювання: у захисному газі; відкритою дугою порошковим дротом і стрічкою; під флюсом суцільним дротом; відкритою дугою, розщепленим електродом (за спецзамовленням). [13]

Зварювання проводиться на постійному струмі з незалежними від параметрів дуги швидкостями зварювання і подачі дроту. [13]

Зварювальний автомат А-1406 прикріплений і буде переміщатися за допомогою глгольного візка ГТ-1. Цей автомат задовольняє всі необхідні режими зварювання, які необхідні для зварювання корпусу колектора.

Джерела живлення для визначеного зварювального процесу вибирають за його технічними і експлуатаційними характеристиками, а також сервісними можливостями. Для зварювання корпусу будемо застосовувати випрямляч ВДУ-506 (рис. 2.6).

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика автомата А – 1406

Параметр	Значення
	з ВДУ – 506
Номинальна напруга мережі, В	380
Номинальний зварювальний струм, А при ТВ = 60%	500
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60...500
Кількість електродів, шт	1
Діаметр електродного дроту, мм:	
- суцільного	1,2...2,0 2,0...5,0
- порошкового	2,0...3,0
Межі плавного регулювання швидкості подачі електродного дроту, $\frac{м}{год}$	17...553
Вертикальне переміщення зварювальної головки:	
- хід, мм	500
- швидкість, $\frac{м}{год}$	29,4
Поперечне переміщення зварювальної головки:	
- хід, мм	$\pm 70$
- швидкість, $\frac{м}{год}$	ручне
Регулювання кута нахилу електрода (мундштука), град	$\pm 30$ ручне
Амплітуда коливання електрода при наплавленні порошковим дротом діаметром до 3 мм., мм	10...70
Маса, кг:	
- зварювальної головки	185
- джерела живлення	275

ВДУ-506 УЗ застосовують для комплектації однопостових автоматів і напівавтоматів.

Технічні характеристики ВДУ-506 представлено у таблиці 2.7 [12].

Приварювання патрубків і фланців будем виконувати за допомогою напівавтомату типу ПДГ-252 (рис. 2.8).

Напівавтомат ПДГ-252 призначений для зварювання на постійному струмі в захисних газах. Технічну характеристику подано в таблиці 2.8.[13]





Рис. 2.6 – Зварювальний випрямляч ВДУ – 506

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики випрямляча ВДУ – 506

Найменування параметру	Норма
Номинальна напруга мережі трифазного змінного струму В	220 або 380
Номинальна частота, Гц	50
Первинна потужність, кВА, не більше	40
Первинний струм, А, не більше:	105
-при виконанні на 220 V	62
-при виконанні на 380 V	
Напруга холостого ходу, В, не більше	85
Номинальна робоча напруга, В	50
-для жорстких зовнішніх характеристик	46
-для падаючих зовнішніх характеристик	
Номинальний зварювальний струм, А	500
Межі регулювання зварювального струму, А:	60÷500
-для жорстких зовнішніх характеристик	50÷500
-для падаючих зовнішніх характеристик	
Тривалість циклу зварювання, хв.	10
Відношення тривалості включення навантаження до тривалості циклу зварювання, (ПВ),%	60
Коефіцієнт корисної дії,%, не менше	79
Рівень звуку на опорному радіусі 3 м, dBA, не більше	85
Крутизна нахилу жорстких зовнішніх характеристик, В / А, не більше	0,03
Габарити (довжина x ширина x висота), мм, не більше	830×620×1080
Маса, кг, не більше	300



Рис. 2.8 – Напівавтомат ПДГ-252

Таблиця 2.8 – Технічна характеристика напівавтомата ПДГ-252

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

Переваги зварювального напівавтомата:

- ✓ плавне регулювання подачі дроту;
- ✓ регулювання напруги на дузі - ступінчасте;
- ✓ наявність термозахисту;
- ✓ швидко-роз'ємні зварювальні рукави;
- ✓ комплектується німецьким пальником фірми «Binzel»;
- ✓ працює на двох режимах: зварювання коротких швів і електродуговими заклепками .

Кріпильні опори до корпусу колектора також приварюються за допомогою напівавтомата ПДГ-252.

### 2.3 Вибір методу контролю якості виробу

Вибір контролю якості залежить від самої зварної конструкції. Оцінку зварних з'єднань корпусу колектора проводимо ультразвуковою дефектоскопією.

Даний метод застосовують для виявлення у швах непроварів, тріщин, несплавлень, пор і жужільних включень, розміри яких перебувають у межах чутливості методу. Характер дефектів і їхніх дійсних розмірів не визначаються. Метод контролю здійснюють відповідно до вимог Держстандарту і з обліком діючих галузевих стандартів на ультразвукову дефектоскопію [14].

Ультразвуковому контролю підлягають зварні з'єднання з повним проплавленням елементів, що зварюються, які задовільняють вимоги дефектоскопії, коли:

- ✓ співвідношення ширини валика (розмірів катетів у кутових, таврових і напусткових) у стикових з'єднаннях і товщини металу в з'єднанні забезпечує можливість прозвучування всього перерізу шва акустичною віссю ультразвукового променя;
- ✓ є вільний доступ до пришовної зони (зоні контролю) контрольованої ділянки шва по обидва боки однієї площини стикового з'єднання .

- ✓ з протилежної поверхні листів у зоні контролю відсутні приварені монтажні елементи, а також вм'ятини, подрізи і бризки металу, які можуть привести до відбиття від них ультразвукових коливань;
- ✓ радіус кривизни листів, що зварюються, у будь-якому перерізі не менше 500 мм.

Ультразвуковий контроль може проводитися слідом за зварюванням після охолодження металу в зоні переміщення перетворювача нижче 60°C і як правило, при температурі не нижче 5°C.

Для ультразвукового контролю повинна застосовуватися апаратура, що включає:

- імпульсний дефектоскоп;
- перетворювачі;
- стандартні зразки;
- допоміжні пристрої й пристосування для дотримання заданих параметрів сканування;
- спеціальні перетворювачі й допоміжні пристосування й шкали для виміру характеристик виявлених дефектів з метою ідентифікації їх по класах.

Допускається застосування перетворювачів, виготовлених на підприємстві й атестованих у встановленому порядку, а також закордонної апаратури з технічними характеристиками, що відповідають вітчизняній апаратурі й минулій атестації у встановленому порядку.

Дефектоскопи повинні працювати в імпульсному режимі. Частота випромінюваних пружних коливань повинна становити  $2,5\text{МГц} \pm 10\%$ . Динамічний діапазон зміни амплітуди ехо-сигнала на вході дефектоскопа, спостережуваного на індикаторі (екрані електронно-променевої трубки), повинен бути не менше 10 дБ.

Допускається застосовувати дефектоскопи з перетворювачами, що випромінюють пружні коливання із частотою 1,8 і 5 МГц. Дефектоскопи повинні мати атенюатор із ціною поділки не більше 2 дБ, звуковий індикатор, гучність звуку якого пропорційна амплітуді прийнятого ехо-сигнала, і глибиномір для визначення координат розташування виявлених відбивачів.

На корпусі перетворювачів повинна бути нанесена влучна, що відповідає проєкції крапки виходу променя на бічну площину перетворювача. Відхилення мітки від проєктного положення не повинне перевищувати 1 мм. Кут уведення променя не повинен відрізнятися від номінального значення, зазначеного в інструкціях (технологічних картах) на контроль більш ніж на  $\pm 2^\circ$ .

Для проведення ультразвукового контролю будемо застосовувати ультразвуковий дефектоскоп УД2В-П45 (рис. 2.9).



Рис. 2.9 – Ультразвуковий дефектоскоп УД2В-П45.

## 2.4 Опис запропонованого технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення корпусу колектора здійснюється в наступній послідовності:

- 1) поступлення листів ВСтЗ в цех з наступним правлінням та розміткою;
- 2) різка на відповідні розміри та очищення їх до металічного блиску;
- 3) вальцювання листів в циліндричну та конічну частини, а також вальцювання патрубків;

- 4) зварювання повздовжнього шва конічної, циліндричної частини та патрубків;
- 5) збирання та зварювання частин в корпус;
- 6) вирізка отворів в корпусі;
- 7) приварювання фланців до патрубків;
- 8) приварювання патрубків з фланцями до корпусу;
- 9) приварювання фланців до конічної та циліндричної частин корпусу;
- 10) виготовлення опори з листів;
- 11) приварювання опори до корпусу;
- 12) контроль якості корпусу колектора.

