

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інженерно-фізичний факультет  
(повне найменування факультету)

«Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій»  
(повне найменування кафедри)

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту

Магістр  
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Розробка технології збирання та зварювання рам корпусів металургійної  
промисловості»  
(назва теми)

Виконала: студентка II курсу, групи ІФз – 312м  
Спеціальності 131 Прикладна механіка  
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Технологія та устаткування зварювання



ЖДАНЮК О.І.  
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник



КУЛИКОВСЬКИЙ Р.А.  
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент

МІТЯЄВ О. А.  
(ПРИЗВИЩЕ та ініціали)

2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інститут, факультет Інженерно-фізичний факультет  
Кафедра Інтегровані технології зварювальння та моделювання конструкцій  
Ступінь вищої освіти Магістр  
Спеціальність 131 Прикладна механіка  
(код і найменування)  
Освітня програма (спеціалізація) «Технологія та устаткування зварювання»  
(назва освітньої програми (спеціалізації))

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри ІТЗ та МК**

**О.Є. КАПУСТЯН**

«21» грудня 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)**

ЖДАНЮК Оксани Іванівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Розробка технології збирання та зварювання рам корпусів металургійної промисловості

Керівник проєкту (роботи) к. т. н., доцент КУЛИКОВСЬКИЙ Руслан Анатолійович  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «  » 2023 р. №   

2. Строк подання студентом проєкту    2023 р.

3. Вихідні дані до проєкту креслення виробу

4. Зміст розрахунково - пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ

Аналіз вихідних даних

Технологічний процес збирання та зварювання виробу

Проектні та конструкторські розробки

Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Висновки

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

1. Зоснова

2. Креслення

3. Лист

6. Склад проекту та режим зварювання

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-6	Куликовський Р.А. доцент		
7	Нестеров О.В. доцент		
нормоконтроль	Корнієнко О.Б.		

7. Дата видачі завдання « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ		
2.	Аналіз вихідних даних		
3.	Технологічний процес збирання та зварювання виробу		
4.	Проектні та конструкторські розробки		
5.	Охорона праці		
6.	Висновки		
7.	Виконання креслень та додатків		

Студент(ка)

  
( підпис )

**Оксана ЖДАНЮК**

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проекту

  
( підпис )

**Руслан КУЛИКОВСЬКИЙ**

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ПЗ: 67 с., 13 рис., 30 табл., 15 джерел, 2 додатки.

### ЗВАРЮВАННЯ, КОРПУС, ЕЛЕКТРОД, КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ, НАПІВАВТОМАТ, ЗБИРАННЯ

Об'єкт дослідження – рама корпусу металургійної промисловості.

Мета роботи - провести аналіз технологічного процесу збирання та зварювання рам корпусів металургійної промисловості.

Результат роботи - розроблено технологію збирання-зварювання рам корпусів металургійної промисловості.

Рама виготовлена із сталі X17H13M2T. Проведено аналіз технології виготовлення рами корпусу на базовому підприємстві з метою встановлення недоліків технології збирання та зварювання; літературних джерел за темою розробки. Відображено технічні вимоги для виготовлення виробу. Зварювання рами корпусу на базовому підприємстві проводиться ручним дуговим зварюванням. Пропонується замінити ручне дугове зварювання на напівавтоматичне зварювання та автоматичне при зварюванні довгих швів та проводити зварювання в суміші захисних газів. Такі нововведення дозволять оптимізувати технологічний процес і збільшити продуктивність ділянки, що, в свою чергу, знизить собівартість виробництва, визначивши достатній економічний ефект. Проведено обґрунтування вибору суміші захисних газів і режимів прихватування та зварювання. Обрано стандартне обладнання для здійснення технологічного процесу. Результати роботи можуть бути використані на металургійних підприємствах.

## ABSTRACT

PN: 67 p., 13 fig., 30 tab., 15 source, 2 appendix.

WELDING, BODY, ELECTRODE QUALITY CONTROL, SEMIAUTOMATIC,  
COLLECTION

The object of study - frame for the metallurgical industry body.

Meta-robots - to analyze the technological process of collecting and welding frames of metallurgical industry buildings.

The result of the work is the development of technology for the assembly and welding of frames in the metallurgical industry.

The base is made of steel X17N13M2T. An analysis of the technology for manufacturing the frame frame at the base enterprise was carried out by installing a few technologies for collecting and welding; literary projects on the topic of learning. The technical means for preparing the virus are shown. Welding of frame frames at the base plant is carried out using manual arc welding. It is proposed to replace manual arc welding with manual welding and automatic welding when welding long seams and carry out welding in a mixture of dry gases. Such innovations allow us to optimize the technological process and increase the productivity of the plot, which, in turn, reduces the complicity of production, which has a sufficient economic effect. The selection of the mixture of dry gases and the modes of seizing and cooking was carried out. Standard equipment has been acquired for the development of the technological process. The results of the work can be used in metallurgical enterprises..

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів .....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз вихідних даних і технічне завдання на проєкт .....	10
1.1 Аналіз конструкції і матеріалів .....	11
2 Аналіз виробу і матеріалів .....	13
2.1 Особливості зварювальних матеріалів .....	13
2.2 Складнощі, пов'язані зі зварюваністю матеріалу або умовами зварювання .....	15
3 Аналіз базової технології виготовлення виробу, обґрунтування вибору матеріалів, способів виготовлення виробу .....	20
3.1 Аналіз базової технології виготовлення виробу .....	20
3.2 Обґрунтування вибору матеріалів, способів виготовлення виробу.....	22
4 Технічні умови на виготовлення і прийомку виробу .....	26
4.1 Технічні умови, показники якості і експлуатаційні характеристики виробу .....	26
4.2 Технічні умови на технології заготівельних операцій, допуски, вимоги до чистоти поверхні, зварювальних деформацій, напружень .....	26
4.3 Методи і об'єм контролю і критерії оцінки якості готових виробів, засоби виправлення дефектів .....	28
4.4 Вимоги до основним і допоміжних матеріалів .....	30
5 Розробка технології виготовлення виробу.....	33
5.1 Підготовка виробу до зварювання.....	33
5.2 Вибір електродних матеріалів для зварювання .....	35
5.3 Вибір оптимальних параметрів режиму зварювання .....	37
5.4 Вибір сучасного стандартного обладнання .....	39
5.5 Технологія і техніка складально-зварювальних робіт.....	49
5.6 Контроль якості зварного виробу і методи усунення дефектів .....	58
6 Проєктування ділянки зварювання .....	61
7 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях .....	65
7.1 Аналіз потенційних небезпек .....	65

7.2 Заходи по забезпеченню безпеки .....	66
7.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці .....	71
7.4 Заходи з пожежної безпеки.....	77
7.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	81
Висновки.....	84
Перелік посилань .....	85
Додаток А Комплект документів на технологічний процес .....	86

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

див. – дивись

рис. – рисунок

табл. – таблиця

тис. – тисяч

сек – секунда

~ – змінний струм

= – постійний струм

## ВСТУП

В Україні галузь зварювального виробництва займає одне з провідних місць у сфері технічних індустрій. Високопродуктивні процеси зварювання широко використовуються в різних галузях, дозволяючи ефективно обробляти матеріали. Здобутий високий рівень розвитку зварювання становить надійну основу для подальшого підвищення продуктивності праці, раціонального використання матеріалів та енергії в економіці країни. Крім того, цей розвиток сприяє підвищенню якості та зниженню собівартості зварювальних конструкцій.

Головна роль в розвитку зварювальної техніки належить дуговому зварюванню. Даний вид з'єднання отримав широке використання завдяки простоті і економічності способу.

Використання на практиці розробок в області з'єднання будуть сприяти подальшому збільшенню ефективності і розширенню об'ємів використання зварювання в газах і електродуговому зварюванні в різних галузях народного господарства.

Розвиток промисловості в останні роки характеризується неперервним і активно прогресуючим впровадженням зварювальних процесів. В промисловості зварювання дає найбільш надійне і просте рішення задач виготовлення герметичних з'єднань.

При виробництві висуваються високі вимоги до якості виготовлення виробу. Саме ці вимоги показали необхідність повної механізації і автоматизації зварювальних процесів.

Метою даного проекту є розробка технології виробництва рами корпусу з використанням стандартного обладнання з метою підвищення якості і кількості виготовленої продукції.

## 1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ І ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА ПРОЄКТ

Вихідними даними для проєкту є:

- креслення виробу (див. рис. 1.1); [НУЗП 443423.001 СК]
- технологія виготовлення виробу на базовому підприємстві.

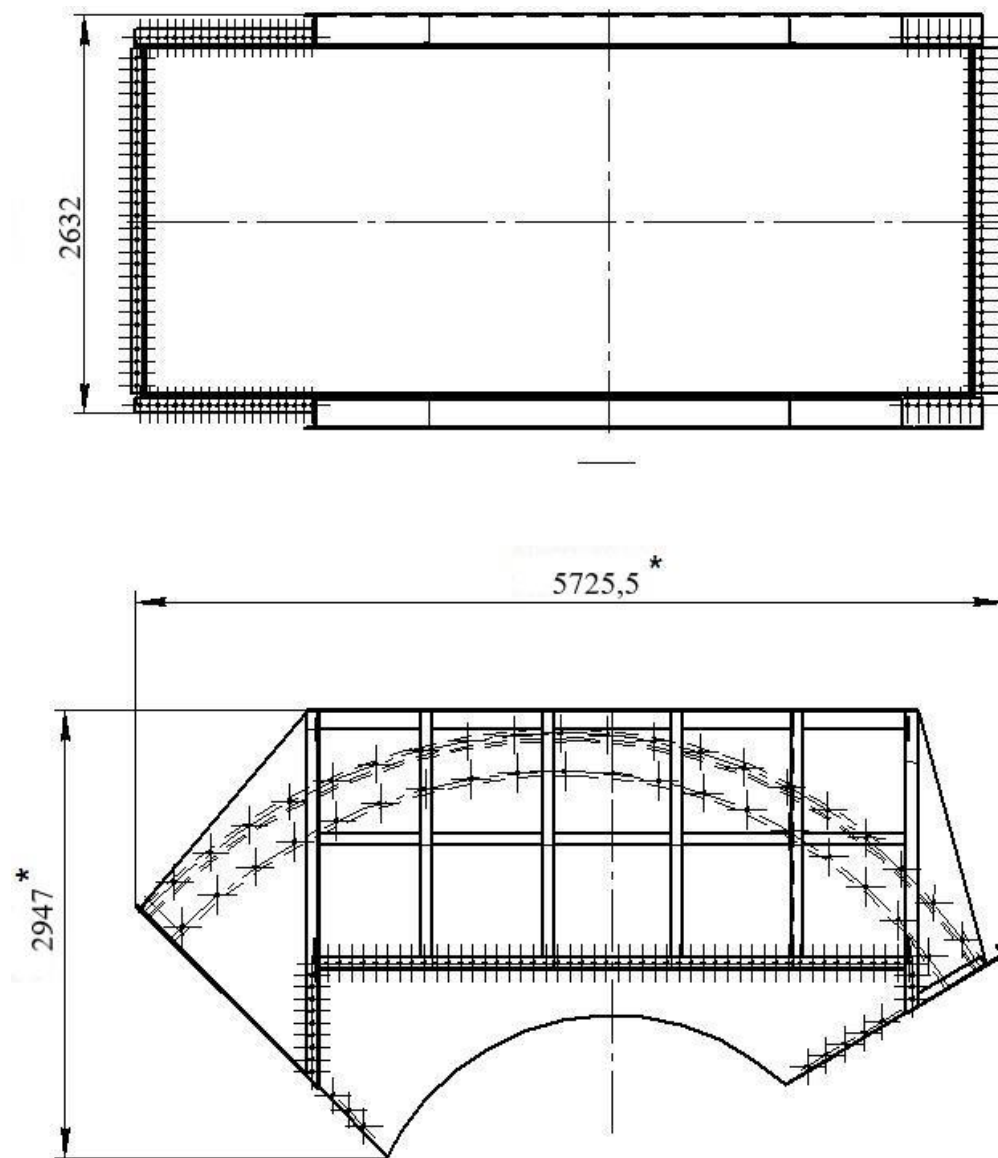


Рисунок 1.1 – Рама корпусу (див. креслення НУЗП 443423.001 СК)

## 1.1 Аналіз конструкції і матеріалів

Основу корпусу призначено для роботи в складі корпусу в якості несучої опори для вентилятора, який використовується для очищення та видалення відпрацьованих газів решітки в металургійній промисловості.

1. Технічні характеристики вентилятора:
  2. Продуктивність 740000 м<sup>3</sup>рік.
  3. Робочі оберти ротора 980 хв<sup>-1</sup>.
  4. Габаритні розміри 7417 мм х 6274 мм х 6452 мм.
- Вага ротора 26000 кг.

Рама корпусу виготовлена зі сталі Х17Н13М2Т. Хімічний склад і механічні властивості сталі Х17Н13М2Т наведено в табл.1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Х17Н13М2Т по ГОСТ 5632-72

Вміст елементів, мас. %								
C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	Mo	S	P
≤0,1	1-2	≤0,8	16-18	12-14	0.3-0,6	1,8-2,5	≤0,02	≤0,035

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі Х17Н13М2Т по ГОСТ 5632-72

Механічні властивості в гартованому стані, не менше ніж			
σ <sub>B</sub> , МПа	σ <sub>T</sub> , МПа	δ, %	ψ, %
510	216	40	55

Сталь корозійностійка.

Призначення. В хімічній і харчовій галузях промисловості для виготовлення деталей і конструкцій, що працюють в умовах дії неокислювальних середовищ: киплячої фосфорної, мурав'їної, молочної, оцтової кислот та інших середовищ підвищеної агресивності.

По хімічному складу матеріалу визначаємо структурний клас. Для цього

розраховуємо еквіваленти хрому і нікелю [1.1], [1.2].

$$[\text{Cr}]_{\text{екв}} = [\% \text{Cr}] + [\% \text{Mo}] + 1,5[\% \text{Si}] + 0,5[\% \text{Nb}] + [\% \text{V}] + 3,5[\% \text{Ti}] \quad (1.1)$$

$$[\text{Ni}]_{\text{екв}} = [\% \text{Ni}] + 30[\% \text{C}] + 0,5[\% \text{Mn}] \quad (1.2)$$

$$[\text{Cr}]_{\text{екв. min}} = 16 + 1,8 + 1,5 \cdot 0,8 + 3,5 \cdot 0,3 = 20,05 \%$$

$$[\text{Cr}]_{\text{екв. max}} = 18 + 2,5 + 1,5 \cdot 0,8 + 3,5 \cdot 0,6 = 23,8 \%$$

$$[\text{Ni}]_{\text{екв min}} = 12 + 30 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 1 = 15,5 \%$$

$$[\text{Ni}]_{\text{екв min}} = 14 + 30 \cdot 0,1 + 0,5 \cdot 2 = 18,5 \%$$

З використанням діаграми Шеффлера визначаємо, що дана сталь відноситься до аустенітного класу.

## 2 АНАЛІЗ ВИРОБУ І МАТЕРІАЛІВ

### 2.1 Особливості зварювальних матеріалів

Існують складнощі, обумовлені специфікою їх використання.

Термічне старіння при температурах 350-500° С може призвести до появи 475°-ної крихкості, причини якої до сих пір не з'ясовано.

В зоні термічного впливу жаростійких аустенітних сталей внаслідок термічного циклу зварювання спостерігається зниження пластичності та міцності, що може викликати появу тріщин в цій області. Зміни властивостей основного металу виникають через дифузійні процеси, що спричиняють підвищенню концентрації елементів (таких як вуглець, кисень тощо) поруч з зоною зварювання, що спільно з шкідливими домішками можуть утворювати легкоплавкі евтектики. Під час тривалої експлуатації в цій області можуть виникати дрібнодисперсні карбіди і інтерметаліди, коагуляція яких також може спричинити окрихчення металу. Під час зварювання таких сталей для уникнення утворення гарячих тріщин у шві часто використовують метал шва, який відрізняється складом від основного металу і має двофазну структуру.

