

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально - науковий інститут
(повне найменування інституту, назва факультету)
Кафедра зварювального виробництва
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту
бакалавр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розробка технології складання та зварювання траверси
вантажопідйомністю 40т

Виконав: студент III курсу, групи 3127зст
з напрямку підготовки (спеціальності)
131 - Прикладна механіка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Студент Житнікова Н.П.
(підпис, прізвище та ініціали)

Керівник Костін О.М.
(підпис, прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис, прізвище та ініціали)

м. Миколаїв - 2022 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

КОРАБЛЕБУДІВНИЙ НАВЧАЛЬНО НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

КАФЕДРА ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Спеціальність 131 "Прикладна механіка"

Освітня програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

_____ О.М. Костін

“ ____ ” _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Студенту _____ Житнікова Наталія Петрівна

(ПРИЗВИЩЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема роботи: Розробка технології складання та зварювання траверси вантажопідйомністю 40т

Керівник роботи: К.т.н., професор НУК Костін О.М.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора № _____ від “ ____ ” _____ 20 ____ року

2. Термін подання роботи: _____

3. Вихідні дані по роботі: траверса; матеріал конструкції сталь 20

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

Опис конструкції балки та характеристика зварних з'єднань; характеристика матеріалу конструкції, оцінка його зварюваності; технологія складання та зварювання балок, що існує; обґрунтування вибору способу зварювання балки; призначення катетів зварних з'єднань; розрахунок режимів зварювання; розрахунок термічного циклу зварювання; технологія складання та зварювання траверси, обґрунтування вибору технологічного устаткування; контроль якості

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

зварних з'єднань; розрахунок собівартості виготовлення траверси; охорона праці; техніка безпеки та охорони навколишнього середовища.

5. Перелік презентаційних матеріалів Креслення траверси; розрахунок режимів зварювання; розрахунок термічного циклу зварювання; технологічний процес виготовлення стійки; розрахунок собівартості виготовлення

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Костін Олександр Михайлович		
2	Костін Олександр Михайлович		
3	Костін Олександр Михайлович		
4	Костін Олександр Михайлович		
5	Костін Олександр Михайлович		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналіз особливостей конструкції		
2.	Розрахунок технології виготовлення		
3.	Технологічний процес складання та зварювання		
4.	Охорона праці		
5.	Розрахунок собівартості виготовлення балки		
9.			

Студент

_____ (підпис)

Житнікова Н.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис)

Костін О.М.
(прізвище та ініціали)

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Анотація

До дипломного проекту на тему: « Розробка технології складання та зварювання траверси вантажопідйомністю 40т » студентки групи 3127 зст спеціальності 6.131.01 – Інжиніринг зварюваних та споріднених процесів Житнікової Н.П. Керівник – канд. техн. наук, проф. Костін О.М. В дипломному проекті розглянута конструкція траверси та технології її виготовлення, що існують, виконана оцінка зварюваності сталі.

Розроблена технологія механізованого виготовлення вантажопідйомної траверси, із застосуванням автоматичного зварювання для таврових поясних швів і механізованого зварювання в суміші захисних газів напусткових з'єднань.

Виконано розрахунок зварювання, розрахунок термоциклів, дана оцінка очікуваної структури зварного з'єднання, призначенні катети зварних з'єднань.

Розглянуто питання вибору зварювального устаткування, обладнання, проведено розрахунок технологічної собівартості складання і зварювання траверси, а також охорони праці при виконанні зварювальних робіт.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Annotation

To the degree project on the theme “ Development of technoljgy for assembly and welding traverse carrying of 40t ” by the student of group 3127zst of specialty 6.131.01 – Engineering of welded and related processes Zhitnikova N.P. Head – candidate of technical sciences, professor Kostin O.M.

As a capstone project examined the construction beams and existing manufacturing techniques traverse the estimation of steel.

The technologe of production mechanization lifting beam, using automatic welding T-joints and explained in the mechanization of welding gas mixture for lap joints.

The calculation of welding, the calculation of thermal, cycles, the estimation of the expected structure of the weld, the appointment of welded joints of the legs.

The problems of selection of welding equipment, facilities, technology calculated the cost of assembly and welding traverse, as well as safety when performing welding operations.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

Зміст

Анотація

Вступ

1. Аналіз існуючих технологій виготовлення конструкцій балок _____
 - 1.1. Опис конструкції балки та характеристика зварних з'єднань _____
 - 1.2. Характеристика матеріалу конструкції, оцінка зварюваності _____
 - 1.3. Технологія складання та зварювання балок, що існує _____

Висновки та задачі дипломного проекту _____

2. Розробка технології зварювання балки _____
 - 2.1. Обґрунтування вибору способу зварювання балки _____
 - 2.2. Призначення катетів зварних з'єднань _____
 - 2.3. Розрахунок режимів зварювання _____
 - 2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання _____

Висновки _____

3. Технологічний процес складання та зварювання траверси _____
 - 3.1. Обґрунтування вибору технологічного устаткування _____
 - 3.2. Опис принципової послідовності складальних і зварювальних операцій _____
 - 3.3. Контроль якості зварних з'єднань _____

4. Охорона праці _____
 - 4.1 Вступ _____
 - 4.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів _____
 - 4.3. Розрахунок захисного заземлення для зварювального випрямляча _____

5. Економічний розділ _____
 - 5.1. Розрахунок технологічної собівартості складання і зварювання траверси _____

Висновки _____

Загальні висновки _____

Література _____

Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ

Лист

Ізм	Лист	№ документу	Підпис	Дата							
Студент		Житнікова Н.П..			Вступ			Лит	Лист	Листів	
Керівник		Костін О. М.								1	
Консульт								НУК <i>ім. Адм. Макарова</i>			
Зав.кафед		Квасницький В.Ф.									