Для виготовлення корпусу колектора листовий прокат розмірами 4x670x2000 потупає на місце складання листів в складально-зварювальну дільницю. Листи транспортуються мостовим краном і проводять правлення. Схема правлення листів показано на рис. 2.10. Правлення листового металопрокату проводять за допомогою листопрямильної машини типу Vendmak BPSM 20/18 [15] (рис. 2.11)

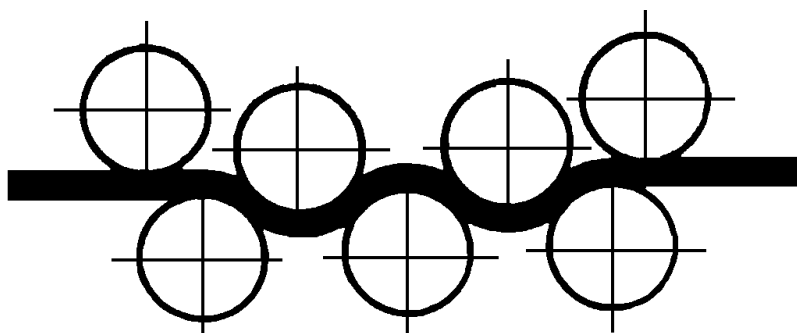


Рис. 2.10 – Схема правлення листів



Рис. 2.11 – Загальний вигляд листопрямильної машини Vendmak BPSM 20/18

Наступним етапом є розмітка листів (рис 2.12) з наступною механічною порізкою їх на гільйотинних ножицях Yangli MS7 (рис 2.13 та 2.14). Технічна характеристика ножиць приведена в таблиці 2.9 [16].

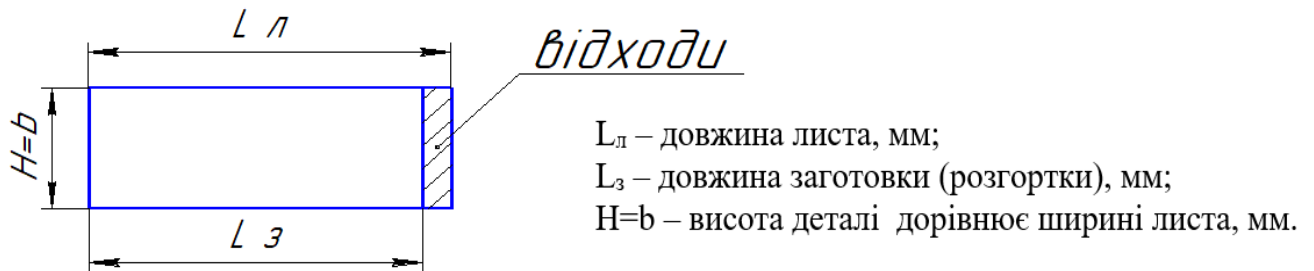


Рис. 2.12 – Схема розмітки листів

Гільйотинні ножиці призначені для вирубування листового прокату товщиною до 6 мм та довжиною до 2500 мм.[16]

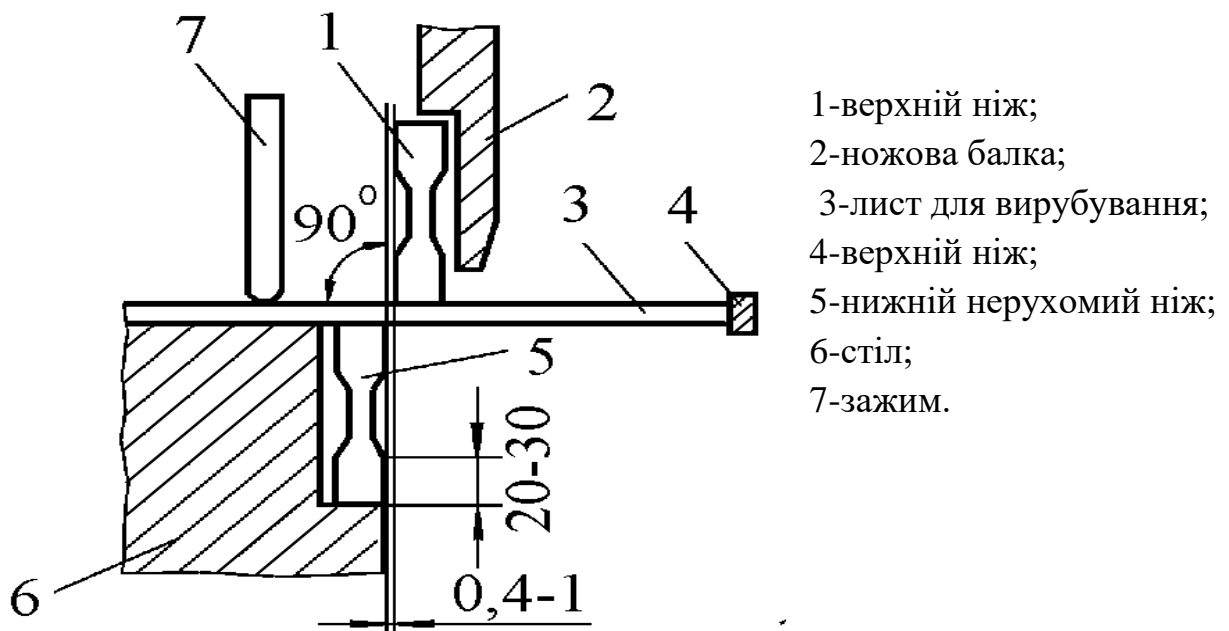


Рис. 2.13 – Схема гільйотинних ножиць



Рис. 2.14 Загальний вигляд гільйотинних ножиць типу Yangli MS7

Таблиця 2.9 Технічна характеристика ножиць типу Yangli MS7

Параметр	Од. вимір.	MS7
Товщина різь	мм	6
Ширина різь	мм	2500
Разів в хвилину	хв-1	$\geq 20$
Кут різь	град	$1^{\circ}30''$
Довжина заднього упору	мм	800
Швидкість переміщення заднього упору	мм/с	150
Точність позиціонування заднього упору	мм	$\pm 0.15$
Об'єм масляного бака	л	260
Вага	кг	4800
Габаритні розміри д*ш*в	мм	3130×1570×1600

Краї заготовок зачищаються від окалини, масла, бруду до металевих блиску.

Вирізані заготовки вальцюють на вальцях (рис 2.15) і прихоплюються за допомогою напівавтоматичного зварювання.



Рис. 2.15. – Вальцювання листового прокату [17]



Процес згинання (вальцювання) виконуємо на трьохвалковій листозгинальній машині FACFIN з підгинанням двох сторін. Загальний вигляд показаний на рис. 2.16. За допомогою даної машини можна досягнути різну форму заготовок: круглу, овальну, поліцентричну, усічений конус.



Рис. 2.16. – Загальний вигляд листозгинальної машини FACFIN [17]

Зварювання повздовжнього шва циліндричної та конічної частини корпусу проходить за допомогою зварювального автомата А-1406 в середовищі  $\text{CO}_2$ , який кріпиться на глагольному візку ГТ-1. Далі готові частини корпусу складаються, центруються та прихоплюються з наступним зварюванням тим же зварювальним автоматом А-1406 в середовищі  $\text{CO}_2$ .

Прихоплені деталі обертаються із швидкістю зварювання за допомогою роликового стенду.

До циліндричної частини корпусу приварюють фланець зварювальним автоматом А-1406 в середовищі  $\text{CO}_2$ .

В циліндричній частині корпусу вирізаються 4 отвори плазмовою різкою. Приварюють фланці до патрубків, а патрубки відповідно до корпусу, за допомогою напівавтомату, які центруються магнітними кутниками.

Опора виготовляється із кутника ВСт3 та приварюється до корпусу напівавтоматичним зварюванням.