Під час високотемпературної експлуатації відбувається зміцнення металу шва за рахунок утворення карбідів і інтерметалідів, що веде до зниження його пластичних властивостей. Це може призводити до локалізації деформацій та утворення тріщин в околшовній зоні, особливо за високих залишкових зварювальних напружень у поєднанні з робочими навантаженнями. Попередження такого локального руйнування досягається за допомогою термообробки, зокрема аустенізації при температурі 1050-1100° С. Ця обробка спрямована на зняття залишкових зварювальних напружень і самонаклепу, а також надання зварному з'єднанню більш однорідних властивостей. У деяких випадках аустенізація може супроводжуватися стабілізаційним відпалом при температурі 750-800° С для отримання структур з відносно стабільними властивостями шляхом випадіння карбідів і інтерметалідів.

Основні вимоги, які висуваються до зварного з'єднання - стійкість до різних видів корозії. Міжкристалічна корозія може розвиватися в металі шву і основному металі біля лінії сплавлення (ножова корозія) або на деякому віддалені від шву. Механізм розвитку цих видів корозії однаковий. Однак причини виникнення названих видів міжкристалічної корозії різні. Міжкристалічна корозія у металі шва виникає через відокремлення карбідів хрому з аустеніту під впливом термічного циклу зварювання, що призводить до одночасного збіднення границь зерен хромом. Причиною цього явища є зростання вмісту вуглецю у металі шва та відсутність або недостатність титану або ніобію. Невигідний термічний цикл зварювання, зокрема тривале утримання металу шва в інтервалі критичних температур, призводить до схильності до міжкристалічної корозії шва.

Шов може втратити стійкість до міжкристалічної корозії внаслідок експлуатації виробу за впливом критичних температур. Шви, які складаються з аустеніту та фериту з дезорієнтованою структурою, мають підвищену стійкість до міжкристалічної корозії у порівнянні з чисто аустенітними швами. Підвищення протяжності границь зерен завдяки їхньому подрібненню призводить до більшої площі для виділення карбідів. Більш дисперсні карбіди та місцеве збіднення зерна хромом відбуваються на меншу глибину через цей процес.

Міжкристалічна корозія основного металу на деякому віддалені від шву викликана також дією термічного циклу зварювання в той частині основного металу, де знаходилась ізотерма критичних температур.

Для уникнення схильності сталі та швів до міжкристалічної корозії приймаються різні заходи, включаючи: зниження вмісту вуглецю до меж його розчинності в аустеніті (до 0,02 - 0,03 %), додавання більш енергійних, ніж хром, елементи, які утворюють карбіди (такі як титан, ніобій, тантал, ванадій), гартування при температурах 1050 - 1100° С. Проте, повторне нагрівання в інтервалі критичних температур (500 - 800° С) може знову зробити сталь схильною до міжкристалічної корозії. Також проводиться стабілізуючий відпал при температурі 850 - 900° С протягом 2 - 3 годин. Створення аустенітно-феритної структури, легуючи шов хромом, кремнієм, молібденом, алюмінієм тощо, щоб отримати структуру з

вмістом фериту до 20 - 25 %. Проте, великий вміст фериту може знизити стійкість металу до загальної корозії. Ці заходи також допомагають у попередженні ножової корозії.

Загальна корозія може виникати в різних частинах зони зварювання та основного металу. Вона може розвиватися рівномірно або переважно в одному з цих областей.

Додатково, існує вид корозійного руйнування - корозійне розтріскування, яке виникає внаслідок одночасної дії розтягуючих напружень та агресивного середовища. Це руйнування може мати як міжкристалічний, так і транскристалітний характер. Зменшення залишкових зварювальних напружень є одним із ключових заходів для боротьби з цим видом корозійного руйнування.

В металі швів вміст титану повинен відповідати співвідношенню  $Ti/C > 5$ . Ніобій при зварюванні окислюється значно менше і його частіше використовують для легування шву при ручному дуговому зварюванні. Його вміст в металі шва повинен відповідати  $Nb/C > 10$ . Однак він може викликати появу в швах гарячих тріщин [2].

## 2.2 Складнощі, пов'язані зі зварюваністю матеріалу або умовами зварювання

Зварювання сталі ускладнюється через багатоконпонентність її легування. Однією з труднощів при зварюванні є необхідність уникнення утворення в шві та навколишній зоні гарячих тріщин кристалізаційного характеру. Ці тріщини проявляються у вигляді невеликих мікронадрів та тріщин, які мають міжкристалічну структуру. Гарячі тріщини можуть виникати також під час термічної обробки або експлуатації конструкції при високих температурах. Утворення цих тріщин особливо характерне для структури металу шва з великими зернами, що виявляється особливо чітко у багат шарових зварних з'єднаннях, де кристали одного шару продовжують структуру кристалів попереднього шару.

Концентраційне і термічне переохолодження сприяє розвитку дендритної або мікроскопічної ліквідації. У випадку аустенітних швів, орієнтація стовбчатих кристалів виявляється особливо чітко. Збільшений поперечний переріз і, отже, невелика поверхня стовбчатих кристалів сприяє утворенню міжкристалічних прошарків підвищеної товщини, що збільшує ймовірність виникнення гарячих тріщин. Використання методів, що сприяють подрібненню кристалів і дезорієнтації структури, призводить до зменшення міжкристалічних прошарків і, відповідно, підвищує стійкість швів проти гарячих тріщин.

Один із зазначених методів полягає у створенні швів, в яких в структурі присутня певна кількість первинного  $\delta$ -фериту. Позитивний вплив фериту в швах, що містять аустеніт та ферит, на запобігання утворенню гарячих тріщин пов'язаний з особливостями процесу первинної кристалізації металу у зварювальній ванні. Спільне виливання з рідкої фази кристалів аустеніту та первинного  $\delta$ -фериту призводить до дрібнішання та дезорієнтації структури. Цей процес вказує на скорочення перерізу стовбчатих кристалів і зменшення товщини міжкристалічних прошарків, які розділені ділянками первинного  $\delta$ -фериту. У результаті ймовірність виникнення гарячих тріщин в областях розташування цих прошарків значно знижується.

Фактори, що сприяють феритизації металів, також відіграють роль у впливі на зварювальну ванну, що призводить до зменшення кількості легкоплавкої сульфідної евтектики. Позитивний ефект  $\delta$ -фериту може пояснюватися його вищою розчинністю для домішок, що призводить до зменшення їх ліквідації.

Для отримання аустенітно-феритних швів застосовується додаткове легування елементами, які сприяють утворенню фериту, такими як кремній, хром, молібден, алюміній, і інші. У виробках, які експлуатуються в якості корозійностійких при температурах до 400 °С, допускається вміст фериту до 20- 25%.

Отримання швів з аустенітно-феритною структурою, у сталях з великим вмістом аустеніту, стає складнішим через необхідність використання більшої кількості феритизаторів. Попередження виникнення гарячих тріщин в таких швах,

а також в аустенітно-феритних сталях, досягається шляхом обмеження вмісту шкідливих елементів (фосфору, сірки) і домішок, які ліквуються та утворюють легкоплавкі евтектики. Це досягається використанням зварювальних матеріалів, які мінімально містять шкідливі елементи та домішки, наприклад, електродних дротів, виготовлених із сталей вакуумного виплавлення, електрошлакового переплаву та інших методів. Також обмежується проплавлення основного металу.

У деяких ситуаціях підвищення стійкості швів проти гарячих тріщин може бути досягнуто, навпаки, за рахунок збільшення концентрації лікуючих домішок до такого рівня, який гарантує формування при закінченні кристалізації повної плівки легкоплавкої евтектики на поверхні кристаліту. Це може бути реалізовано шляхом легування сталі бором у концентрації від 0,3% до 1,5%. Збільшена ливарна усадка та значні розтягуючі напруження, що виникають під час затвердіння в зварювальній ванні, також сприяють утворенню гарячих тріщин. Зменшення впливу силового фактору (обмеження сили струму, використання оброблення валиками невеликого перерізу, раціональна конструкція з'єднань та інше) сприяє попередженню виникнення гарячих тріщин.

В аустенітних швах процеси карбідного та інтерметалідного зміцнення виявляються ключовими під час теплового старіння. У високолегованих сталях, в порівнянні з низьколегованими, спостерігається підвищений коефіцієнт теплового розширення, що призводить до збільшеної внутрішньої пластичної деформації металу шва та околшовної зони під час зварювання.

У результаті процесів зварювання, зокрема при формуванні багат шарових швів та у жорстких з'єднаннях, околшовна зона та нижні шари металу шва можуть виявити помітне зміцнення через багаторазову пластичну деформацію. Самонаклеп також призводить до збільшення кількості феритної фази, що підвищує ймовірність виникнення окрихчення (сигматизації) в швах.

Теплофізичні властивості високолегованих сталей мають своєрідні особливості, які впливають на процес їх зварювання. Знижений коефіцієнт теплопровідності, що приблизно дорівнює 0,4 кал/см·с (в порівнянні з вуглецевими сталями, де цей показник становить 0,096 кал/см·с), в значній мірі змінює розподіл

температур в зоні зварювання та навколишній області. Високолеговані сталі відрізняються більш розвиненими ізотермами порівняно з вуглецевими, що призводить до зростання глибини проплавлення основного металу. Ураховуючи підвищений коефіцієнт теплового розширення, також збільшується короблення виробів.

Одна із основних складнощів при зварюванні даних сталей і сплавів - попередження утворення в швах і околосшовній зоні гарячих тріщин. Попередження утворення цих дефектів досягається:

а) обмеженням вмісту шкідливих (сірки, фосфору) і легкоплавких (свинцю, олова, вісмута), газів - водню і кисню, а також домішок, особливо при зварюванні глибоко аустенітних сталей, які сприяють утворенню гарячих тріщин. Для досягнення цього рекомендується використовувати зварювальні матеріали, які зменшують вміст основного металу в шві, та використовувати сталі з мінімальним вмістом вказаних домішок. Використовувати зварювання постійним струмом зворотної полярності. Важливо утримувати коротку дугу і проводити зварювання без поперечних коливань. При зварюванні в середовищі захисних газів, щоб уникнути підсосу повітря, слід утримувати короткий виліт електроду та обирати оптимальні параметри зварювання.

б) досягненням хімічного складу металу шва, що забезпечує однофазну структуру. Зазвичай, у зварних швах намагаються отримати аустенітну структуру з дрібнодисперсними карбідами і інтерметалідами. Цьому сприяє легування їх підвищеними концентраціями молібдена, марганцю і вольфраму. Високолеговані сталі включають легуючі присадки, такі як алюміній, кремній, титан, ніобій, хром. Ці присадки можуть утворювати окислювальну атмосферу, що призводить до втрат феритної і карбідної фаз в структурі шва.

Для процесу зварювання рекомендовано використовувати флюси і покриття електродів з низьким вмістом кремнію та високим вмістом основи (зокрема, фторидні флюси та фтористо-вапнякові покриття електродів). Зварювання короткою дугою та запобігання підсосу повітря також служать тому ж важливому завданню. Азот, який є потужним аустенізатором, сприяє подрібненню

структури, збільшуючи центри кристалізації у вигляді високотемпературних нітридів. Таким чином, азотизація металу шва сприяє підвищенню їхньої стійкості проти гарячих тріщин.

Використання високоосновних флюсів і шлаків у зварювальному процесі сприяє рафінуванню металу шва та часом модифікації його структури, що призводить до підвищення стійкості проти гарячих тріщин. Механізовані методи зварювання, забезпечуючи рівномірне проплавлення основного металу вздовж всього шва та постійний термічний цикл, дозволяють отримати більш стабільні структури вздовж всієї довжини зварного з'єднання.

в) застосування технологічних методів, спрямованих на зміну конфігурації зварювальної ванни і напрямку росту кристалів аустеніту. Вплив розтягуючих сил, що діють перпендикулярно напрямку зростання стовбчатих кристалів, сприяє збільшенню ймовірності утворення гарячих тріщин. При механізованих методах зварювання за допомогою тонких електродних дротів, змінюючи поперечні коливання електрода, можна змінити схему кристалізації металу шва та зменшити його схильність до гарячих тріщин.

г) зменшення впливу силового фактора, який виникає в результаті теплового циклу зварювання, усадкових деформацій і жорсткості закріплення зварюваних кромок. Зниження його впливу досягається обмеженням сили зварювального струму, заповненням оброблення швами невеликого перерізу і використанням відповідних конструкцій оброблення. Цьому сприяє також правильне формування кратера при обриві дуги.

Слід приймати заходи по швидкому охолодженню швів. Бризки, які потрапляють на поверхню основного металу, можуть бути згодом осередками корозії. Слід ретельно видалити з поверхні швів залишки шлака і флюсу, так як взаємодія їх в процесі експлуатації з металом, може призвести до корозії або зниженню місцевої жаростійкості.

### **3 АНАЛІЗ БАЗОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ, ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ, СПОСОБІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ**

#### 3.1 Аналіз базової технології виготовлення виробу

1) Всі комплектуючі для збирання балки повинні бути очищені від іржі, ГСМ, повинні відповідати встановленим розмірам. Для зварювання використовуються електроди Э-09Х19Н10Г2М2Б, Э-07Х19Н11М3Г2Ф1 ГОСТ 10052-75 марки НЖ-13 або інші близькі по хімічному складу сталі 08Х17Н13М2Т.

Порядок виконання зварювання рами корпусу вентилятора.

Складальна одиниця 1 «Спіраль»

1. Зібрати поз.1 + поз.2 +поз.3
2. Прихватити поз.1 + поз.2 +поз.3
3. Зварити трактором поз.1 + поз.2 +поз.3

Складальна одиниця 2 «Люк»

1. Зібрати поз.9 + поз.10
2. Прихватити поз.9 + поз.10
3. Зварити автоматом (трактором) поз.9 + поз.10 Т1-7 коло
4. Зібрати поз.9 + поз.1 - 2 шт.
5. Прихватити поз.9 + поз.1
6. Зварити автоматом (трактором) поз.9 + поз.1 Т2-7
7. Зібрати поз.9 + поз.1 - 2 шт.
8. Прихватити поз.9 + поз.1
9. Зварити автоматом (трактором) поз.9 + поз.2 - 4 шт. Т3-7
10. Зварити поз.1+ поз.2-3 шт. Т3-7
11. Зібрати поз.9 і поз.14
12. Прихватити поз.9 і поз.14
13. Приварити поз.9,2+ поз.14

14. Зібрати поз.9 і поз.5

15. Прихватити поз.9 і поз.5

16. Приварити поз.9,2+ поз.5

17. Зібрати поз.2 і поз.8

18. Прихватити поз.2 і поз.8

19. Приварити поз. 2+ поз.8

Складальна одиниця 3 «Пробка»

Приварити поз. 1 + поз.4

1. Обтяжка всіх болтів

Складальна одиниця 4 «Рама»

1. Прикріпити до скл. од.1 на бокових з'єднаннях стінки

2. Приварити поз. 4 + поз.30-2 шт.

3. Приварити поз. 1 + поз.19

4. Приварити поз.19 + поз. 17

5. Приварити поз. 1 + поз.18

7. Приварити поз. 14,15 + поз.31-8шт.

Встановити дві тимчасові розпорки 100x100x2270 мм всередині між стінками: одну в районі вузла Ц; іншу від вузла Ф

Приварити поз. 4 + скл.од.3

1. Обтяжка всіх болтів

2. Зварювання без зміни положення всіх позицій крім поз.10,12,13,18,19

3. Поворот

4. Установка поз.2,3,4 + поз.20

5. Установка поз.1 + сб. ед.2

Недоліком даної технології є РДС. Недоліком ручного дугового зварювання є його відносна мала продуктивність 1-3 кг/год, важкі умови праці, підвищена небезпека утворення тріщин і великі витрати зварювальних матеріалів за рахунок огарків. Підвищення продуктивності при ручному дуговому зварюванні можна досягнути використанням електродів великих діаметрів, присадкового прутка, пучка електродів, трьохфазної дуги та інш. Якість наплавленого шару низька із-за

прямої залежності від кваліфікації зварювальника та людського фактору.

### 3.2 Обґрунтування вибору матеріалів, способів виготовлення виробу

При зварюванні корозійностійких сталей, для попередження міжкристалічної корозії не треба допускати підвищення в металі шву вмісту вуглецю за рахунок забруднення ним зварювальних матеріалів (графітової змазки дроту і т. д.), довготривалого і багаторазового перебування металу зварного з'єднання в інтервалі критичних температур.