Вступ

В дипломній роботі розглядається розробка технології складання та зварювання вантажопідйомної траверси.

Як відомо, у процесі експлуатації устаткування піддається різним шкідливим впливам. У результаті в сполученнях з'являються несправності, що полягають у місцевому та загальному прогині, зносі частин траверси, що знаходяться в навантажувальному стані та утворенні дефектів у зварювальних швах. Ці зміни можуть проявлятися в порушеннях конструктивних розмірів деталей, експлуатаційних властивостей їхніх робочих поверхонь та недотримання експлуатаційних вимог.

В процесі експлуатації траверси, яка перебуває в умовах динамічних, знакозмінних навантажень, в найбільш навантажених ділянках концентруються напруження, які іноді досягають границі плинності. Ці напруження після великої кількості циклів можуть викликати руйнування металу в даному місці, спочатку у вигляді незначного надриву. Зі збільшенням тривалості роботи та числа циклів навантаження, розміри тріщини поступово збільшуються. У такому стані деталь може працювати доти, поки величина напружень не досягне границі міцності. В цьому випадку настає крихке руйнування і деталь виходить із ладу.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю застосування спеціальних заходів, щодо виготовлення вантажопідйомної траверси, які дають можливість істотно підвищити термін її служби.

Метою дипломної роботи є розробка технології складання та зварювання траверси, зниження собівартості процесу з збереженням необхідної якості виробів.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні завдання:

- 1) вибрати оптимальні варіанти технологій складання траверси;
- 2) розрахувати оптимальні режими;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- 3) підібрати необхідні зварювальні матеріали та вибрати обладнання;
- 4) визначити умови, в яких без шкоди для здоров'я працівник міг би виконувати складально-зварювальні операції.

Предметом роботи є технологічний процес складання та зварювання двотаврових балок, що забезпечить необхідні геометричні характеристики.

В ході роботи використані такі методи наукового дослідження:

- *Метод порівнянь*, було використано у процесі зіставлення різних технологій складання та зварювання балок, для виявлення найбільш ефективної;
- *Описовий метод*, був використаний для аналізу основних критеріїв вибору зварювальних матеріалів, устаткування, допоміжного обладнання;
- *Дедуктивний метод*, що допоміг зробити висновки стосовно використання певних підходів до існуючих методів складання та зварювання балок

Обсяг зварювальних робіт дуже великий і безперервно зростає, разом з ним зростає номенклатура використаних матеріалів та різноманітність способів зварювання. Аналіз сучасних досягнень в розробці нових зварювальних матеріалів, способах зварювання та вдосконалення зварювального обладнання дозволили значно поліпшити експлуатаційні властивості зварювальних швів.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз існуючих технологій виготовлення конструкцій балок

1.1. Опис конструкції балки та характеристика зварних з'єднань

Траверса (рис. 1.1.) являє собою зварну балочну конструкцію і призначена для підйому та транспортування вантажу масою до 40000кг вантажопідйомним механізмом. Вона складається з двох балок таврового змінного перерізу, з'єднаних між собою за допомогою перемичок. По краях конструкції розташовуються дві такелажні скоби з закріпленими на них стропами, які призначені для навішування траверси на гак вантажопідйомного механізму. По центру конструкції розташовуються 3 гаки для зачеплення з вантажем. Кожна балка підкріплена діафрагмами у кількості 12 шт., встановленими з кроком 625 мм.