Кінцевою операцією є контроль якості зварних швів корпусу колектора.

## 2.4 Нормування витрат зварювальних матеріалів

З метою визначення у ефективності правильного вибору способів зварювання та економії зварювальних матеріалів проведемо розрахунок їх витрат на зварювання одного корпусу колектора. Розрахунок проводимо згідно із ДСТУ 3159-95 [18].

Так, як при зварюванні корпусу колектора застосовується три типи зварних швів, загальною кількістю 12 шт. Тому проведемо розрахунок витрат на кожен зварний шов.

1) стиковий шов N1.

З таблиці (2.3) витрата  $\text{CO}_2$  при  $I_{зв}=220$  А становить 15л/хв.

Повна витрата газу:

$$G_{\Gamma} = V_{\Gamma} \cdot t_0 \quad (2.10)$$

де  $V_{\Gamma}$ - витрата газу становить 20л/хв,  $t_0$ -час зварювання, хв.

$$G_{\Gamma} = 15 \cdot 1,15 = 204 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{\text{др}} = G_{\text{н}} \cdot (1 + 0,15) , \text{ г} \quad (2.11)$$

де,  $G_{\text{н}}$  - маса наплавленого металу, г.

$$G_{\text{др}} = 30 \cdot (1 + 0,15) = 34,5\text{г}$$

2) Стиковий шов N2.

Витрата захисного газу становить 15л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_{\Gamma} = 15 \cdot 2 = 30 \text{ л}$$

Витрата електродного дроту:

$$G_{\text{др}} = 50,5 \cdot (1 + 0,15) = 58 \text{ г}$$

3) Стиковий шов N3:

Витрата газу становить 15л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_{\Gamma} = 15 \cdot 7,4 = 111 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{др} = 190 \cdot (1 + 0,15) = 218,5 \text{ г}$$

4) Напусткове з'єднання N4, №5 типу H1:

Витрата газу становить 15л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_{г} = 15 \cdot 6 = 90 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{др} = 157 \cdot (1 + 0,15) = 180,5 \text{ г}$$

5) Напусткове з'єднання N6 типу H1:

Витрата газу становить 15л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_{г} = 15 \cdot 7,4 = 111 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{др} = 190 \cdot (1 + 0,15) = 218,5 \text{ г}$$

6) Таврового з'єднання N7 типу T1 Δ4:

Витрата газу становить 15л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_{г} = 15 \cdot 7,4 = 111 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{др} = 190 \cdot (1 + 0,15) = 218,5 \text{ г}$$

7) Стикове з'єднання N8 типу C2:

Витрата газу при  $I_{зв}=160 \text{ А}$  становить 10 л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_{г} = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{др} = 15 \cdot (1 + 0,15) = 17,25 \text{ г}$$

При виготовленні корпусу колектора застосовують 4 шви N8, отже:

$$G_{др} = 4 \cdot 17,25 = 69 \text{ г}$$

$$G_r = 4 \cdot 5 = 20 \text{ л}$$

8) Напусткове з'єднання N9 типу H1:

Витрата газу становить 10 л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_r = 10 \cdot 4,5 = 45 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{др} = 70,5 \cdot (1 + 0,15) = 81 \text{ г}$$

При виготовленні застосовують 4 шви N9, отже:

$$G_{др} = 4 \cdot 81 = 324 \text{ г}$$

$$G_r = 4 \cdot 45 = 180 \text{ л}$$

9) Таврове з'єднання N10 типу T2 Δ4 :

Витрата газу становить 10 л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_r = 10 \cdot 4,5 = 45 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{др} = 70,5 \cdot (1 + 0,15) = 81 \text{ г}$$

При виготовленні застосовують 4 шви N10, отже:

$$G_{др} = 4 \cdot 81 = 324 \text{ г}$$

$$G_r = 4 \cdot 45 = 180 \text{ л}$$

10) Таврове з'єднання N11 типу T2 Δ4 :

Витрата газу становить 10 л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_r = 10 \cdot 4,5 = 45 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{др} = 70,5 \cdot (1 + 0,15) = 81 \text{ г}$$

При виготовленні застосовують 4 шви N11, отже:

$$G_{др} = 4 \cdot 81 = 324 \text{ г}$$

$$G_r = 4 \cdot 45 = 180 \text{ л}$$

11) Таврове з'єднання N12 типу T2 Δ4 :

Витрата газу становить 10 л/хв.

Повна витрата газу, л:

$$G_{\Gamma} = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ л}$$

Витрата дроту:

$$G_{\text{др}} = 4 \cdot (1 + 0,15) = 5 \text{ г}$$

При виготовленні застосовують 4 шви N12, отже:

$$G_{\text{др}} = 4 \cdot 5 = 20 \text{ г}$$

$$G_{\Gamma} = 4 \cdot 2 = 8 \text{ л}$$

Загальні витрати зварювальних матеріалів на виготовлення одного корпусу колектора приведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Витрати дроту та захисного газу на один виріб

Назва зварювального матеріалу	Одиниця вимірювання	Витрата матеріалу
зварювальний дріт Св – <b>08Г2С</b>	кг	2,17
вуглекислого газу	л	1315

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1 Вибір зварювальних пристосувань

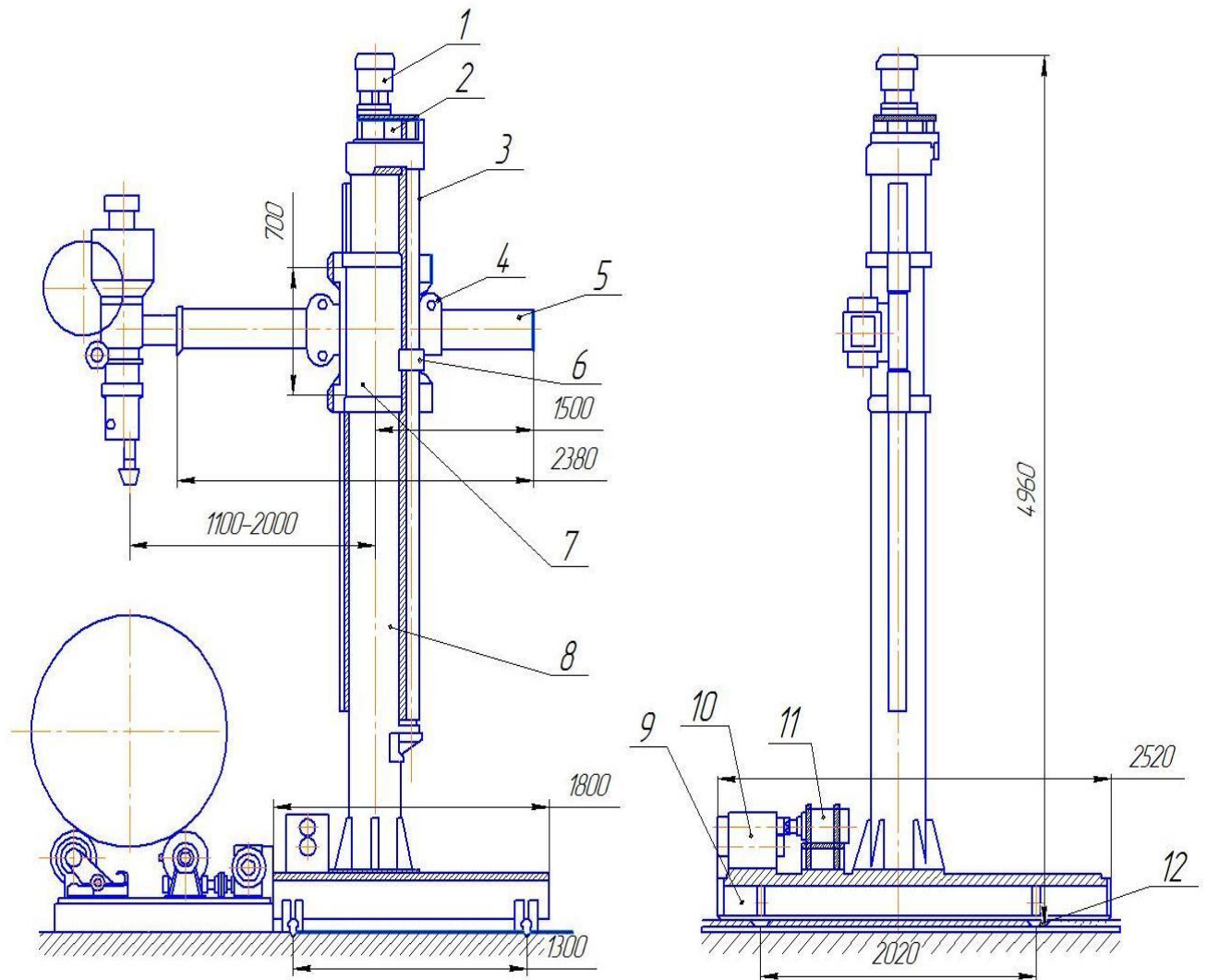
При виготовленні корпусу колектора потрібно використовувати зварювальну оснастку. При правильному виборі оснастки збільшується продуктивність праці, зменшується час на виготовлення продукції, автоматизується процес зварювання.