Для зварювання сталі 08X17H13M2T можуть використовувати дріт Св-06X19H9Т, Св-06X19H10ТМЗ, Св-04X19H11МЗ. При цьому в швах міститься мало карбідоутворюючих елементів, внаслідок чого після провокуючого нагріву при 550—750° С уже впродовж 0,5—1,0 год. вони стають схильними до міжкристалічної корозії. Стабілізуючому відпалу ці шви піддавати не можна із-за окрихчування внаслідок утворення  $\sigma$ -фази. Для підвищення стійкості швів проти міжкристалічної корозії запропоновано дріт 0X20H11M3ТБ (ЭП89) [3].

При напівавтоматичному зварюванні використовується аргон вищого сорту (ГОСТ 10157-79), об'ємна частина основного продукту якого не нижче 99,992 % [4], для зниження вигорання легкоокислювального елемента - титану.

Для зменшення деформації виробу з використаної сталі слід використовувати методи і режими зварювання, які відрізняються оптимальною концентрацією теплової енергії. Високий питомий електроопір, приблизно в п'ять разів більший, ніж у вуглецевих сталях, призводить до значного нагрівання зварювального дроту при вильоті електрода або металевого стержня електрода для ручного дугового зварювання. У випадку автоматичного та напівавтоматичного дугового зварювання рекомендується зменшувати вильот електрода і збільшувати швидкість подачі. У ручному дуговому зварюванні важливо скорочувати довжину електродів та

зменшувати щільність зварювального струму до припустимого рівня.

Тому зварювання необхідно виконувати використовуючи механізовані способи зварювання, які забезпечують неперервність отримання шву.

При зварюванні електродом, що плавиться в струмені захисних газів, зварювальна ванна захищена від повітря. Зварювання, як правило, проводять на постійному струмі. Кількість газу, яку необхідно подавати для відтіснення повітря від зварювальної ванни, залежить від ряду факторів: теплофізичних властивостей захисного газу, параметрів режиму зварювання (сили зварювального струму, напруга на дугі, вильоту електроду, швидкості зварювання і т.д.) і конструкції горілки. Зі збільшенням питомої ваги газу підвищується стійкість струменю газу.

Дисоціація захисного газу в зварювальній зоні супроводжується звичайно збільшенням об'єму газу, що приводить до інтенсивного відтіснення повітря. Крім цього, під дією тепла дуги має місце термічне розширення газу. При повній дисоціації із 100 об'ємів вуглекислого газу утворюється 150 об'ємів окису вуглецю і кисню.

При обраному обладнанні і встановлених параметрах режиму зварювання, мінімальна витрата газу, яка забезпечує достатньо повне витіснення навколишнього повітря із зони зварювання, встановлюється дослідним шляхом. Дослідження показали, що при зварюванні плавким і неплавким електродом, збільшення витрати газу понад мінімально допустимого, незначно впливає на хімічний склад і властивості металу шва. На практиці прийнято обирати витрати газу дещо більшими, ніж мінімально необхідні. Підвищення витрати газу відбувається при збільшенні діаметру газового сопла, вильоту електроду, сили зварювального струму, напруги на дугі, швидкості зварювання і т. д.

При зварюванні плавким електродом швидкість витікання захисного газу із сопла горілки знаходиться в межах 0,6-1,5 м/сек (діаметр вихідного отвору сопла дорівнює 12-20 мм). Збільшення швидкості витікання газу до 1,7-2,0 м/сек, при наведених розмірах вихідного отвору, викликає завихрення газу що подається і підсос повітря в зону зварювання. Завихрення захисного газу збільшується з підвищенням його щільності і зменшенням в'язкості. При

однакових параметрах режиму витрата аргону при зварюванні береться майже на 50% більше, ніж витрата вуглекислого газу.

Швидкість плавлення електродного дроту в атмосфері захисного газу залежить від роду, полярності, величини і щільності струму, напруги на дугі, матеріалу електроду, природи захисного газу. Швидкість плавлення електродного матеріалу виражається через коефіцієнт розплавлення. Встановлено, що, чим менше коефіцієнт розплавлення, тим вища стійкість дуги. Зварювання в середовищі захисних газів проводять звичайно на постійному струмі зворотної полярності. Використання постійного струму зі зворотною полярністю забезпечує кращу стійкість горіння дуги, дрібнокрапельний перенос металу, менше розбрикування.

При зварюванні в середовищі захисних газів необхідний дрібнокрапельний перенос електродного матеріалу, при якому підвищується стабільність горіння дуги, зменшується розбрикування, покращується формування шва. На характер переносу електродного матеріалу здійснює вплив сукупність наступних факторів: вплив на метал електричних і магнітних сил, сил тяжіння, поверхневого натягу металу, тиск парів і газів, які виділяються із металу. Степінь впливу кожного із перелічених факторів залежить від роду і полярності струму, режимів зварювання, матеріалу електрода, складу дугової атмосфери і т. д. Зі збільшенням щільності струму зменшуються розміри електродних крапель. Крім цього, наносячи на поверхню електрода тонкі шари окислів кальція, барія, торія, цезія і ін., можна суттєво покращити характер переносу електродного металу. Такий же вплив на характер переносу металу здійснюють малі домішки (0,5-5,0 %) до інертних газів кисню або вуглекислого газу, що викликають на поверхні металу окисні плівки, які сприяють більш інтенсивній емісії катоду.

При зварюванні в середовищі вуглекислого газу для отримання дрібнокрапельного переносу електродного металу, зменшення розбрикування і покращення формування шву використовують струм більш високої щільності (100- 300 А/мм<sup>2</sup>), ніж при використанні інертних газів. Електродний дріт повинен містити активні розкислювачі (титан - в порошкових дротах, кремній і марганець -

в суцільних). Зварювання у вуглекислому газі проводять короткою дугою. При короткочасному короткому замиканні, яке утворюється при переході краплі електродного металу в зварювальну ванну, дуга затухає, а потім, після обриву краплі, знову загорається. Для стійкості такого процесу необхідна жорстка зовнішня характеристика джерела живлення постійним струмом. По швидкості плавлення електродного дроту зварювання у вуглекислому газі не поступається зварюванню під шаром флюсу, але продуктивність зварювання нижча, так як втрати на угар і розбризкування досягають 5-15 %.

## 4 ТЕХНІЧНІ УМОВИ НА ВИГОТОВЛЕННЯ І ПРИЙОМКУ ВИРОБУ

### 4.1 Технічні умови, показники якості і експлуатаційні характеристики виробу

Зварювальні шви виконати згідно ГОСТ 14771-79.

Зміщення отворів у фланцях відносно номінального розміщення не більше 1 мм.

Отвори в деталі поз. 31 (см. НУЗП 222223.001 СК) вирізають після приварювання до швелерів спільно зі стінкою останніх газополуменевим різанням.

Отвори у фланцях поз. 7, поз. 18, поз. 19 оброблюють спільно з фланцями сполученої секції.

Гвинти поз. 22 і болти поз. 23 в місцях суміщення кріпильних отворів з ребрами жорсткості допускається не ставити.

4.2 Технічні умови на технології заготівельних операцій, допуски, вимоги до чистоти поверхні, зварювальних деформацій, напружень

Шорсткість поверхонь різання деталей  $Ra = 3,2$ .

Перед початком зварювальних робіт важливо ознайомитися з кресленнями для визначення послідовності та розмірів накладання зварних швів. Конструктивні елементи з'єднань, їх розміри і граничні відхилення повинні відповідати вимогам креслень. Зварні та складальні шви слід формувати за допомогою відповідних зварювальних матеріалів відповідно до технічної документації.

Механічні характеристики зварних з'єднань визначаються та контролюються за допомогою належного впровадження режимів зварювання. Ці режими повинні гарантувати, що границя міцності, границя текучості та ударна в'язкість наплавленого металу будуть не меншими за мінімальні значення властивостей зварюваних матеріалів. Вірність цих режимів повинна бути перевірена за

допомогою технологічних зразків. Налаштування робочих параметрів зварювального обладнання здійснюється відповідно до вимог та вказівок, поданих у паспортах та інструкціях заводу-виробника.

При виконанні зварних швів у декілька проходів необхідно виконувати очищення кожного попереднього шва від шлаку. Ділянки швів, на яких виявлено пори, раковини або тріщини, повинні бути видалені і переварені.

У випадку, якщо в процесі виконання зварювальних робіт виникають перерви (наприклад, перестановка напівавтомату, дроту і т.д.), зварювання можна відновлювати після очищення кінцевої ділянки шва довжиною 25-50 мм і кратеру від шлаку. Важливо перекрити цю ділянку і кратер новим швом для забезпечення надійного з'єднання.

Примітка - огляд швів виконувати без збільшувальних приладів.

При виконанні дугового зварювання деталей і складальних одиниць з метою уникнення деформацій і напружень рекомендується дотримуватися наступних вимог:

- при створенні однотипних конструкцій для зварюваних деталей слід використовувати кондуктори, стенди, маніпулятори і пристосування, щоб забезпечити стабільність і точність процесу зварювання;

- по можливості варто проводити зварювання в закріпленому стані, щоб уникнути зайвих деформацій і напружень в матеріалі.

Забезпечити очищення зварювальних швів і поверхонь складальних одиниць від шлаку, бризків і натікань металу.

Очищення поверхонь складальних одиниць від бризків металу здійснюється за допомогою шліфмашини, після чого завершальна обробка металоконструкції виконується за допомогою чашкових абразивних кругів. Процес оброблення виконується торцевою поверхнею чашки круга вручну, переміщуючи її по поверхні у взаємоперпендикулярних напрямках або за допомогою колоподібних рухів.

При випрямленні дотримуватися наступних вимог:

Випрямлення металу за допомогою вібрації може здійснюватися тільки кваліфікованим персоналом. Перед початком роботи, всі документи повинні бути

детально вивчені. Деталі повинні випрямлятися за допомогою вібрації не більше 45 хвилин.

Не потрібно вібрувати прямо на власній резонансній області, але поруч з нею. Вище або нижче. Але достатньо далеко, так щоб не доторкуватися власне резонансної точки в процесі випрямлення.

Якщо обличчя буде вібрувати впродовж тривалого часу, то потрібно надягнути навушники. Легкі, тонкостінні конструкції викликають більше шуму.

Якщо місце вібрації знаходиться там, де працює багато людей, то тоді потрібно вибрати віддалене, звуконепроникне місце і по можливості без підвалу.

Ніколи не випрямляти без резинових прокладок, (50 шор, мінімум 80/120 мм), використовувати 3 або 4 прокладки.

Якщо нема 100 % можливості для правильної установки, закріпити вібратор на крані за допомогою мотузки, не надто міцно. Ніколи не залишати працювати установку без нагляду. Завжди залишатися в межах видимості. Не можна демонтувати ексцентрикову кришку під час процесу випрямлення.

#### 4.3 Методи і об'єм контролю

Систематичний контроль якості зварних конструкцій повинен охоплювати всі етапи виробничого циклу, забезпечуючи його проведення протягом усього процесу виготовлення. Перед візуальним оглядом необхідно виконати очищення зварних швів від шлаку та інших забруднень.

Наплавлений метал у зварних швах має бути безперервним на усій довжині, вільним від шлакових включень та тріщин, і мати плавний перехід до основного металу. Допускається наявність окремих пор в швах, проте загальна площа пор на 100 мм довжини шва не повинна перевищувати 10 мм<sup>2</sup> при товщині до 10 мм і 15 мм<sup>2</sup> при товщині більше 10 мм.

Під час вимірювань контролю слід перевірити, чи відповідають розміри

зварних швів вимогам креслення. Зовнішній вигляд зварних швів при візуальному огляді повинен відповідати контрольному зразку на зварних швах.

Щодо зовнішнього вигляду, зварні шви повинні мати гладеньку або дрібнолускату поверхню. На готових зварних з'єднаннях, здійснених методом дугового зварювання, не допускаються:

- дефекти у вигляді пропалів, тріщин, напливів, несплавлень по кромкам, кратери;

- поверхневі пори і шлакові включення, які групуються на довжині понад 10 мм з відстанню менше 500 мм між дефектними ділянками;

- подрізи на інших складальних одиницях більше 1 мм.

Величина непроварів стикових односторонніх швів не повинна перевищувати 15 % від товщини зварюваних деталей, але не більше 3 мм.

Розмір непроварів в односторонніх швах стиків не повинен перевищувати 15% від товщини зварюваних деталей, але не може бути більшим за 3 мм. Після виконання зварного шва, глибина подрізів основного металу не повинна перевищувати 1 мм.

Контроль якості зварних з'єднань проводиться за допомогою спеціального ультразвукового контролю. Зовнішньому огляду піддається як сам шов, так і околшовна зона на відстані не менше 10 мм від границі шва.

Дефекти в зварних швах або окремі ділянки шва можна видаляти механічним шляхом, застосовуючи газокисневий різак із спеціальним мундштуком, плазмову або повітряно-дугову стрічку, електродуговий метод з використанням покритих електродів. Об'єм контролю становить 100%.

Дефекти, які можна усунути, піддаються коригуванню за допомогою напівавтоматичного зварювання.

#### 4.4 Вимоги до основним і допоміжних матеріалів

Механічні властивості матеріалів, їх хімічний склад повинні затверджуватися сертифікатом заводу-виробника. Матеріали, призначені для створення металоконструкцій, повинні бути транспортовані, зберігатися і складуватися таким чином, щоб уникнути можливості виникнення залишкових деформацій. У випадку деформації матеріалів (таких як листовий і фасонний прокат), слід провести виправлення, а у випадку неможливості цього - відхилити їх.

Можливе з'єднання окремих шматків дроту шляхом контактного стикового зварювання, при цьому поверхня дроту в області зварювального з'єднання повинна відповідати стандартам ГОСТ 2246-70. Поверхня дротів повинна бути гладкою і чистою, не містити тріщин, розшарувань, вибоїн, раковин, окалини, ржавчини та інших забруднень.

На поверхні дроту можуть бути риси (включаючи затягнуті), царапини та окремі вдавлення. Глибина цих дефектів не повинна перевищувати визначеного ліміту відхилення по діаметру. Проте на поверхні дроту не допускається наявність технологічних змазок, за винятком слідів мильної змазки без вмісту графіту та сірки.

Допустимі відхилення по вмісту хімічних елементів: вуглецю  $\pm 0,01$  %, кремнія  $\pm 0,02$  %, марганцю  $\pm 0,05$  %, нікеля  $\pm 0,15$  %, хрому  $\pm 0,20$  %, молібдену  $\pm 0,05$  %.

Допустимі відхилення по діаметру – не більше 0,12 мм. Овальність дроту не повинна перевищувати половини граничного відхилення по діаметру.

Внутрішній діаметр витків котушки дроту 300-600 мм. Маса котушки дроту не менше 15 кг.

Дріт поставляється намотаний на котушки або в касети.

Допускається поставка дроту в котушках великої маси або на великогабаритних котушках.

Дріт в мотках (котушках, касетах) повинен складатися із одного відрізка,

звернутого непереплутаними рядами і щільно укатаного таким чином, щоб виключити можливість розпушування або розмотування мотка. Кінці дроту повинно бути легко знайти. Допускається контактне стикове зварювання окремих шматків дроту одного плавлення: при цьому зона зварного з'єднання повинна відповідати вимогам вище перелічених вимог.

Тимчасовий опір розриву дроту повинен відповідати 686-980 МПа. Коливання тимчасового опору розриву в одному моткі дроту не повинен перевищувати 98 МПа.

Дріт повинен постачатися в травленому та відбіленому стані або після термічної обробки в інертній атмосфері зі світлою, світло-матовою або сірою поверхнею, без всіляких слідів змазки.

Вміст феритної фази повинен бути: 3-8 %.

В якості захисного газу використовувати суміш: аргона та вуглекислого газу і кисню (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Прийняті норми якості газів, що використовуються для газових сумішей

№ п/п	Найменування газу	ГОСТ, ТУ	Сорт	Примітка
1	Аргон	10157-89	Вищий	або по ТУ 6-5761810-01-92
2	Двоокис вуглецю	8050-85	марка С1	Масова концентрація водяних парів при $T = 20^{\circ} \text{C}$ і тиску 760 мм рт. ст. на рівні вищого сорту, тобто $0,0178 \text{ г/м}^3$
3	Технічний кисень	5583-78	Перший	Масова концентрація водяних парів при $T = 20^{\circ} \text{C}$ і тиску 760 мм рт. ст. на рівні $0,005 \text{ г/м}^3$ замість $0,05 \text{ г/м}^3$ по ГОСТу.