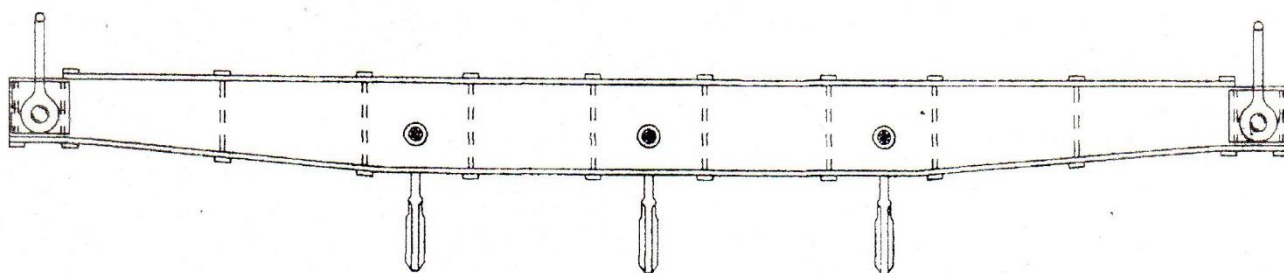


Рис. 1.1. Траверса вантажопідйомністю 40 т

Габаритні розміри траверси: довжина – 8400 мм, максимальна ширина 600 мм, мінімальна – 440 мм (без скоб і без строп). Крок перемичок 625 мм. Товщина стінки і полиці становить 10 і 20 мм відповідно, планок – 35 мм. Товщина діафрагми 25 мм. Стиги листів полиць і стінок виконуються без накладок із застосуванням двостороннього зварювання. Всі зварні шви є безперервними.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таврові з'єднання стінок з полицями балок виконуються зварюванням з плавним переходом швів до основного металу, тип з'єднань ТЗ (ГОСТ 8713-79) (рис.1.2).

Відповідні конструктивні елементи і розміри з'єднання ТЗ наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Конструктивні елементи і розміри з'єднання ТЗ

Спосіб зварювання по ISO 4063	s	b	
		Номін.	Гранич. відх.
121	22 - 40	0	+ 1,5

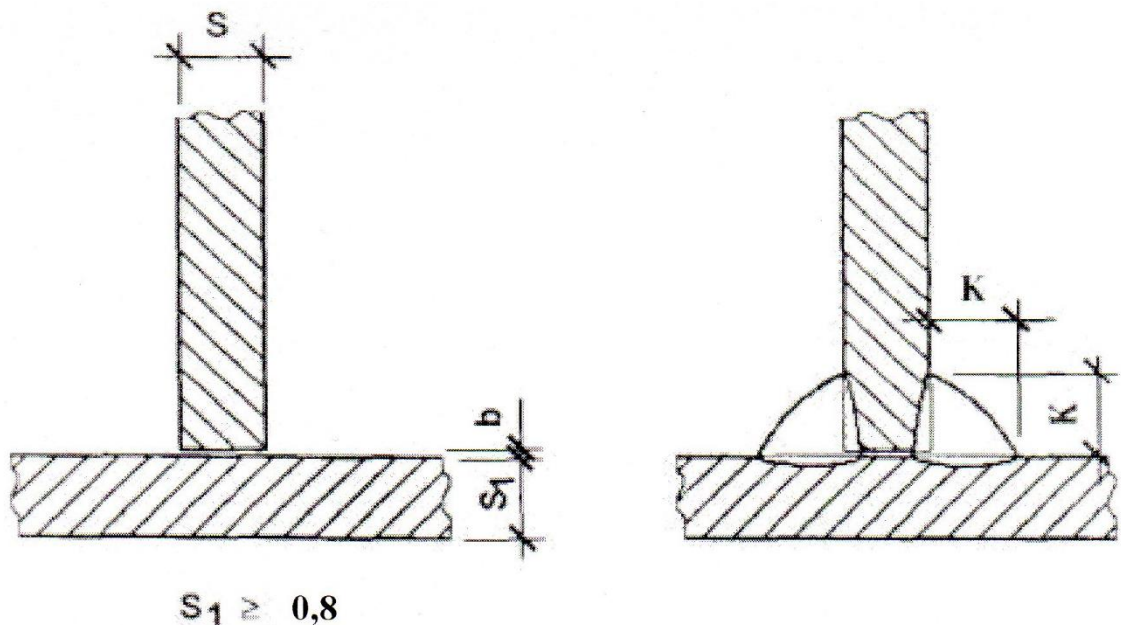


Рис. 1.2. З'єднання таврове без скосу кромки, двобічне (ТЗ)

Приварювання планок і діафрагм виконується механізованим зварюванням у середовищі захисних газів відповідно: планок – швом типу Н1 (ГОСТ 14771-76), (рис. 1.3.) – одностороннє з'єднання внапусток, без скосу кромки; діафрагм – швом типу ТЗ (ГОСТ 14771-76) (рис. 1.4.) – двостороннє таврове з'єднання без скосу кромки:

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

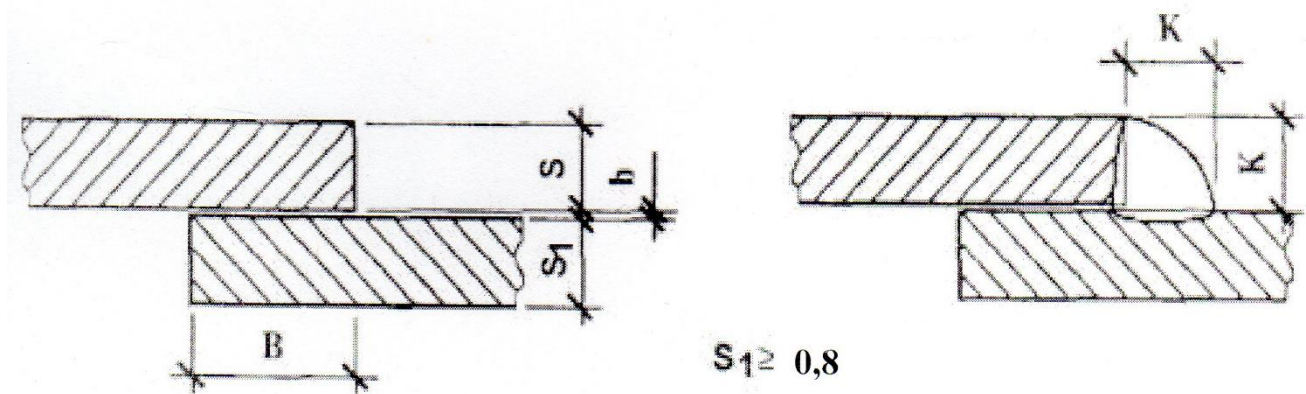


Рис. 1.3. З'єднання внапусток без скосу кромки, однобічне (HI)

Таблиця 1.2. Конструктивні елементи і розміри з'єднання HI

Спосіб зварювання по ISO 4063	s	b		B
		Номін.	Граничн. Відх.	
135	30-60	0	+2	30-20

Дана траверса призначена для транспортування вантажу (металеві листи, балки, тощо) з одного місця в інше, тобто вона працює при знакозмінних або циклічних навантаженнях, тому до зварних з'єднань ставляться такі вимоги:

1. Відсутність дефектів у вигляді тріщин, пор, непроварів, несплавлення по крайках, напливів, пропалин, не заварених кратерів, шлакових включень, підрізів та ін. допускаються не провари по перерізу швів у з'єднаннях, при зварюванні з двох сторін, глибиною 5% товщини основного металу;

2. Поверхня швів повинна бути рівномірною дрібнолускатою і мати плавний перехід до основного металу. Нерівномірність шва не повинна перевищувати 1 мм для легкодоступних, та 2 мм – для важкодоступних швів;

3. Шви повинні мати форму і розміри відповідно до вказівок робочого креслення. Зменшення величини катетів для швів з катетами до 6 мм не допускається, для швів з катетами 8 мм і більше допускається на 1 мм;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4. При закінченні зварювальних робіт зварні шви і прилеглі до них поверхні основного металу повинні бути очищені від шлаку, напливів, бризок металу, окалини і інше.

Неприпустимими дефектами зварних з'єднань і швів при виготовленні траверси є:

- a) тріщини всіх розмірів і напрямів;
- b) місцеві напливи загальною довжиною більше 10 мм на ділянці шва 1000 мм;
- c) підрізи глибиною понад 1 мм при товщині найбільш тонкого з зварювальних елементів до 20 мм включно;
- d) підрізи глибиною більше 3% товщини найбільш тонкого з зварювальних елементів, при його товщині понад 20 мм;
- e) пори в кількості більше 4 штук на довжині шва 100 мм, при цьому максимальний розмір пор не повинен бути більше 1 мм, при товщині зварюваних елементів до 8,0 мм, і більше 1,5 мм при товщині зварювальних елементів понад 8,0 мм до 50 мм включно;
- f) скупчення пір в кількості більше 5 штук на 1 см² площі шва, при цьому максимальний розмір будь-якої з часу повинен бути більше 1 мм;
- g) не заварені кратери;
- h) пропалини і свищі.

Виконання цих вимог забезпечує надійну роботу траверси.

В найбільш навантажених ділянках траверси концентруються напруження, котрі іноді можуть досягати границі плинності. Ці напруження після значної кількості циклів можуть викликати руйнування металу в даному місці, спочатку у вигляді незначного надриву. З підвищенням тривалості роботи та числа циклів навантаження, розміри тріщини поступово збільшуються. В такому стані траверса може працювати до тих пір, поки величина навантажень в даному перерізі не досягне границі плинності.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

У цьому випадку наступає крихке руйнування металу і траверса виходить з ладу. Також в окремих випадках можна спостерігати втомне руйнування, поява яких залежить від величини розрахункових навантажень, прийнятих при проектуванні, наявності внутрішніх та поверхневих дефектів металу та обробки.

Виходячи з умов експлуатації траверси при розробці технології її виготовлення слід призначати такі способи зварювання та зварювальні матеріали, які забезпечують необхідну якість зварних з'єднань.[6]

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Характеристика матеріалу конструкції, оцінка зварюваності

Згідно з робочим кресленням траверса виготовляється із сталі Ст20. Це конструкційна вуглецева якісна сталь за видами обробки поставляється як кована, калібрована, гарячекатана. За вимогами до механічних властивостей виділяють 5 категорій. [6]

Перша категорія: сталь усіх видів обробки без випробування на ударну в'язкість та розтяг.

Друга категорія: зразки з нормалізованої сталі усіх видів обробки розміром 25 мм проходять випробування на ударну в'язкість та розтяг.

Третя категорія: випробування на розтяг проводять на зразках з нормалізованої сталі, розміром 26-100 мм.

Четверта категорія: зразки на випробування на розтяг і ударну в'язкість виготовляють з термічно оброблених заготовок розміром не більше 100 мм.