Для зварювання корпусної частини колектора використовується зварювальний автомат А-1406. Тому, для переміщення автомата з швидкістю зварювання, як кільцевих так і повздовжніх швів вибираємо глгольний візок ГТ-1. Переміщення візка здійснюється за допомогою катків 12, електродвигуном 11, через редуктор. Візок може переміщатися з робочою і маршевою швидкостями. Робоча швидкість міняється зміною числа оборотів електродвигуна постійного струму. Швидкість зварювання перемикається на маршеву за допомогою електромагнітної муфти. Каретка переміщається вертикально за допомогою направляючих розташованих на стійки. Горизонтальне переміщення консолі по направляючій 4, здійснюється від електродвигуна, через двоступінчасту передачу.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика ГТ-1 [19]

Назва параметру	Величина параметру
Висота рівня зварювання, мм	700-2700
Виліт консолі від осі колони до осі електроду, мм	900-2000
Швидкість переміщення візка	
Робоча, м/хв	19-77
Маршева, м/хв	13
Швидкість горизонтального переміщення консолі, м/хв	1
Швидкість підймання/опускання консолі, м/хв	2
Габаритні розміри (ДхШхВ), мм	1800x3000x3960
Маса, кг	2230

Загальний вигляд візка ГТ-1 показаний на рис. 3.1. Технічна характеристика ГТ-1 наведена в таблиці 3.1. [19]



1-електродвигун, 2- двоступінчаста зубчата передача , 3- ходовий гвинт, 4- напрямна, 5- консоль , 6-гайка ,7- каретка ,8- стояк ,9-платформа ,10 - редуктор ,11- електродвигун, 12- катки .

Рис. 3.1 – Схема візка типу ГТ-1

Зварювання кільцевих швів здійснюємо за допомогою роликового обертача.

Роликові обертачі застосовують для обертання виробу в процесі зварювання із заданою швидкістю. Їх також застосовують для встановлення конструкції у зручне для зварювання положення. Схему обертача для конічних конструкцій показано на рис. 3.2. [1]

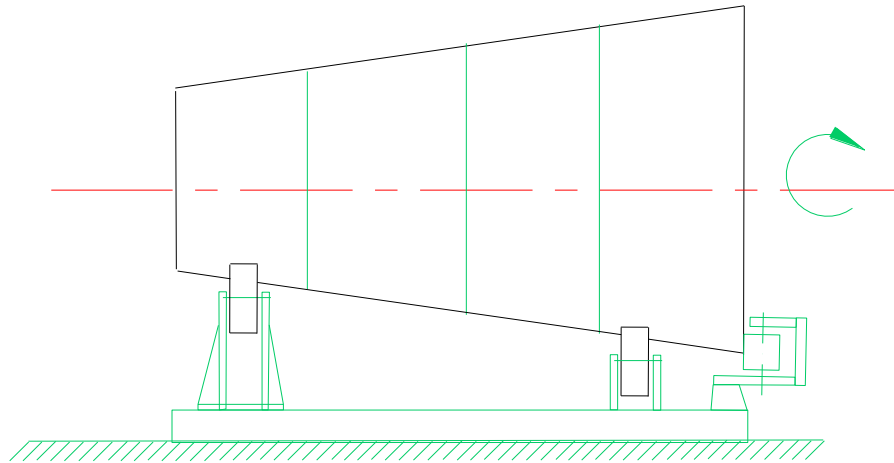


Рис. 3.2 - Роликовий обертач

Схема обертача представлена на рис. 3.3. Такий обертач використовується для конструкцій із довжиною від 100 до 10000 мм.

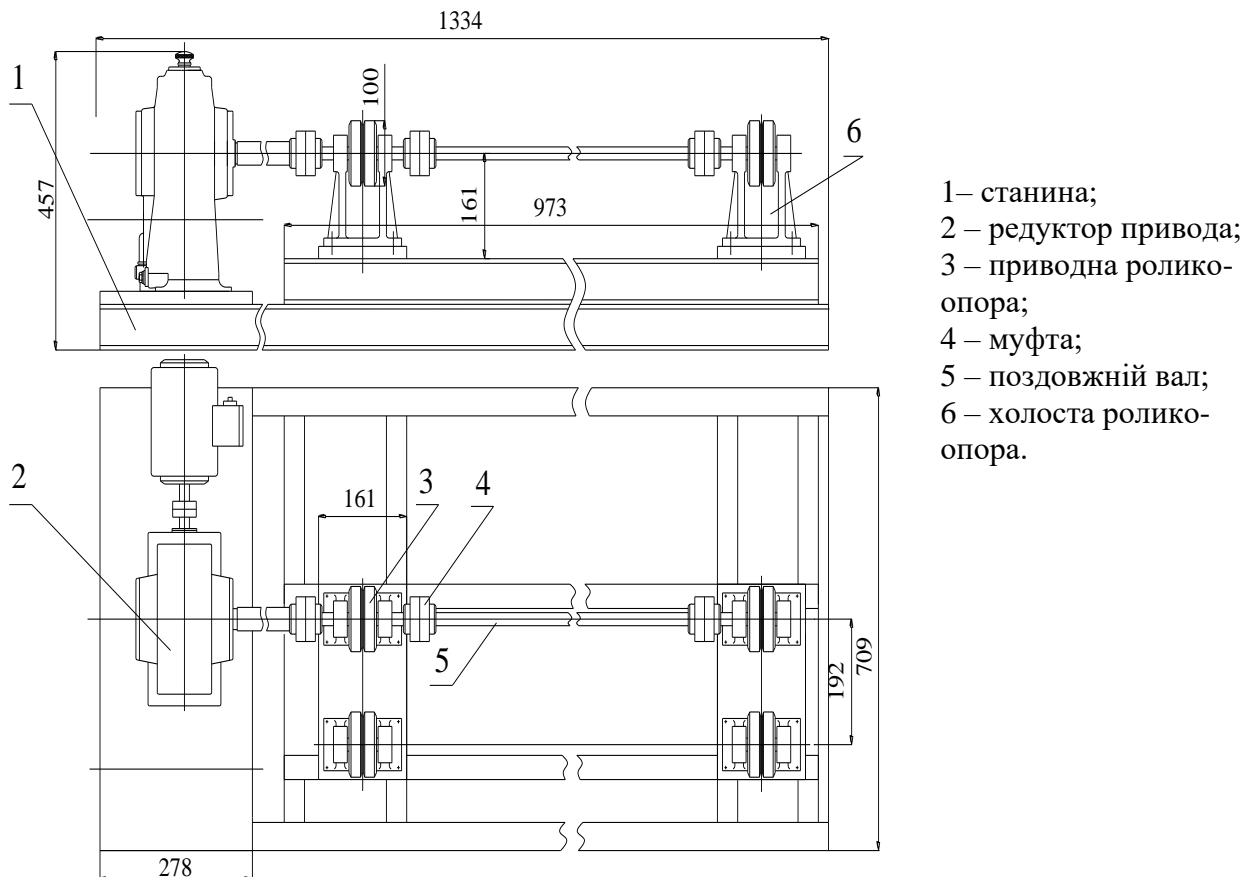


Рис. 3.3 - Схема роликового обертача.