Якість зварних з'єднань значною мірою визначається вмістом розчинених у металі шкідливих газів, таких як водень, азот та їх сполук. Тому газові суміші, які використовуються для захисту, повинні містити обмежену кількість цих шкідливих

домішок. Водень сприяє утворенню пор внаслідок кристалізації металу і є одним із ключових чинників формування холодних тріщин, які виникають при температурі 200° С і нижче під час охолодження звареного з'єднання. Волога в захисних газах є основним джерелом водню, який потрапляє в метал зварного шва. Азот, у більшості випадків, призводить до зниження пластичності металу та виникнення пор. Негативний вплив на якість звареного шва можуть справляти також пари води, які містяться в захисному газі. Під впливом високих температур вода розщеплюється на водень і кисень. Якщо кисень виводиться у шлакову фазу, то водень продовжує впливати негативно, як описано вище. Таким чином, для отримання газових сумішей для зварювання важливо використовувати гази, які відповідають встановленим стандартам щодо їх складу. (див. табл. 4.1).

## 5 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ

### 5.1 Підготовка виробу до зварювання

Кромки наплавляємих та поверхні, прилеглі до них на ділянці шириною не менше 25 мм по обидві сторони від зварного шву, повинні бути зачищені від відшаровування, окалини, іржі, масла, вологи, фарби та інших забруднень.

Прилеглі до зварюваних кромок поверхні при наявності іржі та інших забруднень зачистити перед зварюванням металічною щіткою та протерти сухою чистою ганчіркою.

Зачистки країв та прилеглих до зварювальної поверхні кромок перед заваркою у вузлі металічною щіткою, а також протирання тряпкою виконує електрозварювальник.

Згідно обраному способу зварювання ескізи розрізів кромок і готового зварного шву, згідно з ГОСТ 14771-76, наведені на рис. 5.1. [НУЗП 000023.001 СК]

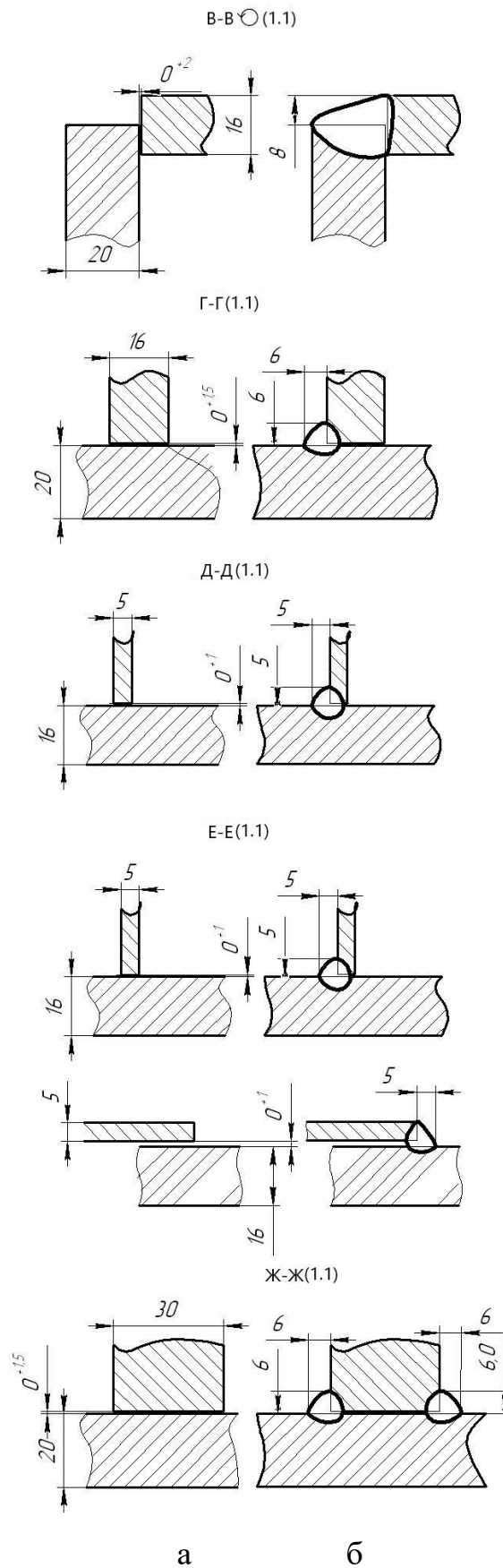


Рисунок 5.1 – Розріз кромки (а) і готового зварного шву (б) у відповідності з ГОСТ 14771-76 (див. креслення НУЗП 000023.001 СК)

## 5.2 Вибір електродних матеріалів для зварювання

Напівавтоматична прихватка і зварювання буде виконуватися дротом Св-04Х19Н11М3 (табл. 5.1), який уявляє собою низьковуглецевий високолегований дрiт. Розкислення оксидів заліза потрібно в меншій степені, ніж звичайно. В даному зварювальному дроті міститься 3 % молібдену. Саме він забезпечує високу корозійну стійкість зварного шву.

Таблиця 5.1 – Хімічний склад дроту Св-04Х19Н11М3, мас. % ГОСТ 2246- 70 [4]

Марка	С	Mn	Si	Ni	Cr	Mo	Ti	Nb	S	P
Св-06Х19Н9Т	≤0,08	1,00- 2,00	0,40- 1,00	8,00- 10,00	18,00- 20,00	-	0,50- 1,00	-	≤0,015	≤0,030
Св-06Х19Н10М3Т	≤0,08	1,00- 2,00	0,30- 0,80	9,00- 11,00	18,00- 20,00	2,00- 3,00	0,50- 0,80	-	≤0,018	≤0,025
Св-04Х19Н11М3	≤0,06	1,0- 2,0	≤0,6	10,0- 12,0	18,0- 20,0	2,0- 3,0	-	-	≤0,018	≤0,025
Св-06Х20Н11М3ТБ	≤0,08	0,80	0,50- 1,00	10,00- 12,00	19,00- 21,00	2,50- 3,00	0,60- 1,10	0,60- 0,90	0,018	0,030

30 % нікеля і хрому дозволяють віднести дрiт 04Х19Н11М3 до високолегованого зварювального дроту, який призначений для зварювання особливих сталей, де необхідна пластичність шва, і високі характеристики на розрив.

Застосування: Призначено для проведення зварювальних та наплавних робіт на відповідальних конструкціях, виготовлених із різнорідних сталей, особливо з вуглецевих легуваних (інструментальних та штампових), а також для ручного дугового зварювання обладнання, яке виготовлене із корозійностійких хромонікелевих і хромонікелемолібденових сталей. Також використовується для

наплавки другого шару на кромки деталей із перлітних сталей при їх зварюванні з аустенітними сталями. Додатково, застосовується для зварювання важливих елементів парових і газових турбін з аустенітних литих і кованих жароміцних сталей при температурі 550-600° С. Цей вид електроду також використовується для ремонту дефектів лиття із зазначених марок сталей та зварювання корозійностійких хромонікелемолібденових сталей, де стійкість до міжкристалічної корозії є важливою. Застосовується також для наплавки штампів, які використовуються в холодному та гарячому обрізанні, а також для зварювання швидкозношувальних деталей машин.

Механічні властивості швів при зварюванні сталі Св-04Х19Н11М3 наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 - Механічні властивості швів при зварюванні дротом Св-04Х19Н11М3, мас. % [5]

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\alpha_H$ (МДж/м <sup>2</sup> ) при температурі, °С	
			+20	мінус 20
319,2	585,7	35	1,19	0,83

Для зварювання використовуємо потрібну суміш Ar / CO<sub>2</sub> / O<sub>2</sub>.

Склад газових сумішей визначається на підставі товщини зварювального металу, його ступеня легування та вимог, що ставляться до зварювальних з'єднань, залежно від умов експлуатації виробу. Таблиця 5.3 надає відповідність різних газових сумішей для зварювання плавким електродом у різних сферах використання. Практика підтверджує ефективність цих сумішей, що робить їх рекомендованими для отримання якісних зварювальних з'єднань. Ураховуючи використання напів- і автоматичного зварювання, а також коротких швів у різних просторових положеннях з обов'язковим глибоким проплавленням, рекомендується використовувати вказані суміш Ar + 12 % CO<sub>2</sub> + 2 % O<sub>2</sub>. (табл. 5.3- 5.6).

Таблиця 5.3 – Склад вуглекислого газу зварювального, ГОСТ 8050-76 [6]

Вміст CO <sub>2</sub> , %	Вміст парів H <sub>2</sub> O, %	Температура насичення, К
99,5	0,184	225

Таблиця 5.4 – Склад аргону зварювального, ГОСТ 10157-73 [7]

Вміст, %					Температура насичення, К
Ar	пари H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	
99,98	0,03	0,005	0,01	0,003	223

Таблиця 5.5 – Склад вуглекислого газу зварювального, ГОСТ 8050-76 [8]

Вміст O <sub>2</sub> , %	Вміст парів H <sub>2</sub> O, %	Вміст парів H <sub>2</sub> , %
≥99,7	≤0,007	≤0,03

### 5.3 Вибір оптимальних параметрів режиму зварювання

Зварювальний струм, швидкість наплавки і напруга дуги взаємодіють між собою, значно впливаючи на якість зварювання та формування наплавленого металу. Зварювальний струм і швидкість зварювання представляють собою два технологічні параметри, які взаємодіють один з одним. Оптимальне комбінування цих параметрів дозволяє досягати високої якості зварювання і отримувати необхідні фізико-механічні властивості наплавленого металу.

При невеликому зварювальному струмі формується вузький валик із нерівними краями, що супроводжується непроварами. Дуга, в такому випадку, нестійка і може гаснути. Крім того, дріт, замкнений на виробі, нагрівається і може порватися при виході із струмопідвідних губок. У випадку перевищення зварювального струму оптимального значення, формування валика погіршується.

Знижена напруга може ускладнити запалювання дуги та призводити до нестійкого горіння, що зменшує ширину валика. З іншого боку, збільшена напруга

може спричинити утворення грубої і нерівномірної поверхні шва.

Визначення режимів зварювання здійснюється з урахуванням діаметру електродного дроту. Вибір діаметру дроту проводиться, враховуючи товщину металу виробу.

При напівавтоматичному зварюванні плавким електродом використовують електродний дріт з діаметром до 1,2 мм для швів, які розміщені в різних просторових положеннях. У випадку зварювання швів в нижньому положенні застосовується дріт діаметром до 3,0 мм. Для зварювання напівавтоматом обираємо дріт діаметром 1,6 мм.

Параметри режиму прихватки і зварювання напівавтоматом наведені в табл. 5.6, автоматом в табл. 5.7.

Таблиця 5.6 - Параметри режиму прихватки і зварювання напівавтоматом [9]

№	Показник	Значення
1	Діаметр електродного дроту, мм	1,6
2	Зварювальний струм, А	300-310
3	Напруга на дугі, В	29-30
4	Швидкість зварювання, м/год	30
5	Швидкість подачі дроту, м/год	500
6	Витрати газу л/хв	12-14
7	Виліт дроту, мм	20
8	Рід струму, полярність	Постійний, зворотна

Таблиця 5.7 - Параметри режиму зварювання автоматом [9]

№	Показник	Значення
1	Діаметр електродного дроту, мм	5
2	Зварювальний струм, А	750
3	Напруга на дугі, В	41
4	Швидкість зварювання, м/год	50
5	Швидкість подачі дроту, м/год	75-80
6	Виліт дроту, мм	50
7	Рід струму, полярність	Постійний, зворотна

#### 5.4 Вибір сучасного стандартного обладнання

Для прихваток і напівавтоматичного зварювання будемо використовувати зварювальний напівавтомат VarioSynergic VS. VarioSynergic – це система для зварювання MIG/MAG з мікропроцесорним управлінням, що містить джерело живлення, механізм подачі дроту, зварювальну горілку і блок охолодження. Режим синергетичного управління значно полегшує настройку апарату: достатньо задати товщину основного металу і діаметр присадкового дроту та надати джерелу живлення самостійно налаштувати параметри зварювання. VarioSynergic випускається в двох різних виконаннях: компактна версія зі встроєним подаючим механізмом, а також версія з окремим подаючим механізмом для портативного використання.

Синергетичне управління VarioSynergic складається з експертних знань для різних галузей використання. Необхідно лише обрати товщину зварювального металу і діаметр зварювального дроту, і апарат самостійно налаштує решту: зварювальний струм, напругу і продуктивність наплавлення.

VarioSynergic працює з покроковою та усіма типами суцільного зварювального дроту діаметром від 0,8 до 1,6 мм та має спеціальне налаштування індуктивності для зварювання в середовищі CO<sub>2</sub>.

Надійний і плавний процес запалення дуги: на початку зварювання дріт подається з більш низькою швидкістю, і апарат виходить на розрахункову швидкість подачі, як тільки дуга загориться.

Легко налаштована послідовність закінчення зварювання з запрограмованим дозапаленням зварювального дроту.

Технічні характеристики:

1. Спожитий струм при (100 % ПВ) 15,9 А.
2. Спожита потужність 11 КВа.
3. Cos phi 1 0,95 (400 А).
4. Коефіцієнт корисної дії 80 % (220 А).
5. Робоча напруга MIG/MAG 15,5–34,0.
6. Напруження холостого ходу 51 В.
7. Клас захисту IP 23.
8. Габарити Д/Ш/В 890/460/945 мм.
9. Відповідність міжнародним стандартам СЕ.

Індикація:

- товщина зварюваного матеріалу;
- роз'єм використовуваного дроселя;
- швидкість подачі дроту;
- перехідна дуга;
- ручний режим;
- перегрів;
- коди помилок;
- зварювальний струм (фактичне/налаштоване значення);
- напруга при зварюванні (фактичне/налаштоване значення).

Регульовані параметри:

- Soft-Start – сповільнена подача дроту в момент старту;

- потужність зварювання;
- час дозапалення дроту;
- час продувки газу перед і після зварювання;
- час інтервального зварювання;
- час точкового зварювання.

Режими роботи:

- інтервальне зварювання;
- точкове зварювання;
- 2-тактний режим;
- 4-тактний режим.

Серійне оснащення:

- Soft-Start;
- режим Synergic;
- заправка дроту без подачі газу і ввімкнення струму;
- функція перевірки газу;
- мікропроцесорне управління;
- живлення від генератора;
- захист від перегріву;
- індикація перегріву;
- CE- і S- маркування;
- терморегулюючий вентилятор охолодження;
- 4-роликівий механізм подачі дроту ( $\varnothing 0,8 \div 1,6$ ), 13 кг;
- розетка газопідігрівача.

Зачистку здійснюємо ручною шліфувальною машиною ИП-2015.

Технічні характеристики шліфувальної машини занесені в табл. 5.8.

Таблиця 5.8 - Технічні характеристики механізовано-ручної шліфувальної машини ИП-2015 [10]

Технічні дані	Значення
Потужність, кВт	1,275
Число обертів на холостому ході, хв <sup>-1</sup>	5100
Робоча швидкість шліфувального круга, м/с	40
Тип робочого інструменту	Шліфкруг.
номінальні розміри шліфувального круга, мм	150x25x32
посадковий діаметр абразивного круга, мм	32
Робочий тиск, МПа	0,63
Витрати повітря, м <sup>3</sup> /хв	1,9
Габаритні розміри, мм:	
-довжина	590
-ширина	164
-висота	130
Маса, кг	4,2

Для автоматичного зварювання будемо використовувати зварювальний трактор ТС-17С (табл. 5.9) в комплекті з джерелом ВДУ-1000, яке призначене для наплавки, автоматичного одношарового і багатшарового зварювання електродним дротом під шаром флюсу на постійному струмі (режим зварювання SAW) зі ступеневим регулюванням швидкості подачі електродним дротом і ступеневим регулюванням швидкості переміщення теліги за допомогою змінних шестерень. Зварювальний трактор ТС-17С представляє собою автоматизований мобільний пристрій, який автоматично здійснює подачу зварювального дроту, переміщення і захист дуги відповідно до заданої програми.