Вимоги третьої і четвертої категорії пред'являються до каліброваної, гарячекатаної і кованої якісної сталі.

П'ята категорія: випробування механічних властивостей на розтягнення проводять на зразках з каліброваних термічно оброблених (високо відпущена або відпалена) або нагартованих сталей.

В якості заміни сталі 20 застосовують сталі 15 і 25. Хімічний склад сталі Ст20 наведено в табл. 1.3. [11]

Таблиця 1.3. Хімічний склад Ст20

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,17	0,17	0,35	до	до	до	до	до	до
0,24	0,37	0,65	0,35	0,04	0,035	0,25	0,3	0,08

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ			Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

Структура сталі 20 являє собою суміш перліту і фериту. Термічна обробка сталі 20 дозволяє отримувати структуру рейкового (пакетного) мартенситу. При таких структурних перетвореннях міцність зростає, а пластичність зменшується.

Технологічні властивості:

Температура початку кування сталі 20 становить 1280°C , закінчення – 750°C , охолодження поковки – повітряне. Сталь 20 не схильна до відпускнуї здібності. Зварюваність сталі 20 не обмежена, виключаючи деталі, що піддавалися хіміко-термічній обробці [5]

Сталь 20 застосовують для виробництва навантажених деталей (пальці, осі, копіри, упори, шестерні), деталей, що цементують для тривалої і дуже тривалої служби (експлуатація при температурі не вище 350°C), тонких деталей, що працюють на стирання. Сталь 20 без термічної обробки або після нормалізації використовується для виробництва гаків кранів, вкладишів підшипників та інших деталей для експлуатації під тиском в температурному діапазоні від -40 до $+450^{\circ}\text{C}$. Після хіміко-термічної обробки йде на виробництво деталей, яким потрібна висока поверхнева міцність (черв'яки, черв'ячні пари, шестірни). Широко застосовують Ст20 для виробництва трубопровідної арматури, труб, призначених для паропроводів з критичними і надкритичними параметрами пари, безшовних труб високого тиску, зварних профілів прямокутного та квадратного перетину і інших зварних металоконструкцій. Основні характеристики сталі Ст20 наведені в табл. 1.4. та табл. 1.5.

Таблиця 1.4. Температура критичних точок сталі Ст20

A_{c1}	A_{c3}	A_{r3}	A_{r1}
724	845	815	682

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5. Механічні властивості сталі Ст20 при $T = 20^0 C$

Сортамент	Розмір	σ_B	σ_T	δ_5	Термооб.
-	мм	МПа	МПа	%	-
Прокат гарячекат.	до 20	370-480	245	26	нормалізація

Оцінимо зварюваність сталі Ст20 за критерієм C_E :

$$C_E = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2};$$

$$C_1 = 0,17 + \frac{0,35}{6} + \frac{0,25}{5} + \frac{0,35}{5} + \frac{0,3}{4} + \frac{0,035}{15} = 0,34;$$

$C_E < 0,45$ – зварюваність добра

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Технологія складання та зварювання балок, що існує

Найбільш широке застосування мають двотаврові балки з поясними швами, які з'єднують стінку з полками. Зазвичай такі балки збирають з трьох листових елементів. При складанні потрібно забезпечити симетрію і взаємну перпендикулярність полиць та стінки (рис. 1.4.), притиснення їх одне до одного і подальше закріплення прихопленнями. Для цього використовують складні кондуктори (рис. 1.5.) з відповідним розташуванням баз і притискання по всій довжині балки.