Для приварювання патрубків до корпусу використаєм маніпулятор типу RWP ARCHER 144.621 HST (рис 3.4) [20].



Рис. 3.4 – Загальний вигляд маніпулятора [20]

На маніпуляторі фіксують корпус колектора та приварюють патрубки. Маніпулятор обертає корпус в зручне для зварювальника положення. Після завершення операцій готову конструкцію знімають з маніпулятора і подають на контроль якості. Також крім зварювання маніпулятор дозволяє провести техогляд та провести технічну діагностику. Технічна характеристика RWP ARCHER 144.621 HST наведена в таблиці 3.1. [20]

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика RWP ARCHER 144.621 HST

<b>Технічні характеристики</b>	
Маса, кг	400 кг
Габаритні розміри ВхШхГ	885 x 1599 x 1338 мм
Діапазон швидкості для машини Mk.II	від 0,02-5,3 об / хв
Джерело живлення	3 x 400В /Н /РЕ /50Гц
Крутний момент на валу шпинделя для машини Mk.I	87,3 Нм
Максимальне робоче навантаження	620 кг
Модель	RWP 144.621
Нахил у вертикальній площині	Двигун
Отвір у шпинделі	144 мм
Рекомендована план-шайба	ø800 мм
Відповідний універсальний патрон	ø400 мм

### 3.2 Розрахунок і проектування елементів пристосувань

З метою забезпечення точності складання корпусу колектора, а саме звареної обичайки з днищем, проведемо проектування і розрахунок затискного пристрою. Так, як обичайка закріплюється в нахиленому зварювальному маніпуляторі, а днище встановлюється з боку (рис. 3.5) то необхідно провести розрахунок затискного пристрою. Розрахунок проведемо згідно літератури [21].

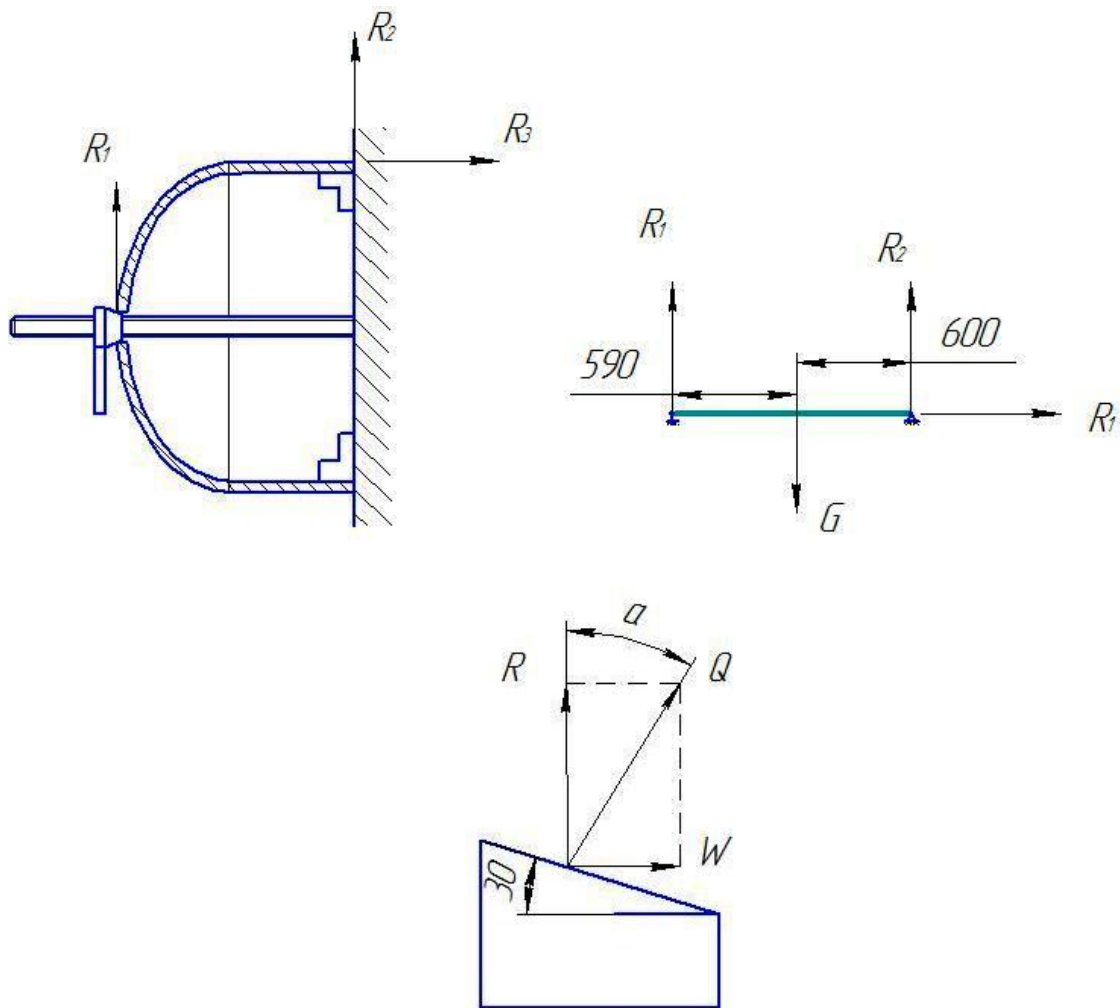


Рис. 3.5 - Розрахункові схеми

Опорні реакції:

$$\sum F_x = 0; R_3 = 0;$$

$$\sum F_y = 0; R_1 + R_2 - F = 0;$$

$$\sum M_a = 0; F \cdot 590 - R_1 \cdot 1190 = 0;$$

$$R_1 = \frac{17000 \cdot 600}{1190} = 7563,025 \text{ Н};$$

$$R_2 = \frac{17000 \cdot 590}{1190} = 7436,976 \text{ Н};$$

Складаємо статичне рівняння [21]:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_1) + W \cdot \operatorname{tg}(\varphi_2) \quad (3.1)$$

де  $Q$  – сила, що прикладена до гайки, Н;

$W$  – сила притиску, (Н), Н;

$\varphi_1$  – кут тертя на нахиленій площині, град;

$\varphi_2$  – кут тертя на горизонтальній площині, град.

$\alpha$  – кут скосу гайки ( $30^\circ$ ), град.

$$\operatorname{tg}(\varphi_1) = \operatorname{tg}(\varphi_2) = f, \varphi_1 = \varphi_2 = 5^\circ 50';$$

де  $f = 0,15$  – коефіцієнт тертя ковзання;

$$W = R_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) = 7563,025 \cdot \operatorname{tg}(30^\circ) = 4386,554 \text{ Н.}$$

Сила затиску:

$$Q = 4386,554 \cdot \operatorname{tg}(30^\circ + 5^\circ 50') + 4386,554 \cdot \operatorname{tg}(5^\circ 50') = 2921,445 \text{ Н};$$

Момент буде рівний:

$$M = R_1 \cdot L, \quad (3.2)$$

де  $L$  – довжина шпильки, мм.

Розрахуємо напруження які виникають у шпильці від дії сил затиску;

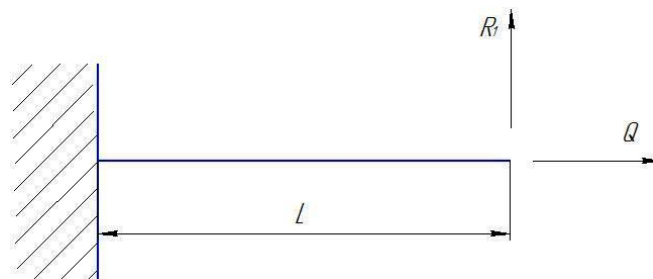


Рис. 3.6 – Розрахункова схема

$$\sigma_{роз} = \frac{Q}{A} + \frac{M}{W_{on}} \leq [\sigma], \quad (3.3)$$

де  $Q$  – сила, яка діє на шпильку, Н;

$A$  – площа поперечного перерізу,  $\text{мм}^2$ .