Комплекс для автоматичного зварювання складається із зварювального джерела живлення ВДУ-1000 трансформаторного типу і пересувного зварювального трактору ТС-17С.

Таблиця 5.9 - Технічні характеристики трактору ТС-17С

Найменування параметру	Значення
Напруга мережі живлення, В (при частоті 50Гц)	3x380
Номінальний зварювальний струм, (при ПВ = 100 %), А	1000
Діаметр електродного дроту, мм	3-5
Границі регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	52-403
Границі регулювання швидкості зварювання, м/год	16-126
Граничний кут нахилу зварювальної головки в площині, перпендикулярній шву, град	$\pm 45^\circ$
Потужність приводу подачі дроту і переміщення телеги, Вт	370
Колісна колія, мм	262
Місткість касети для дроту, кг	15
Ємність бункера для флюсу, л, не менше	6
Маса трактору, без дроту і флюсу, кг	48
Габаритні розміри, мм	715x370x600

Трактор ТС-17С складається із наступних основних вузлів: головки, мундштука, правильного механізму, коректуючого механізму, електродвигуна, ходового механізму, переднього шасі, бункера, котушки для зварювального дроту, основного пульта управління, електровимірювальних приладів.

Трактор уявляє собою самохідний механізм, який має пристрій для подачі дроту, бункер і прилад подачі флюсу, зварювальну головку і ланцюги вимірювання зварювального струму. Прилад подачі дроту і ходова телега приводяться в рух загальним електродвигуном. Зварювальна напруга на корпусі трактору відсутня (за виключенням деталей, безпосередньо пов'язаних зі зварювальним дротом і з струмведучими деталями). Швидкість подачі зварювального дроту і швидкість

зварювання не залежать від напруги на зварювальній дугі і регулюються змінними шестернями. Трактор рухається вздовж шву ходовим механізмом з заданою швидкістю зварювання. Обидва механізми (подаючий і ходовий) змонтовані з двигуном в один блок, який є несучим корпусом автомату.

Правильний механізм служить для випрямлення електродного дроту, що змотується з касети. Він складається з трьох роликів, розміщених над механізмом подачі. Режим правки регулюється упорним гвинтом верхнього ролика.

Коректуючий механізм служить для поперечного нахилу мундштука разом з головкою. Коректуючий механізм складається із черв'яка, закріпленого на корпусі подаючого механізму, і черв'ячного сектору, нерухомо закріпленого на корпусі електродвигуна. На обидва кінця черв'яка насаджено маховички. При обертанні маховичка, черв'як обкочується по сектору і повертає всю зварювальну головку. Перед налаштуванням механізму, при необхідності, потрібно послабити затяжку гайок, які кріплять черв'як до корпусу, після налаштування ці гайки необхідно затягнути.

Бункер служить для подачі флюсу в зону дуги. На патрубкові бункера може бути встановлено показник, за допомогою якого зварювальник може контролювати направлення дуги по шву.

Переднє шасі складається із траверси та двох висувних штанг на яких закріплені передні колеса або копіювальні ролики. Кількість колес і роликів залежить від типу зварювального шва і способу зварювання.

Механізм подачі (зварювальна головка) електродного дроту складається із 2-х ступінчатого черв'ячного редуктора з парою змінних циліндричних шестерень (для налаштування на потрібну швидкість подачі) і двох роликів, які подають затиснений між ними дріт.

Механізм руху (ходовий механізм) складається із 3-х ступінчатого черв'ячного редуктора з парою змінних циліндричних шестерень (для налаштування на потрібну швидкість зварювання), двох ведучих коліс і маховичків на задніх колесах для вимкнення приводу при ручному перекочуванні автомату.

Електрична схема автомату забезпечує:

- підйом і опускання електродного дроту при допоміжних операціях (закорочення дроту перед зварюванням, підйом дроту із шлака);
- переміщення автомата при вимкненому зварювальному ланцюгу;
- дистанційне ввімкнення джерела зварювального струму і збудження дуги на початку зварювання;
- подачу дроту і переміщення автомата в процесі зварювання;
- дистанційне регулювання зварювальної напруги;
- вимкнення зварювальної напруги в кінці зварювання.

Пульт управління призначено для управління роботою і налаштування автомату. На передній панелі пульта управління встановлені амперметр, вольтметр і органи управління автомату. На задній панелі встановлено роз'єм для підключення блока управління.

Трактори ТС-17С оснащені повним комплектом змінних деталей і можуть налаштовуватися на необхідний тип шву.

Трактор ТС-17С виконує зварювання:

- з'єднань встик з розділенням і без розділення кромки, з копірами і без копирів;
- кутових швів;
- нахлесточних з'єднань;
- зварювання в «лодочку».

При зварюванні стикових швів, зібраних з зазором або розділенням кромки, і кутових швів «в лодочку», передні ролики ходового механізму, що встановлюються замість коліс, рухаються по розділенні шва або по куту, утвореному зварюваними листами і, таким чином, направляють весь трактор по шву. При зварюванні кутових швів нахиленим електродом, особливо при зварюванні швів малого перерізу, використовується подвійне копіювання: грубе направлення трактору по шву - самокопіюванням за рахунок перекоосу трактора, а точкове - хитанням мундштука трактора.

Шви можуть бути прямолінійними і кільцевими. Мінімальний діаметр

внутрішніх кільцевих швів - 1200 мм. Зварювання кутових з'єднань може здійснюватися «в лодочку» або «в тавр» нахиленим електродом. При зварюванні внутрішніх кільцевих швів трактор рухається по барабану зі швидкістю, яка дорівнює коловій швидкості обертання барабана, але у зворотному напрямку. Завдяки цьому трактор фактично стоїть на місці, а барабан рухається під ним з заданою швидкістю зварювання.

Трактор ТС - 17С може рухатися і по направляючій лінійці, яка укладається на виробі паралельно шву. Направляюча лінійка незручна в експлуатації, так як потребує попередньої точної укладки. Ось чому використовувати направляючу лінійку рекомендується у виняткових випадках, наприклад, при зварюванні дуже коротких виробів, або коли переміщення трактору по виробу неможливе.

Переваги трактора ТС-17С:

- надійність і простота конструкції;
- ступінчате регулювання швидкості подачі електродного дроту і ступінчате регулювання швидкості переміщення телеги за допомогою змінних шестерень;
- підвищена стійкість наконечників за рахунок використання подаючих роликів з гладкою поверхнею;
- наявність регулюючого копіра для зварювання таврових швів і швів з розділенням кромки;
- збільшення потужності двигуна;
- збільшення зносостійкості редукторів за рахунок раціональної конструкції редукторів;
- удосконалений механізм подачі дроту;
- можливість підключення місцевого освітлення (по окремому замовленню);
- удосконалена електрична схема;
- зміна центра ваги трактора при зварюванні по похилій площині;
- можливість зчеплення і розчеплення коліс з приводом за допомогою муфти;
- мала вага і невеликі габаритні розміри для зручності переносу з міста на місце і виконання зварювання у важкодоступних місцях.

Випрямляч ВДУ-1000 (табл. 5.10) Використовується в якості зварювального

джерела для трактора ТС-17С (режим SAW). Випрямляч ВДУ-1000 в комплекті зі зварювальним автоматом призначено для зварювання під шаром флюсу виробів із вуглецевих і легованих сталей (режим SAW), а також може бути використаний для повітряно-дугового різання кутовим електродом в режимі падаючої зовнішньої характеристики.

Таблиця 5.10 – Технічні характеристики зварювального джерела ВДУ-1000

Найменування параметра	Значення
Напруга живильної мережі, В	3x380
Частота живильної мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А	1000
Номінальний режим роботи (ПВ) при циклі 10 хв., %	100
Найменший зварювальний струм, А	250
Найбільший зварювальний струм, А	1250
Номінальна робоча напруга, В	44
Границі регулювання робочої напруги, В	25-45
Напруга холостого ходу, В, не більше	80
Регулювання зварювального струму	плавне
Коефіцієнт корисної дії, не менше, %	85
Споживча потужність, при номінальному струмі, кВА, не більше	108
Габаритні розміри, мм	1030x730x915
Маса, кг	460

Основні переваги ВДУ-1000:

- має три види зовнішніх вольтамперних характеристик: дві жорсткі і одна падаюча характеристики для зварювання і наплавлення під шаром флюсу;

- наявність падаючої зовнішньої характеристики для зварювання під шаром флюсу, а також для повітряно-дугового різання (строжки) кутовим електродом;
- попередня установка зварювальної напруги;
- наявність двох ступенів індуктивності, які дозволяють оптимально підібрати зварювальний режим;
- наявність термозахисту від перевантаження;
- наявність захисту від короткого замикання;
- можливість як місцевого, так і дистанційного регулювання зварювальних параметрів;
- висока надійність обмоточних вузлів;
- надійне запалення і стійке горіння дуги;
- клас ізоляції H;
- суттєво менше енергоспоживання і вага джерела в порівнянні з аналогами.

Для випрямлення конструкції використовуємо установку WIAP LC 20.

Установка для випрямлення металу WIAP LC 20 змушує деталь за допомогою вібратора коливатися. За процесом випрямлення можна завдяки додатковим вимірювальним приладам, разом з регулятором кількості обертів двигуна спостерігати і на нього впливати. Таким чином, деталі впродовж перших 5 - 10 хвилин мають власний діапазон коливань з різною кількістю обертів, ніж через 15 хвилин. Тоді власний діапазон коливання потрапляє в спокійний, більше не мандрівний, фіксованої зони обертів. Струм двигуна зменшується в процесі випрямлення. Це надійне свідчення того, що зниження напруги відбулося. За допомогою випрямлення металу з вібрацією за допомогою WIAP VDSF можна досягнути в багатьох випадках хороших результатів без суттєвих додаткових витрат.

#### Комплект установки WIAP LC20

1 Блок управління (ширина x висота x глибина) 450 x 200 x 500 мм, в переносній коробці зі ступінчатим управлінням частоти обертання, таймер, датчик прискорення, цифрова панель дисплея, струм двигуна – частота обертання двигуна вібратора, аварійна зупинка.

2 Вимірювальний зонд з зажимом.

3 Вібратор WIAP - V20 / двигун 0,75 / 1 кВт 2800/5600 обертів; вимірювальний зонд, пересувний ексцентричний корпус, розрахований на 20-тонне коливання. Від 0 до 12354 N при максимальній частоті обертання. Максимальна дисбаланса маса 0,744 кг (налаштувати вагу деталі в залежності від конструкції).

4 Гумові прокладки мм 100 x 100 x 200 (50 шор), у будь-якому 3-підложка для кращого власного дисбалансу.

5 Важкі спеціальні струбцини WIAP.

6 Поєднувальний кабель для вимірювального зонда.

7 Комплект ключів.

Вага: комплект з пакуванням: 80 кг.

## 5.5 Технологія і техніка складально-зварювальних робіт

Підготовка робочого місця.

Організація робочого місця передбачає визначення необхідної кількості робочого персоналу відповідно до обсягу виконуваних завдань та їх кваліфікації.

Необхідно перевірити чистоту робочого місця та впевнитися, що воно вільне від сміття та зайвих предметів.

Також слід перевірити стан та справність інструментів, обладнання та пристосувань та готовність їх до використання. Обладнання повинно бути справним і має мати інвентарний номер, а пристосування повинно бути замарковане.

Перевірка стану та справності засобів захисту є також обов'язковою, і будь-які несправності слід повідомити майстру. Під час роботи з електрозварюванням слід включити місцеву та загальнообмінну вентиляцію та розмістити зонти поблизу місця зварювання. Зазначено, що зонти повинні знаходитися на визначеній висоті та відстані від зварювальної дуги. Після завершення робіт зонти слід відвести від

робочого місця.

#### Підготовка технічної документації

Перед початком складальних і зварювальних робіт працівник повинен ознайомитися із робочими кресленнями, включаючи їх складальні одиниці та деталі, а також володіти інформацією з технічної документації та розуміти порядок виконання складальних і зварювальних операцій.

#### Підготовка матеріалів

Отримання необхідних зварювальних матеріалів, таких як електроди і зварювальний дріт, проводиться відповідно до технологічної документації на виготовлення. Електроди повинні пройти процес просушування та мати бірку з вказівкою номера партії, марки, діаметру електродів і дроту, а також позначення відділу технічного контролю, щодо їх приймання.

Кількість зварювальних матеріалів на робочому місці повинна відповідати потребам одного змінного робочого часу.

Підготовка деталей перед зварюванням включає етапи, такі як попереднє видалення масла, маркувальної фарби та інших забруднень; кінцеве знежирення; видалення вихідної грубої та неоднакової окисної плівки; пасивація поверхні; промивка; сушка; та контроль стану поверхні.

Перед зварюванням поверхні деталей очищаються щітками з обох сторін на ширину 30-50 мм. Важливо, щоб поверхня мала матовий вигляд або рівномірний металічний блиск. Складання виконується відповідно до розмітки, і послідовність операцій обирається для забезпечення безперервного технологічного процесу та мінімізації транспортних операцій.

#### Виготовлення.

Ширина або катет прихваток повинна відповідати умовам: не перевищувати 0,7 ширини або катета майбутнього шва і бути не менше 4 мм – 6 мм для прихвачуваних елементів товщиною 6 мм. При обробці з'єднання деталей різної товщини враховують товщину тоншого металевого шару.

За потреби дозволяється використовувати прихватки поза місцем розміщення швів для тимчасового скріплення. Після виконання їх функції такі прихватки мають

бути видалені, а місце їх розташування повинно бути очищено на рівень з основним металом.

Виконання зварних швів проводиться відповідно до ГОСТ 14771-76, за винятком окремих визначених відмінностей.

Порядок складання і зварювання.

Операція 01 Комплектування

Укомплектувати складальну одиницю вхідними деталями.

Операція 5 Транспортна

Подати комплекти на робоче місце.

Операція 10 Слюсарна

Зачистити у вхідних деталях місця з'єднання від масла і бруду.

Пристосування та допоміжний інструмент: щітка металічна, окуляри тип «0», ганчір'я.

Операція 15 Контрольна операція

На стадії підготовки перевіряють чистоту поверхонь, зачищених під зварювання: відсутність на них забруднень і дефектів ливарного походження - раковин, пористості, засорів, мікротріщин та інш. Для цього використовують методи візуального контролю з використанням луп і збільшувального скла.

Складальна одиниця 1 «Спіраль» (див. НУЗП 222223.001СК).

Операція 20 Зварювальна

а) зібрати поз.1 - 1 шт. з поз.2 - 1 шт. + поз.3 - 1 шт. Зазор під зварювання  $0^{+1,5}$ .

Вимірювальний інструмент: щуп №4.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються

б) прихватити НДЗ (напівавтоматичне дугове зварювання) поз.1 - 1 шт. з поз. 2 - 1 шт. + поз.3 - 1 шт.

в) зварити АЗЗГ (автоматичне зварювання у захисному газі) поз. поз.1 - 1 шт. поз.2 - 1 шт. + поз.3 - 1 шт. швом ТЗ катет 7.

Операція 25 Слюсарна

Зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

Складальна одиниця 2 «Пробка» (див. НУЗП 222223.002 СК)

Операція 30 Зварювальна

а) зібрати поз. 1 - 1 шт. з поз. 2 - 1 шт. з поз. 3 - 1 шт. з поз.4 - 2 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз. 1 - 1 шт. з поз.4 - 2 шт.

в) зварити НДЗ поз. 1 - 1 шт. з поз.4 - 2 шт. Зварювання згідно ГОСТ 23518- 79 Т1 катет 5 з двох сторін.

Операція 35 Слюсарна

Зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

Операція 40 Слюсарна

Обтяжка гайок поз.5 - 2 шт.

Складальна одиниця 3 «Люк» (див. НУЗП 222223.003 СК)

Операція 45 Зварювальна

а) зібрати поз.9 - 1 шт.+ поз.10 - 1 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз.9 - 1 шт.+ поз.10 - 1 шт.

в) зварити АЗЗГ поз.9 - 1 шт. + поз.10 - 1 шт. Зварювальні шви Т1 катет 7 по контуру.