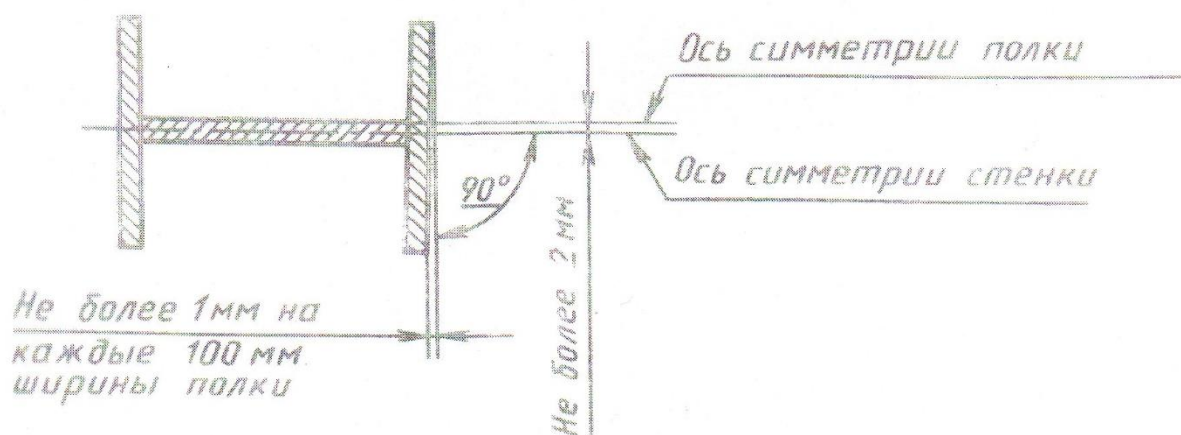


Рис. 1.4. Допуски на складання Н-образного перетину

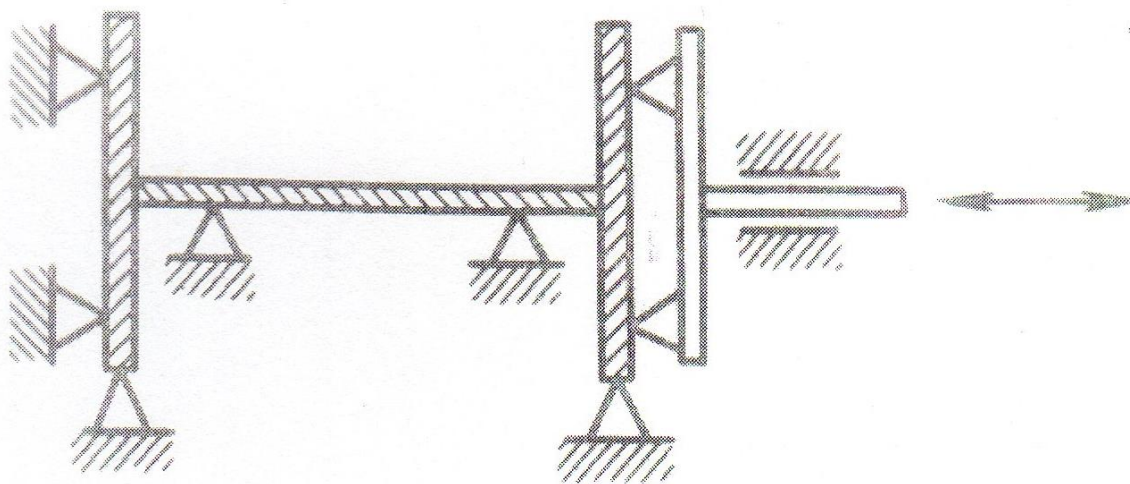


Рис. 1.5. Схема кондуктору для складання двотаврових балок

Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ

Лист

На установках з самохідним порталом (рис. 1.6.) затискання та прихоплення здійснюють послідовно від перерізу до перерізу. Для цього портал 1 підводять до місця початку збирання (зазвичай це середини балки) і включають вертикальні 2 та горизонтальні 3 пневмопритискувачі.

Вони притискають стінку балки 4 до стелажу, а пояси 5 до стінки. В зібраному перерізі ставлять прихоплення. Потім притискачі вимикають, портал переміщують уздовж балки на крок прихоплення і операція повторюється. Вертикальні притискачі 2 дозволяють збирати балки значної висоти Н, не побоюючись втрати стійкості стінки від зусиль горизонтальних притисків.

Якщо балка має вельми велику висоту, наприклад елементи мостових прольотних будов, її стінку виготовляють з декількох повздовжніх аркушів. Для складання таких балок також може використовуватися установка зі складним порталом, але з великим числом вертикальних притисків. При виготовленні двотаврових балок поясні шви зазвичай зварюють механізованим зварюванням під флюсом. Прийоми і послідовність виконання швів можуть бути різними. Так, нахиленим електродом (рис.1.7, а, б) одночасно зварюють два шви, але може виникнути підріз стінки або полки. Виконання швів « у човник » (рис.1.7, в) забезпечує більш сприятливі умови їх формування і проплавлення, зате доводиться повертати виріб після зварювання кожного шва. Для повороту використовують позиціонери-кантувачі. У центровому кантувачеві (рис. 1.8, а) попередньо зібрана на прихопленнях балка 2 закріплюється затискачами в задній 1 і передній 3 бабці і з допомогою черв'ячної передачі 4 встановлюється в потрібне положення.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