$M$  – момент, який виникає від дій сил,  $\text{Н} \cdot \text{мм}$ ;

$W_{\text{оп}}$  – полярний момент опору,  $\text{мм}^3$ .

$[\sigma]$  – допустиме напруження, МПа (160МПа).

$$M = 1941,17 \cdot 1190 = 8999999,75 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

$$A = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3.4)$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32}, \quad (3.5)$$

Отже діаметр шпильки буде рівний

$$[\sigma] = \frac{4 \cdot 2921,445}{\pi \cdot d^2} + \frac{8999999,75 \cdot 32}{\pi \cdot d^3},$$

Приймаємо  $d = 83,376 \text{ мм}$ .

Напруження менші за допустимі (160МПа).

Розрахуємо різьбу шпильки.

Вибираємо різьбу з М85 наступними параметрами:

крок різьби  $p = 1,5 \text{ мм}$ ;

номінальний діаметр  $d = 85 \text{ мм}$ ;

внутрішній діаметр  $d_1 = 83,376 \text{ мм}$ ;

середній діаметр  $d_2 = 84,026 \text{ мм}$ .

Знаходимо висоту гайки:

$$H = \frac{n \cdot p}{m} \quad (3.6)$$

де  $n$  – кількість витків;

$m$  – число заходів різьби.

Приймаємо  $m = 1$

Визначаємо число витків у гайці:

$$n = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot (d^2 - d_1^2) \cdot p}, \quad (3.7)$$

$$n = \frac{2921,445}{\frac{\pi}{4} \cdot (85^2 - 83,376^2) \cdot 1,5} \approx 10$$

$$H = \frac{10 \cdot 1,5}{1} = 15 \text{ мм.}$$

Розрахунковий тиск у контакті витків передачі:

$$P_1 = \frac{F}{\pi \cdot d_2 \cdot H_1 \cdot n'} \quad (3.8)$$

де  $F$  – осьова сила,  $F = 292,445 \text{ Н}$ ;

$H_1$  – робоча висота профілю різьби, мм.

Визначаємо  $H_1$ :

$$H_1 = 0,75 \cdot p; \quad (3.9)$$

$$H_1 = 0,75 \cdot 1,5 = 1,125 \text{ мм.}$$

$$P_1 = \frac{2921,445}{\pi \cdot 84,026 \cdot 1,125 \cdot 10} = 0,984 \text{ МПа.}$$

Проведемо розрахунок гайки за напруженнями зрізу у витках:

$$\tau_{зр} \leq [\tau]_{зр}, \quad (3.10)$$

де  $\tau_{зр}$  – робочі напруження зрізу, МПа;

$[\tau]_{зр}$  – допустимі напруження зрізу,  $[\tau]_{зр} = 96 \text{ МПа}$ .

$$\tau_{зр} = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot H \cdot k}, \quad (3.11)$$

де  $k$  – коефіцієнт повноти різьби,  $k = 0,5$ ;

$d$  – номінальний діаметр різьби, мм.

$$\tau_{зр} = \frac{2921,445}{\pi \cdot 85 \cdot 15 \cdot 0,5} = 1,459 \text{ МПа.}$$

Умова виконується.

Розрахуємо закріплення на планшайбі.

Знайдемо силу затяжки болта:

$$Q = \frac{P}{f} = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot [\sigma_p] \quad (3.12)$$

де  $Q$  – сила затяжки болта, МПа;

$d_1$  – внутрішній діаметр різьби, мм.

Підберемо діаметри болтів з умови зрізуючої сили

$$d_1 = \sqrt{\frac{4P}{\pi \cdot [\tau_{зр}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 7436,476}{3,14 \cdot 78}} = 11,02 \text{ мм.}$$

Обираємо болт М14

Зовнішній діаметр болта рівний 14 мм.

$$Q = \frac{\pi \cdot 11,835^2}{4} \cdot 160 = 17592,443 \text{ Н.}$$

$$[\tau_{зр}] \cdot \frac{\pi d^2}{4} \geq P \quad (3.13)$$

де  $[\tau_{зр}]$  – допустиме напруження на зріз,  $[\tau_{зр}] = 0,2 \div 0,3 \cdot \sigma_T$ , МПа.  
( $\sigma_T$  - "границя текучості металу", для Ст3 240 МПа).

$$[\tau_{зр}] = 0,3 \cdot 240 = 78 \text{ МПа.}$$

На зминання болт розраховується за наступною формулою:

$$d \cdot h \cdot [\sigma_{зм}] \geq P, \quad (3.14)$$

де  $d$  – діаметр болта, мм.

$h$  – висота ділянки зминання, мм.

$[\sigma_{зм}]$  напруження на зминання ( $[\sigma_{зм}] = (2 \div 2,5)[\sigma_u] = 2 \cdot 160 = 320$ ), МПа.

звідки:

$$h = \frac{P}{d \cdot [\sigma_{зм}]} = \frac{7436,476}{8 \cdot 320} = 1,938 \text{ мм.}$$

Вибираємо різьбу з наступними параметрами:

крок різьби  $p = 2$  мм;

номінальний діаметр  $d = 14$  мм;

внутрішній діаметр  $d_1 = 11,835$  мм;

середній діаметр  $d_2 = 12,701$  мм.

Визначаємо число витків у гайці:

$$n = \frac{17592,443}{\frac{\pi}{4} \cdot (14^2 - 11,835^2) \cdot 2} \approx 20.$$

Різьба двох – західна  $m = 2$

$$H = \frac{20 \cdot 1}{2} = 10 \text{ мм.}$$

Визначаємо  $H1$ :

$$H1 = 1,082 \text{ мм.}$$

Знаходимо розрахунковий тиск у контактi виткiв передач

$$P_1 = \frac{17592,443}{\pi \cdot 11,837 \cdot 1,082 \cdot 10} = 43,745 \text{ МПа.}$$

$$P_1 = 43,745 \text{ МПа} < [P] = 160 \text{ МПа.}$$

Проведемо розрахунок гайки за напруженнями зрізу у витках.

$$\tau_{зр} \leq [\tau]_{зр}, \quad (3.15)$$

де  $\tau_{зр}$  – робочі напруження зрізу, МПа;

$[\tau]_{зр}$  – допустимі напруження зрізу,  $[\tau]_{зр} = 96$  МПа.

$$\tau_{зр} = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot H \cdot k}, \quad (3.16)$$

де  $k$  – коефіцієнт повноти різьби,  $k = 0,5$ ;

$d$  – номінальний діаметр різьби, мм.

$$\tau_{зр} = \frac{7436,476}{\pi \cdot 14 \cdot 10 \cdot 0,5} = 33,833 \text{ МПа.}$$

$$\tau_{зр} = 33,833 \text{ МПа} < [\tau]_{зр} = 96 \text{ МПа}$$

Розміри тримачів:

$$b = 2d, \quad (3.17)$$

$$b = 2 \cdot 14 = 24 \text{ мм.}$$

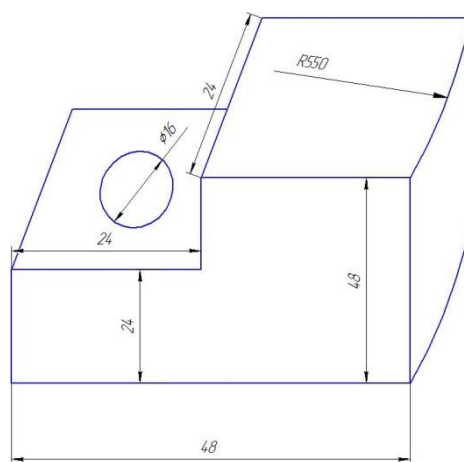


Рис. 3.7 - Тримач



## 4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

### 4.1 Аналіз потенційних небезпек та шкідливих факторів виробничого середовища

Процес виготовлення містить ряд технологічних операцій, які мають потенційну небезпеку та шкідливі фактори і які можуть загрожувати здоров'ю працівника.