Операція 50 Зварювальна

а) зібрати поз.9 - 1 шт.+ поз.1 - 2 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз.9 - 1 шт.+ поз.1 - 2 шт.

в) зварити АЗЗГ поз.9 - 1 шт. + поз.1 - 2 шт. Зварювальні шви по ГОСТ 23518- 79-Т2 катет 7.

Операція 55 Слюсарна

Зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

Операція 60 Зварювальна

а) зібрати поз.9 - 1 шт.+ поз.2 - 4 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз.9 - 1 шт.+ поз.2 - 4 шт.

в) зварити АЗЗГ поз.9 - 1 шт. + поз.2 - 4 шт. Зварювальні шви ТЗ катет 7.

Операція 65 Слюсарна

Зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

Операція 70 Зварювальна

а) зібрати поз.9 - 1 шт.+ поз.14 - 2 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз.9 - 1 шт.+ поз.14 - 2 шт.

в) зварити НДЗ поз.9 - 1 шт. + поз.14 - 2 шт. Два зварних шва по ГОСТ 23518-79-Т2 катет 8.

г) зварити НДЗ поз.2 - 1 шт. + поз.14 - 2 шт. Два зварних шва ТЗ катет 8.

Операція 75 Слюсарна

Зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

Операція 80 Зварювальна

а) зібрати поз.9 - 1 шт.+ поз.3 - 1 шт.+ поз.4 - 1 шт.+ поз.5 - 2 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз.9 - 1 шт.+ поз.3 - 1 шт.+ поз.4 - 1 шт.+ поз.5 - 2 шт.

в) зварити НДЗ поз.9 - 1 шт.+ поз.3 - 1 шт.+ поз.4 - 1 шт.+ поз.5 - 2 шт. Чотири зварних шва по ГОСТ 23518-79-Т2 катет 8.

Операція 85 Зварювальна

а) зібрати поз.2 - 1 шт.+ поз.8 - 1 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз.2 - 1 шт.+ поз. 8 - 1 шт.

в) зварити НДЗ поз.2 - 1 шт.+ поз. 8 - 1 шт.

Операція 90 Слюсарна

Зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

Складальна одиниця 4 «Рама» (див. НУЗП 222223.004 СК)

Операція 95 Складальна

Прикріпити до скл. од.1 на бокових з'єднаннях стінки.

Операція 95 Зварювальна

а) зібрати поз. 4 - 2 шт + поз.30 - 2 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз. 4 - 2 шт + поз.30 - 2 шт.

в) зварити НДЗ поз. 4 - 2 шт + поз.30 - 2 шт.

Операція 100 Зварювальна

а) зібрати поз. 4 - 2 шт + поз.30 - 2 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити НДЗ поз. 4 - 2 шт + поз.30 - 2 шт.

в) зварити НДЗ поз. 4 - 2 шт + поз.30 - 2 шт.

Операція 105 Зварювальна

а) зібрати поз. 1 - 1 шт + поз.19 - 1 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити поз. 1 - 1 шт + поз.19 - 1 шт.

в) зварити НДЗ поз. 1 - 1 шт + поз.19 - 1 шт.

Операція 110 Зварювальна

а) зібрати поз. 1 - 1 шт + поз.18 - 1 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити поз. 1 - 1 шт. + поз.18 - 1 шт.

в) зварити НДЗ поз. 1 - 1 шт. + поз.18 - 1 шт.

Операція 115 Зварювальна

а) зібрати поз. 19 - 1 шт. + поз.17 - 1 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити поз. 19 - 1 шт. + поз.17 - 1 шт.

в) зварити НДЗ поз. 19 - 1 шт. + поз.17 - 1 шт.

Операція 120 Зварювальна

а) зібрати поз. 14 - 2 шт. и поз. 15 - 2 шт.+ поз. 31 - 8 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити поз. 14 - 2 шт. і поз. 15 - 2 шт. + поз. 31 - 8 шт.

в) зварити НДЗ поз. 14 - 2 шт. і поз. 15 - 2 шт. + поз. 31 - 8 шт.

Операція 125 Слюсарна

а) зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

б) встановити дві тимчасові розпорки 100x100x2270 мм всередині між стінками: одну в районі вузла Ц; другу від вузла Ф.

Операція 130 Зварювальна

а) зібрати скл.од. 4 - 2 шт. + скл.од. 3 - 1 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити поз. 4 - 2 шт. + скл.од. 3 - 1 шт.

в) зварити НДЗ поз. 4 - 2 шт. + скл.од. 3 - 1 шт.

Операція 135 Слюсарна

а) зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

б) обтяжка всіх болтів

Операція 140 Зварювальна

Зварити НДЗ без зміни положення всіх позицій крім поз.10 - 2 шт. + поз. 12 - 2 шт. + поз. 13 - 2 шт. + поз. 18 - 1 шт. + поз. 19 - 1 шт.

Операція 145 Транспортна

Поворот на 90°.

Операція 150 Зварювальна

а) зібрати поз. 2 - 1 шт. + поз. 3 - 1 шт. + поз. 4 - 2 шт. + поз.20 - 2 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити поз. 2 - 1 шт. + поз. 3 - 1 шт. + поз. 4 - 2 шт. + поз.20 - 2 шт.

в) зварити НДЗ поз. 2 - 1 шт. + поз. 3 - 1 шт. + поз. 4 - 2 шт. + поз.20 - 2 шт.

Операція 155 Слюсарна

Зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

Операція 160 Зварювальна

а) зібрати поз.1 - 1 шт. + скл. од.2 - 1 шт.

Примітка: Окалина, корозія, масла, фарба та інш. забруднення не допускаються.

б) прихватити поз.1 - 1 шт. + скл. од.2 - 1 шт.

в) зварити НДЗ поз.1 - 1 шт. + скл. од.2 - 1 шт.

Операція 165 Слюсарна

Зачистити складальну одиницю після зварювання від бризків металу.

Пристосування і допоміжний інструмент: шліфмашина.

Операція 170 Слюсарна

Обробка на установці WIAP LC 20 впродовж 15 хв.

Операція 175 Контрольна

Проводиться огляд всієї конструкції на предмет відповідності дійсних і розмірів на кресленні.

- зовнішній огляд - 100 %;
- перевірити якість зварних швів, відсутність тріщин, раковин, непроварів – 100 %. Тріщини, прожоги і непровари не допускаються.

Вимірювальний інструмент: лупа 7\*.

- перевірити розміщення зварних швів, величину катета - 100 %.

Вимірювальний інструмент: катетомер.

Зварні шви, які не відповідають розмірам необхідно підварити з попереднім зачищенням підварених швів. Тріщини, виявлені після зварювання, рихтовки, зачистки необхідно розділити, засвердлити початок і кінець тріщини і підварити.

## 5.6 Контроль якості, методи усунення дефектів

Контроль якості при виготовленні виконується поетапно в процесі виготовлення:

- контроль заготовок, які поступили на ділянку;
- контроль якості після зварювання окремих одиниць;
- кінцевий контроль якості.

В процесі виготовлення складальних одиниць і деталей необхідно перевірити на відповідність вимогам стандартів (технічних умов) і проєкту:

- стан і якість зварювальних складальних одиниць і деталей і зварювальних матеріалів;
- якість підготовки кромки і збирання під зварювання;
- дотримання технологічного процесу зварювання.

Заготовки піддають контролю якості величини деформації і кривизни поверхні.

Оскільки неруйнуючий контроль є найбільш перспективним при дефектоскопії зварних з'єднань [5], то будемо використовувати саме цей вид контролю якості зварних з'єднань.

Найбільш простим способом неруйнуючого контролю є зовнішній огляд з'єднань неозброєним оком або через лупу 7-10-кратного збільшення. При огляді перевіряємо розміщення точок у відповідності з кресленням, форму, розміри вм'ятин від електродів, наявність поверхневих дефектів, величину зазорів між деталями і деформацію вузла.

Візуальний контроль проводити в наступному порядку:

- виконати контроль форми шва за допомогою спеціальних шаблонів;
- виконати контроль поверхні шва. Не допускаються подрізи більше 1 мм в глибину, непровари, кратери, тріщини;
- недопустимі дефекти видаляти.

Геометричні форму і розміри поверхонь вимірюють за допомогою засобів,

які забезпечують точність не більше 30% встановленого допуску на виготовлення.

Поверхневий контроль якості, на предмет наявності, закатів, розшарувань, тріщин, грубих рисок, які можуть впливати на якість і зовнішній вигляд, проводиться за допомогою візуального огляду.

Візуальний контроль і вимірювання зварних швів рекомендується проводити після очищення швів та поверхонь основного металу від шлаку, бризків та інших забруднень.

Піддавати візуальному контролю та вимірюванням слід всі зварні шви для виявлення будь-яких зовнішніх неприпустимих дефектів. Ці операції слід проводити в доступних місцях з обох сторін на всій протяжності шва.

Після складання і зварювання кронштейн повинен задовольняти наступним вимогам:

- а) відхилення по довжині не більше  $\pm 0,3$  % номінальної довжини;
- б) відхилення від прямолінійності не більше 2 мм на довжині 1 м.

При цьому, в місцях зварних швів не враховується місцева непрямолінійність.

Зовнішні дефекти, перераховані нижче, не припустимі в зварювальному з'єднанні:

- тріщини всіх видів і напрямлень;
- свищи і пористість зовнішньої поверхні шва;
- подрізи;
- прожоги, наплави і незаплавлені кратери;
- відхилення та спільний увод кромки зварюваних елементів вище передбачених норм;
- невідповідність розмірів, форми і вимогам стандартів, проєкту або технічних умов;
- пори, які виходять за границі норм (допустимий максимальний розмір дефекту 0,5 мм, допустиме число дефектів на будь-які 100 мм шва 3);
- глибина западин між валиками шву, лускатість поверхні, які перевищують допуск на посилення шва по висоті.

В зварних з'єднаннях не допускаються наступні внутрішні дефекти:

- всі види та напрямки тріщин, включаючи мікротріщини, виявлені під час мікродослідження;

- свищи;

- непровари (несплавлення), розміщені в перерізу зварного з'єднання.

Для оцінювання герметичності використаємо метод керосинової проби [5].

У разі виявлення дефектів у зварювальному шві рекомендується виправити проблему шляхом проведення зварювання в середовищі аргону.

## 6 ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЯНКИ ЗВАРЮВАННЯ

Ділянка зварювання розміщена у другому ряді блоку цехів .

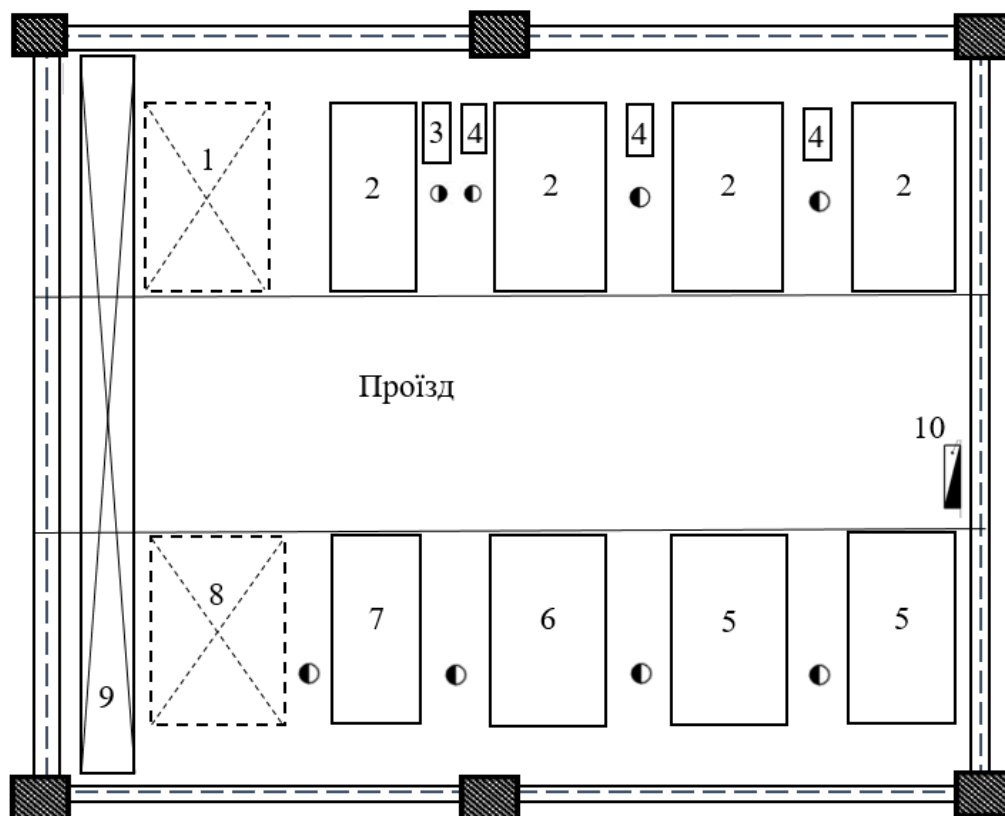
На ділянці використовуються:

Проїзди, шириною, достатньої для транспортування вантажів між ділянками і для проїзду пожежних машин.

Транспортні пристрої для переміщення вантажів і виробничого обладнання.

Необхідні системи комунікацій: підвод силового струму, води стисненого повітря.

Спроектована виробнича ділянка представлена на рис. 6.1.



Склад деталей; 2 - місця зварювання; 3 - ВДУ-1000; 4 - зварювальний напівавтомат; 5 - місце зачищення; 6 - місце вібраційної обробки; 7 - контроль якості; 8 - склад готових виробів; 9 - кран-балка вантажопідйомністю 10 т; 10 - пожежний щит;

Рисунок 6.1 – План ділянки

На дільницю зварювання поступають деталі, які пройшли вхідний контроль і визнані придатними до зварювання.

На дільниці передбачено проїзд шириною 4 м для вільного проїзду пожежних машин. Битовки, санітарні приміщення, приміщення для ІТР знаходяться в загальноцеховому приміщенні.

Визначимо висоту прольоту цеху по наступній формулі [6.1]:

$$H_{\text{п}} \geq h_1 + h_2 + h_3 \quad (6.1)$$

де  $h_1$  – найбільша висота виробничого обладнання в розглянутому прольоті. В нашому випадку це висота зварювального стола з деталлю  $h_1 = 3,5$  м;

$h_2$  – відстань між найвищою точкою установки і найбільш низькою частиною підйомного крану  $h_2 = 0,4-1$ м;

$h_3$  – відстань від рівня поверхні головки рельсів підкранових шляхів до найбільш низької точки підйомного крану в його найбільш високому положенні,  $h_3 = 1,0$  м.

$$H_{\text{п}} \geq 3,5+1+1= 5,5 \text{ м}$$

Із ряду стандартних висот приймаємо  $H_{\text{п}} = 6,25$  м, що відповідає висоті прольоту цеха.

Розрахункові розміри прольотів та інші параметри наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розміри прольотів в складально-зварювальному цеху і відповідна допустима вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів [11]

Крок колон, м	Ширина прольоту, м	Висота прольоту до низу ферми, м	Висота прольоту до головки рельса	Вантажопідйомність, т	
				напольний транспорт	мостовий кран
12	18	7,2	6,25	5	30

## 7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці при технології аргонодугового зварювання рам корпусів металургійної промисловості.

### 7.1 Аналіз потенційних небезпек

а) незадовільна організація та підготовка робочого місця, що може бути пов'язано з недостатнім урахуванням вимог ергономіки, включаючи нерациональним розташуванням технологічного обладнання і захаращеність робочої зони.

б) можливість ураження електричним струмом. Основними причинами ураження можуть бути не виконання правил електробезпеки, невикористання засобів індивідуального захисту, відсутність захисного заземлення, частково оголені дроти, неізольовані скручування, пробій ізоляції.

в) механічні травми, які можуть бути через порушення правил охорони праці при збиранні корпусів, через невикористання спеціального одягу, або використання несправного обладнання та інструментів, негативний вплив теплового випромінювання, який утворюється в зоні зварювання.

г) отруєння-зварювальними газами в результаті неефективної роботи місцевої витяжної механічної вентиляції в місцях їх утворення.

ґ) електроофтальмія - потужне ультрафіолетове випромінювання від зварної дуги, що може призвести до ушкодження органів зору.