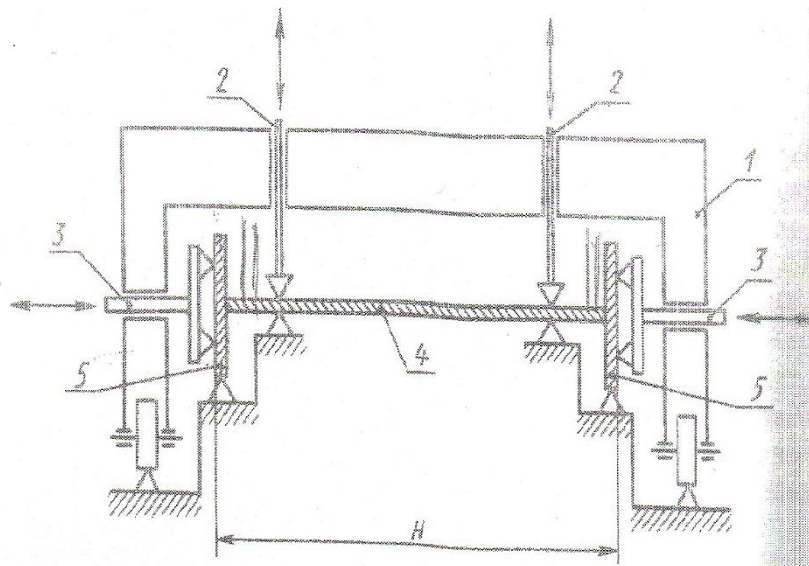


Рис. 1.6. Схема самохідного порталу для складання двотаврових балок

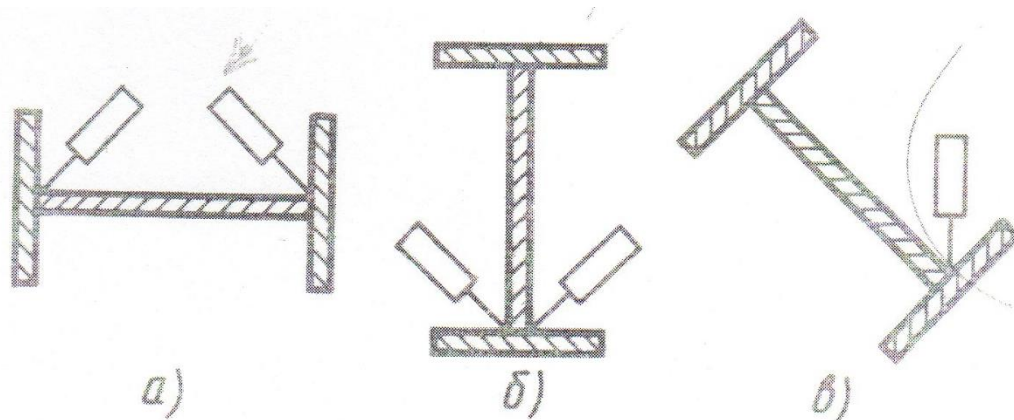


Рис. 1.7. Способи укладання швів при зварюванні балок

Рухома задня опора дозволяє зварювати в такому кантувачі балки різної довжини. Ланцюговий кантувач (рис. 1.8, б) складається з декількох фасонних рам 5, на яких змонтовано по дві зірочки (холоста 1 і ведуча 4) і блоку 6. Зварювану балку 3 кладуть на провисаючий ланцюг 2. Обертанням провідних зірочок, балка повертається в потрібне положення. Слід мати на увазі, що такий кантувач не забезпечує жорсткого положення зварюваної конструкції, тому зварювання доцільно виробляти зварювальною головкою, яка переміщується безпосередньо по балці. В деяких випадках використовують кантувачі на кільцях (рис. 1.8, в).

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

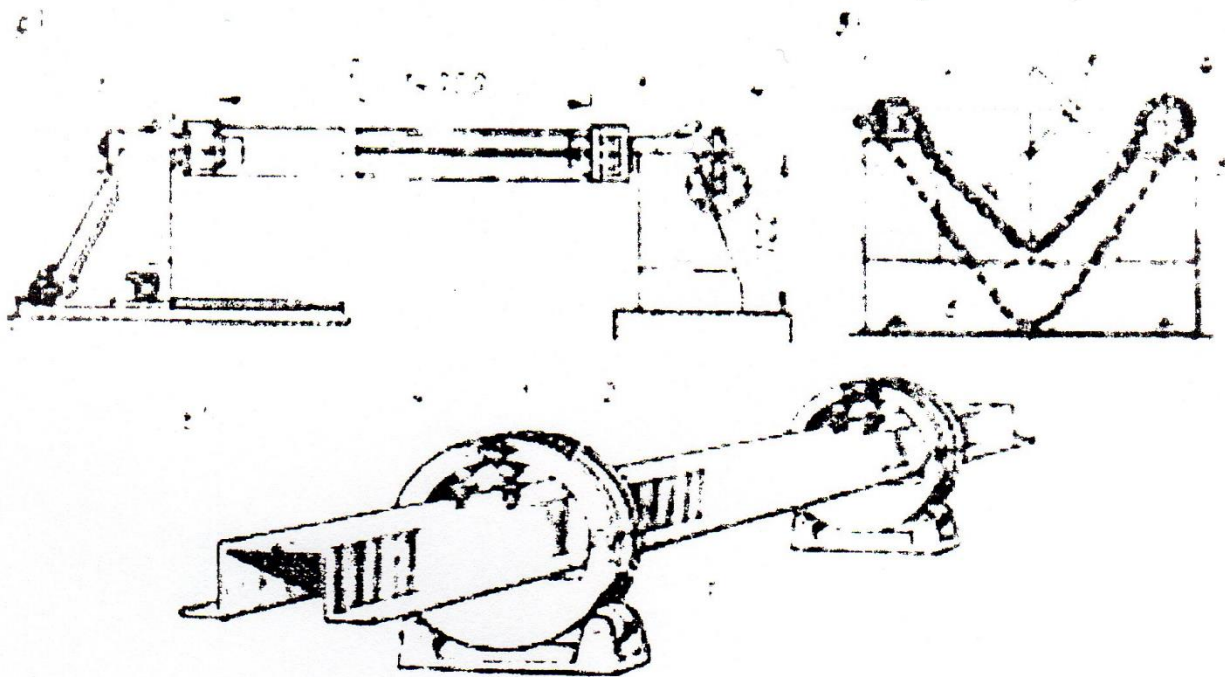


Рис. 1.8. Схема позиціонерів-кантувачів для зварювання балок: а – у центрах; б – ланцюговий; в – з кільцями