Технологічний процес виготовлення вимагає порізки листів на гільйотинних ножицях, які транспортуються за допомогою мостового крана; зварювання циліндричної та конічної частини корпусу та приварювання до них фланців автоматичним зварюванням в середовищі CO<sub>2</sub>; вирізка отворів в корпусі повітряно-плазмовою різанням; приварювання патрубків зварюванням в середовищі CO<sub>2</sub>; приварювання опори до корпусу.

Так, під час виготовлення колектора, на робочому місці виникають забрудненість та загазованість повітря, підвищений рівень шуму, облучення ультрафіолетовими променями, можливі опіки, удари, прижими. Тому, потрібно дотримуватись правил техніки безпеки та експлуатації обладнання. Аналіз та характеристика потенційно небезпечних виробничих факторів та їх допустимі значення показано в табл.4.1. [22]

Таблиця 4.1-Аналіз потенційних небезпек виробничих факторів

Джерела небезпек	Характеристика потенційних небезпечних виробничих факторів та їх допустимі значення
Мостовий кран двох-балочний (Q=16т). Тип двигуна МТН512-6, N=55кВт	Знаходження працівника у зоні можливого падіння вантажу, удари від подавальних пристроїв
Різка на гільйотинних ножицях	Рівень звукової потужності при f=125Гц L <sub>p</sub> =100 дБ, фактичний L <sub>p</sub> =115-120 дБ, незахищені струмоведучі частини

## продовження таблиці 4.1

Автоматичне зварювання в середовищі газу CO <sub>2</sub> . Зварювальний автомат А-1406. N=550Вт.Випрямляч ВДУ-506. N=57кВт	Виділення окислу марганцю 0,11-0,7мг/м <sup>3</sup> , допустимий 2,5 мг/м <sup>3</sup> . Високий струм до 500 А. Висока напруга 380 В. Рівень звукової потужності L <sub>p</sub> =108 дБ при f=125Гц
Напівавтоматичне зварювання в середовищі аргону і вуглекислого газу. Напівавтомат ПДГ-252. N=30кВт	Виділення окислів марганцю 0,2-1,8 г/кг, метану (допустимий 0,3мг/м <sup>3</sup> , хрому0,02-2 г(допустима 1мг/м <sup>3</sup> ), окислу вуглецю2,7г/кг (допустимий 20 мг/м <sup>3</sup> Високий струм до 250А, висока напруга 380 В. Інфрачервоне випромінювання 140 Вт/м <sup>2</sup> до 25% тіла, ультрафіолетове випромінювання при λ=280 - 315 нм допустима величина 0,05 Вт/м <sup>2</sup> , фактична 8 Вт/м <sup>2</sup>
Повітряно-плазмове різання N=15кВт	Висока температура плазми 6000-2000°С. Допустимий рівень звукової потужності L <sub>p</sub> =100 дБ при f=125 Гц. Ультрафіолетове випромінювання при λ=280-315 нм допустима величина 0,05 Вт/м <sup>2</sup> , інфрачервоне випромінювання 140 Вт/м <sup>3</sup> [20]. Випари окислу марганцю - 0,3 мг/м <sup>3</sup> , хрому- 0,5 мг/м <sup>3</sup>

При зварюванні корпусу колектора використовуються різні види зварювання, при яких виділяються шкідливі речовини, які негативно впливають на здоров'я людини та навколишнє середовище. Тому при зварюванні необхідно користуватися санітарно-гігієнічними вимогами до повітря робочої зони [23]. Інтенсивність виділення шкідливих газів залежить від способу зварювання, марки зварювальних матеріалів і зварюваного металу.

#### 4.2 Забезпечення нормальних умов праці

Для забезпечення нормальних умов праці необхідний розрахунок потреби санітарно-побутових приміщень. Всі виробничі приміщення повинні

використовуватися тільки за призначенням і мати проектно-технічну документацію.

В проходах між цехами і в приміщення для відпочинку розміщені установки з газованою водою. [24]

Метеорологічні умови виробничого середовища суттєво впливають на здоров'я людини, зокрема температура повітря, вологість відносна, швидкість руху повітря. Оптимальні значення метеорологічних умов в робочих зонах виробничих приміщень вказані у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2- Оптимальні значення метеорологічних умов в робочих зонах виробничих приміщень

Характеристика приміщень	Категорія важкості фізичних робіт	Період року	Температура, °С	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Розвантажувальна ділянка	Середньої важкості II-а	холодний теплий	24 21	60 60	0,2-0,3 0,2-0,4
Заготівельна ділянка	Середньої важкості	холодний теплий	24 21	60 60	0,2-0,3 0,2-0,4
Складально-зварювальна ділянка	Середньої важкості II-б	холодний теплий	20 22	60 60	0,2-0,4 0,2-0,5

Оскільки, при виготовленні колектора в повітря робочої зони потрапляють токсичні гази, пари, пил, тому в цеху використовується вентиляція. Вентиляція є головним засобом створення нормальних метеорологічних умов у робочій зоні. Система вентиляції забезпечує видалення з робочої зони шкідливих речовин у ході технологічного процесу. Характеристика штучної вентиляції наведена в таблиці 4.3 відповідно ДБН В.2.5-64:2012 «Опалення, вентиляція і провітрювання».[25]

Таблиця 4.3- Характеристика штучної вентиляції

Приміщення	Тип вентиляції	Вентиляційне обладнання	Кратність повітрообміну
Складально-зварювальна ділянка	Припливно-витяжна	ВЦ 14-46 №4 N=1,1кВт W=1000хв <sup>-1</sup> Q=2250-3800м <sup>3</sup> /год	1-2

Для створення нормальних умов роботи у механічному цеху встановлюється значення мінімальної освітленості згідно санітарних норм і правил ДБН В.2.5-28:2006 «Природне і штучне освітлення».[26]

Правильно спроектоване і виконане виробниче освітлення покращує умови зорової роботи, запобігає втомлюваності, сприяє підвищенню продуктивності праці і якості робіт, виявляє позитивну технологічну дію на працюючого, підвищує безпеку праці і знижує травматизм на виробництві . Дані по освітленості складально-зварювальної дільниці наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Характеристика штучної освітленості робочих місць

Назва приміщення	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк				Тип світильника
		загальне освітлення	комбіноване	аварійне	евакуаційне	
Складально-зварювально дільниця	IV-й	300	500	12	0,5	ВЗГ-100

У ході виконання технологічного процесу присутній ряд шкідливих факторів як шум, вібрація, виділення шкідливих речовин, теплове і світлове випромінювання.

Дія шуму та вібрації зменшуються з використанням звуко-, вібропонижаючої оббивки, а також за допомогою індивідуального захисту.

Боротьба з тепловим випромінюванням здійснюється за допомогою теплоізоляції нагрітих поверхонь та екранування їх, використання захисного одягу, захисних окулярів, щитків та інших.

Для шкідливих речовин які виділяються у процесі зварювання використовується вентиляція та засоби індивідуального захисту.

При виготовленні корпусу колектора потрібно користуватися засобами індивідуального захисту.

### 4.3 Забезпечення безпеки технологічних процесів

Для забезпечення безпеки монтажу та експлуатації основного зварювального та допоміжного механічного обладнання, на складально-зварювальній дільниці з

виготовлення корпусів колектора передбачено ряд заходів:

- встановлення та монтаж установок виконують згідно з робочими кресленнями та монтажними планами;
- від ураження електричним струмом використовується захисні заземлення, захисні кожухи струмопідвідних частин обладнання;
- для захисту від світлового випромінювання ділянка зварювання обладнується огорожею, працюючим видається захисний одяг, маски, взуття та рукавиці;
- при експлуатації зварювального обладнання і електроустановок необхідно дотримуватися правил техніки безпеки.

Перевірку, монтаж і введення в експлуатацію зварювального автомата А-1406 проводять в спеціальних підрозділах, а не на робочих місцях. При цьому заздалегідь проводять підготовку до монтажу кожного вузла устаткування.

Перед введенням в експлуатацію нового зварювального автомата А-1406 необхідно провести ряд заходів. А саме, зняти консервуюче мастило з усіх вузлів комплексу, провести огляд кожного вузла і перевірити: усі кріпильні з'єднання і при необхідності їх підтягнути; опір ізоляції обмоток трансформатора джерела живлення і електроприводів, що входять до складу ходових візків, падаючих механізмів і т. д.; систему подачі газу.