д) термічні опіки в результаті випадкового дотику нагрітих поверхонь деталей або заготовок.

ж) наявність шкідливих речовин в робочій зоні.

з) незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з

ладу освітлювальних приладів або надмірної забрудненості. Це може призвести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, а в результаті і до травмування.

и) можливість загорянь причинами яких є порушення правил пожежної безпеки, витік горючих робочих газів, коротке замикання.

і) неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є невідповідність персоналу до дій в умовах НС, низька ефективність управління в цих умовах, що може привести до травмування або смерті.

## 7.2 Заходи по забезпеченню безпеки

Місця проведення зварювальних робіт розділяють на постійні і тимчасові. Постійні (стаціонарні) місця призначені для робіт, які виконуються в спеціально обладнаних цехах, майстернях і так далі. Встановлюють зварювальний апарат в захищеному від атмосферних дій, добре провітрюваному приміщенні площею не менше 3 м<sup>2</sup>. Краще всього, якщо підлога із бетону, а стіни приміщення не повинні відображати зварювальні відблиски, що може представляти небезпеку для очей. У ідеалі робоче місце зварювальника повинне розташовуватися в спеціальній кабіні.

Таке робоче місце може бути обладнане для зварювання малогабаритних предметів. Каркас кабінки можна зробити з металу, а стіни - з різних вогнестійких матеріалів. Дверний отвір кабінки закривають брезентовою завісою, підвішеною на кільцях. У кабіні встановлюють джерело зварювального струму металевий стіл з ґратами і витяжною парасолькою, стілець з підймальним гвинтовим сидінням, стелажі для зварювального дроту, електродів і інших необхідних інструментів і матеріалів. Якщо зварювання виконується в захисному газі, то має бути передбачене місце для балонів. Правильна організація робочого місця - передумова якісного зварювання і високої продуктивності праці. Зварювальні роботи на

постійних зварювальних постах слід виконувати лише за наявності працюючої вентиляції. В процесі роботи слід застосовувати пересувні воздуховідсоси.

Розташування технологічного обладнання повинно забезпечувати його безпечну експлуатацію, зручне обслуговування і ремонт. Повинні бути передбачені зони обслуговування (для постійних робочих місць довжина зони  $\geq 1,5$  м, ширина  $\geq 1$  м. Для ремонтних робочих місць довжина зони  $\geq 1,5$  м, ширина  $\geq 0,8$  м) висота зони обслуговування (від настилу до конструктивних елементів  $\geq 2$  м).

Робочі місця зварників і налавників повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.061 - 81 «ССБТ. Оборудование производственное. Загальні вимоги безпеки до робочих місць », ГОСТ 12.2.033 - 78 « ССБТ. Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Громад ергономічні вимоги », ГОСТ 12.2.032 - 84 «ССБТ. Робоче місце при виконанні робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги ».

Головною ідеєю стандартів є положення про, «Конструктивні та ергономічні особливості робочого місця повинні забезпечувати безперешкодне і зручне виконання всіх робочих операцій». Кольорове рішення технологічного обладнання повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.4.026 - 76 «Кольори сигнальні і знаки безпеки».

Основними причинами поразок електричним струмом можуть бути не виконання правил електробезпеки, невикористання засобів індивідуального захисту, відсутність захисного заземлення, частково оголені дроти, неізольовані скручування, пробій ізоляції.

Основні заходи захисту повинні бути:

Згідно вимог НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок» для безпечного проведення робіт необхідно виконати наступні організаційні заходи: (п. 6.1.1)

- призначити працівників, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- видати наряд або розпорядження;
- видати дозвіл на підготовку робочих місць і на допуск; - підготувати робочі місця та забезпечити допуск до роботи;
- забезпечити нагляд при виконанні робіт;

- при необхідності, організувати переведення на інше робоче місце;
- забезпечити оформлення перерв у роботі та порядок її закінчення.

До основних заходів захисту людини від ураження електричним струмом, відносять:

- забезпечення неможливості випадкового дотику до струмоведучих частин, що перебувають під напругою;
- електричний розподіл мережі;
- усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, кожухах та інших частинах електроустановки, що досягається захисним заземленням, зануленням і захисним відключенням;
- використання малих напруг;
- захист від випадкового дотику до струмоведучих частин кожухами, огороженням або подвійною ізоляцією;
- захист від небезпек можливих при переході напруги з вищої сторони на нижчу; - контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;
- компенсація ємнісної складової струму замикання на землю;
- застосування спеціальних електрозахисних засобів, блокувань, сигналізації та запобіжних пристроїв;
- організація безпечної експлуатації електроустановок.

Використання захисного заземлення:

- робоче заземлення – це заземлення струмоведучих частин електроустановки, яке виконане для забезпечення роботи електроустановки (не з метою електробезпечності), наприклад, робоче заземлення нейтралі трансформатора;
- заземлення блискавкозахисту – це заземлення блискавкоприймача, з метою захисту об'єкта від прямого удару блискавки;
- захисне заземлення – це заземлення, яке виконане з метою електробезпечності, тобто з'єднання відкритих провідних частин (ВПЧ) із заземлювачем для захисту від непрямого дотику та від наведеного напруги.

На практиці, у більшості випадків, це той же самий заземлювач до якого

приєднують і ВПЧ, і нейтралі трансформаторів, і блискавкоприймачи. Тільки при яких-небудь обґрунтуваннях (технологічних, з погляду безпеки і т.п.) застосовують три різні заземлювача, що обходиться значно дорожче.

Заземлення використовують також для захисту від статичної електрики, що накопичується при терті діелектриків для захисту від електромагнітних випромінювань, підключаючи екрани до заземлювача і т.п.

Захисне заземлення може бути ефективним тільки в тому випадку, якщо струм замикання на землю не збільшується зі зменшенням опору заземлення. Це можливо в мережах з ізольованою нейтраллю, де при глухому замиканні на землю або на заземлений корпус струм не залежить від провідності (або опору) заземлення, а також у мережах, напругою вище 1000 В з заземленою нейтраллю. В останньому випадку замикання на землю є коротким замиканням, при цьому спрацьовує максимальний струмовий захист. У мережі із заземленою нейтраллю напругою до 1000 В заземлення неефективне, тому що навіть при глухому замиканні на землю струм залежить від опору заземлення та зі зменшенням останнього струм зростає.

Електрообладнання зварювальних ділянок, ділянок нанесення наплавлень, ділянок електрошлакової переплавки і т.д., повинні відповідати вимогам НПАОН 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», ДСН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів» і ін. чинним нормативним актам.

Експлуатацію та ремонт електроустановок повинні проводити спеціально навчений персонал (вимоги до персоналу повинні відповідати ДНАОП 0.00- 1.21- 98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»).

Для кожної електроустановки повинні бути зроблені експлуатаційні схеми нормальної та аварійної роботи. В електричних схемах повинні бути передбачені захисні електроприймачі від перевантажень і коротких замикань.

Електричне обладнання повинні бути заземлені відповідно до ПУЕ-2009.

Всі неізолювані струмопровідні елементи електрообладнання повинні бути

надійно обгороджено суцільними огорожами, зняття або відкриття яких можливо тільки за допомогою спеціальних пристроїв. Друге рішення - розташування на недоступній висоті (більш ніж на 3 м). Умови роботи на ділянках зварювальних і наплавочних робіт характеризується підвищеною запиленістю через генерації аерозолів при роботі зварювального устаткування або наплавочного. У цих умовах електрообладнання повинно використовуватися в пилозахисні виконанні.

При виконанні робіт, що стосуються можливості ураження електричним струмом, необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту відповідно до НПАОП 24,9-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів», НПАОП 40.1-1.01.97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». Наприклад: діелектричні килимки та ін.

Проводка для трансформаторів може бути тимчасовою і постійною, але на всій її протяжності вона повинні бути піднята на висоту, яка забезпечує недосяжність (> 3 м). Спуск проводів виконується по колонах для виключення механічних пошкоджень, застосовують шланговий провід.

Зварювальні дроти повинні бути гнучкими, з легкої і міцної ізоляцією.

Включення джерел живлення зварювального поста здійснюється тільки через рубильник.

Для виключення механічних травм працівники, зварювальних і наплавочних ділянок повинні забезпечуватися захисним спецодягом та індивідуальними захисними засобами відповідно до ГОСТ 12.4.103-83 «Одяг спеціальний захисний, засоби індивідуального захисту ніг і рук».

Класифікація.

Брезентові захисні костюми ГОСТ 12.4.221-2002 «ССБТ Одяг спеціальний для захисту від підвищених температур теплового випромінювання, конвективної теплоти».

Щитки захисні ГОСТ 12.4.035 78 «ССБТ щитки захисні лицьові для електрозварників».

Рукавиці брезентові ГОСТ 12.4.010-75 «ССБТ Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні».

Спеціальне взуття (черевики, напівчоботи) із захисним носком згідно ДСТУ 10998-74 «ССБП Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних пошкоджень. Взуття зварника повинна бути з глухим коміром».

Для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних засобів захисту, зокрема, рукавиці брезентові ГОСТ 12.4.010- 75 «ССБТ Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови», костюми захисні від підвищених температур по ГОСТ 12.4.045- 78, спеціальної шкіряним взуттям по ГОСТ 12.4.032-77 «Взуття спеціальне шкіряне для захисту від підвищених температур. Технічні умови».

### 7.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.

Для захисту від ультрафіолетового випромінювання дуги в щитки вставляють скляні світлофільтри темно-зеленого кольору згідно ГОСТ21-6-87 «Світлофільтри скляні для захисту очей від шкідливих випромінювань на виробництві», які не пропускають шкідливого випромінювання, але дозволяють бачити дугу, розплавлений метал і маніпулювати електродом для кращого формування шва застосовують 13 класів світлофільтрів типа 3 для зварювання на струмах від 13 до 900 А. Необхідно мати на увазі, випромінювання зварювальної дуги може травмувати очі робітників, що знаходяться поблизу від працюючого зварювальника. Тому робітники, що знаходяться в зоні зварювання, слід забезпечити окулярами та світлофільтрами, призначеними для таких допоміжних робітників. Випромінювання дуги небезпечне для зору на відстані до 20 м. Для захисту випромінювання дуги в стаціонарних умовах встановлюють захисні kabіни.

Незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні, причинами яких є незадовільна робота систем опалення та повітрообміну, що може привести до зниження комфортності праці та загальних захворювань.

Для попередження отруєння шкідливими речовинами, на стаціонарних і нестаціонарних постах потрібно встановлювати місцеві витяги у вигляді витяжної шафи вертикальної або похилої панелі рівномірного всмоктування, столу з підгратчастим відсмоктуванням і ін. (СНиП 20485-86 «Опалювання, вентиляція і кондиціонування»). При зварюванні великогабаритних серійних конструкцій на кондукторах, маніпуляторах і т. ін. місцеві витяги необхідно вбудовувати безпосередньо в ці пристосування.

При автоматичному зварюванні в захисних газах окрім загальної вентиляції застосовують пристрою з місцевим відсмоктуванням газів і продуктів вигорання легуючих елементів. Так само застосовуються індивідуальні засоби захисту від шкідливих газів у вигляді наголовних і ручних щитків. При зварці в захисних газах необхідно враховувати, що вугл вуглекислий газ і аргон в 1,5-2 рази важче за повітря. Ці гази можуть скупчуватися в нижній частині відсіку, приміщення, у зв'язку з чим пристрої витяжної вентиляції потрібно встановлювати не лише в робочій зоні.

Об'єм видаляемого повітря за розрахунком:

Задані дані:

$A = 18$  м,  $B = 18$  м,  $H = 8,4$  м - розміри приміщення;

$v_{об} = 15\%$  - об'єм повітря, що оновлюється (відсоток);

$n = 10$  - кількість працівників;

Категорія робіт - 2а;

Шкідлива речовина - Оксид вуглецю;

$G = 30$  мг/с - виділення шкідливих речовин;

$Q = 12$  кВт - виділення надлишкової теплоти;

$c_{гдк}$  оксиду вуглецю =  $20$  мг/м<sup>3</sup> - гранично допустима концентрація оксиду вуглецю.

Зимовий період:

Крок 1: Визначення  $L_1$  (кількість працівників у приміщенні) [7.1]

За умовою, кількість працівників у приміщенні дорівнює  $n = 10$ .

Тому,

$$L_1 = l \cdot n, \quad (7.1)$$

де  $l = 20 \text{ м}^3/\text{год}$  на одного працівника (згідно СНиП 2.04.05-91 "Вентиляция и кондиционирование").

$$L_1 = 20 \cdot 10 = 200 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Крок 2: Визначення  $L_B$  (величина надлишкової теплоти) [7.2]

$$L_B = \frac{(Q \cdot 3600)}{(C \cdot \rho \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{нр}}))}, \quad (7.2)$$

де  $Q = 12 \text{ кВт}$  - величина надлишкової теплоти, що виділяється у приміщенні

$C = 1.005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$  - теплоємність повітря

$\rho = 1,225 \text{ кг}/\text{м}^3$  - щільність повітря

$t_{\text{вид}}$  - температура видуху (оптимальна температура для зимового періоду)

$t_{\text{нр}}$  - нижня границя температури на постійних місцях роботи

Для зимового періоду, оптимальна температура  $t_{\text{вид}} = 18^\circ\text{C}$ , а нижня границя температури  $t_{\text{нр}} = 17^\circ\text{C}$  (на постійних місцях роботи).

Підставляємо значення у формулу:

$$L_B = \frac{(12 \cdot 3600)}{(1,005 \cdot 1,225 \cdot (18 - 17))} = 14000 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Крок 3: Визначення  $L_3$  (виділення шкідливих речовин) [7.3]

$$L_3 = \frac{(G \cdot 3600)}{(q_{\text{ГДК}} - q_{\text{нр}})}, \quad (7.3)$$

де  $G = 30$  мг/с - виділення оксиду вуглецю

$q_{ГДК} = 20$  мг/м<sup>3</sup> - ГДК (гранично допустима концентрація) для оксиду вуглецю

$q_{пр} = 0,3 \cdot q_{ГДК}$  - припустима концентрація оксиду вуглецю

Підставляємо значення у формулу:

$$L_3 = \frac{(30 \cdot 3600)}{(20 - 0,3 \cdot 20)} = 16200 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Крок 4: Визначення загального повітрообміну [7.4]

$$k = \frac{L}{V_{пе}}, \quad (7.4)$$

де  $L = L_1 + L_в + L_3$  - загальний повітрообмін

$V_{пе} = A \cdot B \cdot H \cdot v_{об}$  - об'єм приміщення, який необхідно повітрям обміняти

За умовою, розміри приміщення:  $A = 18$  м,  $B = 18$  м,  $H = 8.4$  м, а витрата повітря  $v_{об} = 15\%$  (відносна швидкість повітря, яку необхідно обміняти на повітрі за одну годину).

Підставляємо значення у формулу:

$$V_{пе} = 18 \cdot 18 \cdot 8.4 \cdot 0,15 = 997,92 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

$$L = L_1 + L_в + L_3 = 200 + 14000 + 16200 = 30300 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

$$k = \frac{30300}{997,92} = 30,36$$

Отже, необхідний повітрообмін у виробничому приміщенні при загальнообмінній вентиляції в зимовий період складає близько 30,36 разів на годину.

Літній період:

Крок 1: Визначення  $L_1$  (кількість працівників у приміщенні) [7.5]

За умовою, кількість працівників у приміщенні дорівнює  $n = 10$ .

Тому,

$$L_1 = l \cdot n, \quad (7.5)$$

де  $l = 20 \text{ м}^3/\text{год}$  на одного працівника (згідно СНиП 2.04.05-91 "Вентиляция и кондиционирование").

$$L_1 = 20 \cdot 10 = 200 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right)$$

Крок 2: Визначення  $L_2$  (величина надлишкової теплоти) [7.6]

$$L_2 = \frac{(Q \cdot 3600)}{(C \cdot \rho \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{нр}}))}, \quad (7.6)$$

де  $Q = 12 \text{ кВт}$  - величина надлишкової теплоти, що виділяється у приміщенні

$C = 1,005 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$  - теплоємність повітря

$\rho = 1.225 \text{ кг}/\text{м}^3$  - щільність повітря

$t_{\text{вид}}$  - температура видуху (оптимальна температура для літнього періоду)

$t_{\text{нр}}$  - нижня границя температури на постійних місцях роботи

Для літнього періоду, оптимальна температура  $t_{\text{вид}} = 21^\circ\text{C}$ , а нижня границя температури  $t_{\text{нр}} = 18^\circ\text{C}$  (на постійних місцях роботи).