Після закінчення огляду і проведення необхідних випробувань провести зборку або монтаж зварювального автомата А-1406 і перевірити його роботу в режимах холостого ходу і при роботі під навантаженням, а також при необхідності - в режимі короткого замикання; отримані дані зіставити з вказаними в технічному паспорті, оформити документацію на проведені випробування і здати по акту це устаткування в підрозділ, де воно експлуатуватиметься.

Профілактичні огляди проводять відповідно до інструкції з експлуатації зварювального автомата А-1406, затвердженою головним зварювальником, а за відсутності його - головним інженером підприємства. При проведенні профілактичних оглядів необхідно звертати увагу на стан джерела живлення ВДУ-506, зварювальних автоматів (А-1406), а також на стан заземлення устаткування,

надійності ізоляції зварювального кабелю і приєднувальних дротів. При виявленні різного роду забруднень, порушення ізоляції зварювального кабелю або опору контура заземлення необхідно зафіксувати виявлені дефекти в спеціальному журналі для профілактичних оглядів і повідомити адміністративне обличчя цього підрозділу.

Плановий ремонт зварювального автомата А-1406 полягає в огляді і заміні певних вузлів згідно інструкції по технічному обслуговуванню, що додається до паспорта підприємством-виробником. Ремонт зварювального автомата проводять спеціальні ремонтні підрозділи, що входять в підпорядкування головного енергетика, головного механіка або в окремих випадках головного зварювальника. Випробування зварювального автомата після ремонту повинні проводитися такими, що налагоджують. Допуск операторів-зварювальників до наладки і ремонту зварювального автомата А-1406 категорично забороняється. Періодичність планового ремонту повинна відповідати рекомендаціям заводу-виготівника зварювального автомата і виконуватися строго по затвердженому плану. У таблиці 4.5 наведені міри захисту від виявлених потенційних небезпек виробничих факторів.[22]

Також при виготовленні корпусу колектора на складально-зварювальній дільниці механічного цеху необхідно дотримуватися наступних вимог техніки безпеки :

- забороняється заземлювати окремі частини обладнання паралельно;
- кожний пристрій, який відноситься до заземлення повинен безпосередньо бути заземлений;
- робота на зварювальному обладнанні дозволяється при наявності надійного заземлення зварювального джерела, шафи живлення та самого автомата;
- застосовувати рубильники і перемикачі закритого типу;
- місце зварювання необхідно обгороджувати щитами;
- забороняється наявність біля місця зварювання легкозаймистих речовин;
- зварювальники можуть бути допущені до роботи після детального інструктажу з техніки безпеки;

- зварювальники повинні мати рукавиці, спецодяг та взуття;
- не заправляти куртку в штани, а штани в чоботи, не робити на спецодязі відкриті кишені;
- прикривати голову беретом або будь-яким головним убором без козирка;
- підключення, відключення та ремонт зварювального обладнання повинен проводити тільки наладчик;
- відповідальність за техніку безпеки на ділянці несе начальник ділянки або майстер .

Таблиця 4.5- Технічні міри захисту від виявлених потенційних небезпек виробничих факторів

Небезпечний фактор виробничого середовища	Проектний або вибраний захисний засіб	Технічна характеристика пристрою або захисту	Місце розміщення на плані або на обладнанні, час використання
Електротравматизм від струмопідвідних частин обладнання	Заземлення, подвійна ізоляція	Недоступність струмопідвідних частин. Відсутність небезпеки заземлення на корпус.	Постійне використання. При пошкодженій ізоляції дії заземлення
Пошкодження шкіри рук та очей стружкою металу	Захисне огороження, захисні окуляри; спецодяг, спец. рукавиці	Огороження повинно забезпечувати максимальний захист працюючих. Окуляри захисні з прямою вентиляцією	По всій довжині виробу. Постійне використання
Травми органів зору через випромінювання	Захисне огороження, використання засобів індивідуального захисту, світлофільтри	Огороження повинно забезпечувати максимальний захист працюючих	Навколо місця зварювання. Постійне використання
Отруєння шкідливими речовинами	Вентиляційні установки	Зниження рівня концентрації шкідливих речовин у робочій зоні до гранично допустимого	Біля джерела виділення шкідливих речовин . Використання під час проведення технологічних операцій

## ВИСНОВКИ

В роботі проведено вдосконалення технологічного процесу зварювання корпусу колектора, який складається із циліндричної, конічної частини фланців патрубків та опор. Для зварювання циліндричної, конічної частини та фланців запропоноване автоматичний спосіб зварювання в  $\text{CO}_2$ , для приварювання патрубків механізоване зварювання в  $\text{CO}_2$  та опори.

Відповідно до технології було підібрано основне зварювальне обладнання та складально-зварювальну оснастку. Для центрування циліндричної та конічної частини корпусу при зварюванні було використано магнітні кутники, які скоротять собівартість і час виготовлення корпусу.

Проведено аналіз потенційних небезпек і шкідливих факторів виробничого середовища та запропоновано заходи щодо забезпечення нормальних умов праці виготовленні корпусу колектора.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кривов Г.О Виробництво зварних конструкцій: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. – К.: КВЦ, 2012. – 896 с.
2. <http://www.maxaero.by/katalog-produkcii/sobstvennoe-proizvodstvo/ventilyaciya-promservis/aspiracionnye-kollektory>
3. Теория сварочных процессов / Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 752 с.
4. Марочник сталей и сплавов / Под ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
5. ДСТУ EN ISO 14171:2015 Зварювальні матеріали. Дроти електродні суцільні й порошкові та комбінації дрiт електродний/флюс для дугового зварювання під флюсом нелегованих та дрібнозернистих сталей. Класифікація.
6. ДСТУ 4817:2007. Діоксид вуглецю газоподібний і скраплений. Технічні умови.
7. ДСТУ ISO 4287:2012 Технічні вимоги до геометрії виробів (GPS). Структура поверхні. Профільний метод. Терміни, визначення понять і параметри структури.
8. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. - М.: Машиностроение, 1977. – 432 с.
9. Потапьевский, А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Ч. 1. Сварка в активных газах: 2-е изд., перераб / А. Г. Потапьевский. – К.: «Екотехнологія», 2007. — 192 с.
10. Костін О.М. Зварювальні матеріали: навч. посібник / О.М. Костін – Миколаїв: НУК, 2004. –225 с.
11. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением: учеб. / С.И. Думов. – Л.: Машиностроения, 1987. – 640 с.

12. ДСТУ EN 1708-2:2015 Зварювання. Зварні з'єднання сталевих елементів. Частина 2. Зварні з'єднання конструкційних елементів, на які не діє внутрішній тиск.

13. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. – К.: Основа, 2021. – 400 с.

14. Карпаш М.О. Методи контролю стану робочих поверхонь: конспект лекцій / М.О. Карпаш, А.В. Яворський. – Івано-Франківськ: Факел, 2007. – 228 с ..

15. <https://svartech.com.ua/ua/g87358040-listopravilnye-mashiny>

16. <https://svartech.com.ua/ua/p1516388328-povorotnye-nozhnitsy-chpu.html>

17. <https://www.faccin.com>

18. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. – Чинний від 01.07.1996. - К.: Держстандарт України, 1995. – 36 с.

19. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций: Атлас / С.А. Куркин , В.М. Ховов . – М.: Машиностроение, 1999. – 327с.

20. <https://echipamentsudura.ro/wp-content/uploads/2018/05/Fisa-tehnica-RWP-ARCHER-144.621.pdf>

21. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: Навч. посібник / А.С. Карпенко. - К.: Арістей, 2005. - 268 с.

22. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві. Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.

23. ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги.

24. ДСТУ EN 170-2001. Засоби індивідуального захисту очей. Фільтри для захисту від ультрафіолетового випромінювання. Вимоги до пропускання та рекомендації щодо використання.

25. ДБН В.2.5-64:2012 «Опалення, вентиляція і провітрювання».

26. ДБН В.2.5-28:2006 «Природне і штучне освітлення».

## **ДОДАТКИ**