Підставляємо значення у формулу:

$$L_B = \frac{(12 \cdot 3600)}{(1.005 \cdot 1,225 \cdot (21 - 18))} = 12990 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}}\right)$$

Крок 3: Визначення  $L_3$  (виділення шкідливих речовин) [7.7]

$$L_3 = \frac{(G \cdot 3600)}{(q_{ГДК} - q_{пр})}, \quad (7.7)$$

де  $G = 30$  мг/с - виділення оксиду вуглецю

$q_{ГДК} = 20$  мг/м<sup>3</sup> - ГДК (гранично допустима концентрація) для оксиду вуглецю

$q_{пр} = 0,3 \cdot q_{ГДК}$  - припустима концентрація оксиду вуглецю

Підставляємо значення у формулу:

$$L_3 = \frac{(30 \cdot 3600)}{(20 - 0,3 \cdot 20)} = 16200 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}}\right)$$

Крок 4: Визначення загального повітрообміну

$$k = \frac{L}{V_{пе}}, \quad (7.8)$$

де  $L = L_1 + L_B + L_3$  - загальний повітрообмін

$V_{пе} = A \cdot B \cdot H \cdot v_{об}$  - об'єм приміщення, який необхідно повітрям обміняти

За умовою, розміри приміщення:  $A = 18$  м,  $B = 18$  м,  $H = 8.4$  м, а витрата повітря  $v_{об} = 15\%$  (відносна швидкість повітря, яку необхідно обміняти на повітрі за одну годину).

Підставляємо значення у формулу:

$$V_{пе} = 18 \cdot 18 \cdot 8.4 \cdot 0,15 = 997,92 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}}\right)$$

$$L = L_1 + L_B + L_3 = 200 + 12990 + 16200 = 29390 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}}\right)$$

$$k = \frac{29390}{997,92} = 29,45$$

Отже, необхідний повітрообмін у виробничому приміщенні при загальнообмінній вентиляції в літній період складає близько 29,45 разів на годину.

Для забезпечення комфортних умов працівників важливо також враховувати швидкість руху повітря. У даному випадку, оптимальна швидкість руху повітря складає 0,3 м/с, що входить у допустимий діапазон. Тому можна стверджувати, що загальнообмінна вентиляція буде ефективною у літній період року, оскільки забезпечує достатній повітрообмін і відповідає вимогам щодо швидкості руху повітря.

Освітлення має важливе фізіолого-гігієнічне значення для працівників. Воно сприятливо впливає на органи зору, стимулює фізіологічні процеси, підвищує обмін речовин та покращує розвиток організму загалом і діє тонізуюче. Сонячне випромінювання зігріває та знезаражує повітря, очищуючи його від збудників багатьох хвороб (наприклад, вірусу грипу). Природне освітлення має і психологічну дію, створюючи в приміщенні для працівників відчуття безпосереднього зв'язку з довкіллям. Природне освітлення по відношенню до штучного не вимагає затрат на експлуатацію.

Штучне освітлення (ШО) може бути загальним та комбінованим.

Загальним називають освітлення, за якого світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення) або з врахуванням розташування робочих місць. Рівень штучного освітлення вибирають з урахуванням найменшого розміру об'єкту, контрасту об'єкту з фоном і характеристики фону.

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого (крізь віконні отвори і ліхтар будівлі)..

Джерелами ШО є лампи розжарювання та газорозрядні лампи.

Кількість ламп встановлюється з розрахунку 1 лампа на 10-12 м<sup>2</sup> і складає 18 газорозрядних ламп ДРЛ 250 на дільниці площею 216 м<sup>2</sup>.

#### 7.4 Заходи з пожежної безпеки.

Заходи з пожежної безпеки визначаються відповідно до вимог НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

Категорію виробництва за пожежною небезпекою (А, Б, В, Г, Д) споруд (приміщень) цеху (ділянки, підстанції) визначають на основі аналізу речовин і матеріалів, що використовуються у виробництві, відповідно до вимог ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» і СНиП 2.09.02-85\* «Производственные здания».

Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки та вимогами ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», визначають ступінь вогнестійкості приміщення цеху (дільниці, підстанції).

Шляхи евакуації працівників на випадок пожежі (переходи, евакуаційні виходи) передбачають згідно вимог ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги».

Максимальну відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу визначають згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02-85\* «Производственные здания».

Відповідність обладнання, силових і освітлювальних мереж вимогам пожежної безпеки в першу чергу залежить від відповідності ступеня захисту їх оболонок (ІР) класу пожежонебезпечної зони (П-I, П-II, П-III и П-III) визначених

згідно НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

Засоби виявлення займань та пожеж передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5- 56:2014 «Системи протипожежного захисту».

В даний час можуть використовуватися:

- охоронно-пожежна сигналізація (ОПС) неадресного типу;
- порогова охоронно-пожежна сигналізація;
- адресно-порогова охоронно-пожежна сигналізація.

Наприклад.

Для побудови неадресної пожежної сигналізації в інтегрованій системі охорони «Оріон» можна застосувати наступні приймальноконтрольні прилади з контролем радіальних шлейфів сигналізації:

- «Сигнал-20П»;
- «Сигнал-20М»;
- «Сигнал-10»;
- «С2000-4».

Всі прилади, за винятком «Сигнал-20П», можуть працювати в автономному режимі.

Для організації пожежної сигналізації, зазвичай в системі застосовується мережевий контролер - пульт «С2000М» (або «С2000»).

Пульт може виконувати функції відображення подій, що відбуваються в системі, управління реле.

Залежно від типу підключених пожежних сповіщувачів, при програмуванні конфігурацій приладів шлейфам може бути присвоєно один з типів:

- пожежний димовий з розпізнаванням подвійного спрацювання;
- пожежний комбінований однопороговий;
- пожежний тепловий двохпороговий.

Охоронно-пожежна сигналізація неадресного типу - «PERCo-PU01» влаштована на неадресних (порогових) датчиках. Обладнання розраховане на цілодобову роботу і відповідає необхідним вимогам пожежної безпеки. До складу

системи ОПС входить панель PERCo-PU01 1-01, блок управління і індикації PERCo-AU02 1-01 та програмне забезпечення PERCo-S-20.

Панель PERCo-PU01 1-01 системи ОПС призначена для прийому сповіщень від шлейфів сигналізації з пожежними та охоронними сповіщувачами або інших приладів, перетворення сигналів, видачі сповіщень про пожежу і/або проникненні з включенням оповіщення та інших виконавчих пристроїв і передачі сповіщень на пульт централізованого спостереження.

Система ОПС на неадресних (порогових) сповіщувачах PERCo-PU01 дозволяє:

- контролювати стан пожежних, охоронних шлейфів сигналізації;
- видавати повідомлення про пожежу та/або проникненні на блоці індикації;
- включати систему оповіщення та інші виконавчі пристрої комплексної системи безпеки;
- передавати повідомлення на Пульт централізованого спостереження, якщо він передбачений проектом.

Разом із системою ОПС можуть працювати такі види охоронних датчиків, як:

- інфрачервоні, що реагують на рух;
- магнітоконтатні, що реагують на розмикання дверей;
- акустичні, що реагують на розбивання скла.

Порогова охоронно-пожежна сигналізація - «PERCo-PU01» може працювати як автономно, так і в складі комплексної системи безпеки PERCo-S-20 спільно з відеоспостереженням, контролем доступу і системою підвищення ефективності управління. Істотно розширюються можливості по управлінню обладнанням і обробці інформації, що надходить - при наявності модулів «Моніторинг» або «Центральний пост» на моніторі охоронця автоматично видається інформація про пожежу із зазначенням місця його виникнення на графічному плані підприємства. В охоронюваних приміщеннях встановлюються порогові пожежні або охоронні сповіщувачі, які об'єднуються в шлейфи сигналізації і підключаються до панелі PERCo-PU01 1-01.

Для побудови адресно-порогової пожежної сигналізації «Оріон» 60

застосовуються:

- приймально-контрольний прилад «Сигнал-10» з адреснопороговим режимом шлейфів сигналізації;
- димовий оптико-електронний пороговий-адресний сповіщувач «ДП- 34ПА»;
- тепловий максимально-диференційний порогового-адресний сповіщувач «С2000-ПП-ПА»;
- ручний порогового-адресний сповіщувач «ІПР 513-3ПА».

Адресно-порогова ПС з використанням приладу - «Сигнал-10».

При підключенні зазначених сповіщувачів в один адресно-пороговий шлейф «Сигнал-10», може підключатися до 10 адресних сповіщувачів, кожен з яких здатний повідомляти за запитом приладу свій поточний стан. Прилад здійснює періодичне опитування адресних сповіщувачів, забезпечуючи контроль їх працездатності та ідентифікації несправного сповіщувача або такого, що викликає сумнів.

«Сигнал-10» сприймає такі типи повідомлень від адресних сповіщувачів: «Норма», «Запилений, потрібне обслуговування», «Несправність», «Пожежа», «Ручна пожежа», «Тест», «Відключення».

Кожен адресний сповіщувач розглядається як додаткова адресна зона приладу. При роботі приладу спільно з мережевим контролером кожен адресну зону можна зняти з охорони і взяти на охорону. При взятті на охорону або зняття з охорони порогового-адресного шлейфу автоматично знімаються або беруться ті адресні зони, які належать шлейфу. При цьому адресні зони, які не мають прив'язки до шлейфу, при взятті або зняття порогового-адресного шлейфу не змінюють свого стану.

Системи пожежного водопостачання, автоматичного пожежогасіння та первинні засоби пожежогасіння передбачаються з урахуванням особливостей пожежної небезпеки кожного виробництва. Системи пожежного водопостачання передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво», ДБН В.2.5- 74:2013

«Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» і ДБН В.2.5- 75:2013 «Каналізація зовнішні мережі та споруди».

Системи автоматичного пожежогасіння передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту».

Первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники різних видів) передбачаються згідно вимог «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», зареєстрованих МЮ України 23.02.2018 г. за № 225/31677, в залежності від площі приміщення і класу пожежі (найбільш ймовірного).

#### 7.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Безпека у надзвичайних ситуаціях - це стан захищеності населення, об'єктів економіки та довкілля від небезпеки у надзвичайних ситуаціях.

Надзвичайна ситуація техногенного та природного характеру - порушення нормальних умов життя та діяльності людей на окремій території чи об'єкті на ній або на водному об'єкті, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом чи іншою небезпечною подією, зокрема епідемією, епізоотією, епіфітотією, пожежею, яке призвело (може Призвести) до неможливості проживання населення на території чи об'єкті, ведення там господарської діяльності, загибелі людей та значних матеріальних втрат.

Захист населення і територій від НС техногенного та природного характеру - система організаційних, технічних, медико-біологічних, фінансово-економічних та інших заходів щодо запобігання та реагування на НС техногенного та природного характеру і ліквідації їх наслідків, що реалізуються центральними і місцевими органами виконавчої влади, Органами місцевого самоврядування, відповідними силами та засобами підприємств, установ та організацій, незалежно від форм власності й господарювання, добровільними формуваннями і спрямовані на захист населення і територій, а також матеріальних і культурних цінностей та довкілля.

Неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є невідповідність персоналу до дій в умовах НС, низька ефективність управління в цих умовах, що може привести до травмування або смерті.

Забезпечення безпеки персоналу досягається підвищенням стійкості промислового об'єкта в умовах НС; організацією рятувальних і відновлювальних робіт на промисловому об'єкті, наявністю технічних ресурсів до більш швидкої евакуації персоналу із зони ураження.

Таким чином, для створення ефективної системи охорони праці та створення безпечних умов для персоналу необхідно:

- обов'язкове проведення медичних оглядів, проведення інструктажів, допуск до роботи осіб старше 18 років, які пройшли навчання за фахом, відповідно НВАО 0.00.-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;

- використання індивідуальних захисних засобів відповідно до ГОСТ 12.4.103- 83 «Одяг спеціальний захисний, засоби індивідуального захисту ніг і рук», щитки захисні ГОСТ 12.4.035 78 «ССБТ Щитки захисні лицьові для електрозварників»;

- робоче місце повинно бути організовано в спеціальних кабінах, має бути зручним, з хорошою вентиляцією згідно ГОСТ 12.4.021-75 «Система стандартів безпеки праці. Системи вентиляційні»;

- регулярно проводиться перевірка захисного заземлення, відсутність оголених проводів, відкритих скруток пробоїв ізоляції ПУЕ-2011 «Правила улаштування електроустановок»;

- перевірка наявності та справності засобів індивідуального захисту органів дихання згідно ГОСТ 12.4.034-2001 «Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту органів дихання»;

- робоча зміна не повинна перевищувати встановленої для даної категорії працівників щоденної тривалості робочого часу, в перебігу кожної години відпочинок на 5 хвилин;

- проведення перевірки освітленості робочої зони і справності освітлювальних ламп відповідно ДБН В.2.5-28-3006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування»;

- перевірка системи водяного опалення та кондиціонування ділянки відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки праці. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони»;

- проведення оглядів усіх засобів пожежогасіння (вогнегасники, пожежні щити) знаходяться на ділянці відповідно до СНиП 2.01.02- 85 «Протипожежні норми проектування будівель і споруд».

- контроль за рівнем освітленості - по ГОСТ 24940-81;

- контроль пожежної небезпеки - по ГОСТ 12.1.004-85;

- контроль за станом вентиляції робочих місць - по ГОСТ 12.3.018-79.

## ВИСНОВКИ

Вивчена конструкція рами корпусу.

Проведено аналіз технології зварювання рами корпусу на базовому підприємстві і альтернативних варіантах. Встановлено недоліки технології зварювання і запропоновано шляхи їх вирішення: заміна ручного дугового зварювання на напівавтоматичне і автоматичне; використання зачистної машини для зачищення від зварювальних бризків замість щітки, зубила і молотка для економії часу; використання багатокомпонентних газових сумішей для зменшення витрат, підвищення якості зварювання і покращення умов праці зварювальника.

Розроблено технологічний процес зварювання рами корпусу, дротом Св- 04Х19Н11М3 в суміші ( $\text{Ar} - 75 \% + \text{CO}_2 - 12 \% + \text{O}_2 - 2 \%$ ).

Зроблено планування ділянки.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Под ред. Е. В.Соколова. Справочник по сварке т.2. М.: Машиностроение, 1962. 664 с.
2. Акулов А. И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. 432 с.
3. Биковський О. Г., Піньковський І.В. Довідник зварника. К.: Техніка, 2002. 336 с.
4. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия [Текст]. Взамен ГОСТ 2246-60; введ. 1973-01-01. М.: Стандартиформ, 2008. 17 с.
5. Каховский Н. И. Электродуговая сварка сталей. Справочник [Текст] Н. И. Каховский, Ф.Г. Фартушный, К.А. Ющенко. К.: Наукова думка, 1975. 480 с.
6. ГОСТ 8050-85. Двоукись углерода газообразная и жидкая. Технические условия [Текст]. Взамен ГОСТ 8050-76; введ. 1987-01-01. М.: Стандартиформ, 2006. 24 с.
7. Быковский О.Г. Справочник сварщика: навчальний посібник О.Г. Быковский, В.Р. Петренко, В.В. Пешков М.: Машиностроение 2011. 336 с.
8. Гуменюк І.В. Технологія електродугового зварювання: Підручник І.В. Гуменюк, О.В. Іваськів, О.В. Гуменюк. 512 с.
9. Гитлевич А.Д. Альбом механического оборудования сварочного производства [Текст] А.Д. Гитлевич, Л.А. Животинская, А.И. Клейнер. М.: Высшая школа. 1974. 159 с.
10. Чвертко А.И. Сварочное оборудование. Каталог – справочник. К.: Наукова думка, 1968. 385 с
11. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов [Текст] А.И. Красовский М.: Машиностроение, 1980. 319 с.