Зібрана балка укладається на нижню частину кільця 1, відкидна частина 2 замикається за допомогою болтів 3, і балка закріплюється системою затискачів 4. При роздільній збірці і зварюванні двотавра в універсальних пристроях, частка ручної праці на допоміжних і транспортних операціях (установка елементів, їх закріплення, прихватка). Звільнення від закріплення, вилучення з складального пристосування, перенесення в зварювальне пристосування, закріплення і поворот у зручне для зварювання положення, зняття готового виробу, виявляється значною працею. Використання поточкових ліній, оснащених спеціалізованим обладнанням і транспортуючими пристроями, істотно скорочує ці витрати. Поточкові лінії зварювання балок таврового або двотаврового перетину можуть оснащуватися або рядом спеціалізованих пристроїв і установок, які послідовно виконують окремі операції за умови комплексної механізації всього технологічного процесу, або автоматизованими установками безперервної дії.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Прикладом потокової лінії першого типу може служити лінія з виробництва зварних двотаврових балок на заводі ім. Бабушкіна в Дніпрі. На рис. 1.9. показано розташування ділянок обробки стінок і полиць, де римськими цифрами позначені позиції виконання окремих операцій.

На рольганг ділянки заготовки стінок, листи подають мостовим краном. Якщо стінку двотавра доводиться збирати з двох листів по довжині, то на позиції I стикуються кромки, проходять обрізання. Для цього оператор, управляючим приводом рольганга, розташовує листи 1 і 2 по обидві сторони від упору 3, висунутого над поверхнею рольганга знизу пневмоциліндром (рис. 1.10, а). Потім шлеперний пристрій 4 зрушує обидва листа до упорів 5; упор 3 забирається нижче поверхні рольганга і самохідний візок з двома різаками, переміщаючись по напрямних 6, одночасно обрізає кромки листів 1 і 2. На позиції II (див. рис. 1.9.) рольгангом листи встановлюють стискуваними кромками по осі флюсової подушки, затискають і зварюють автоматом під флюсом. На позицію III зварену заготовку 1 подають рольгангом до упору 2 (рис. 1.10, б) і різак по напрямній 3 обрізають за розміром.

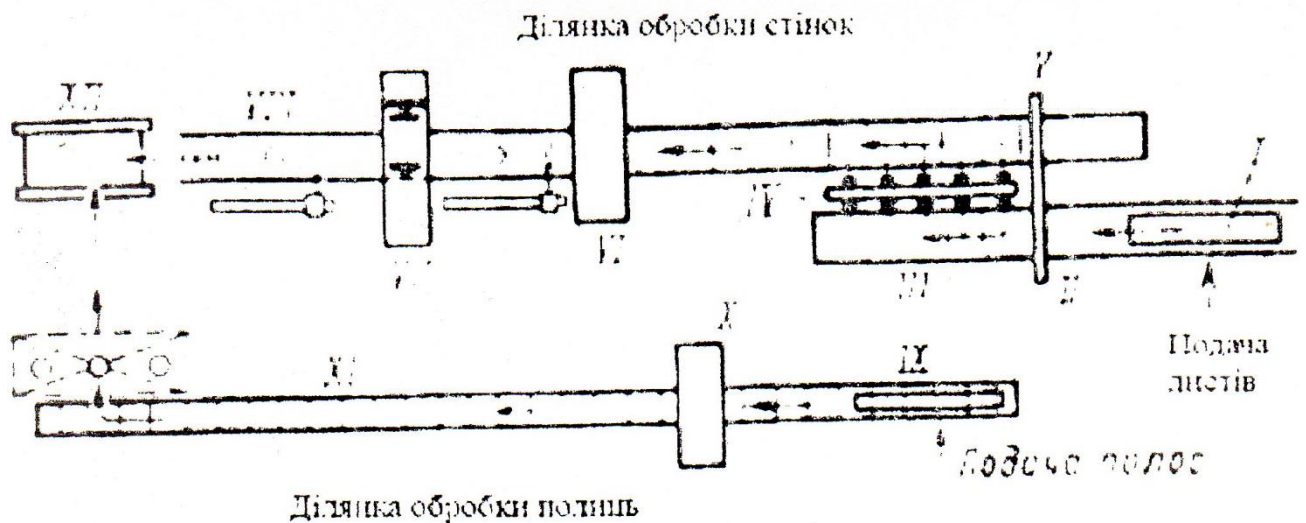


Рис. 1.9. Схеми заготівельних ділянок ліній виготовлення двотаврових балок

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

На позиції IV (див. рис. 1.11.) заготовку стінки кантувачем передають на паралельний рольганг з поворотом на 180° , де на позиції V виконують стиковий шов з іншого боку, а на позиції VI здійснюють правку хвилястості в багатовалковій правильній машині.

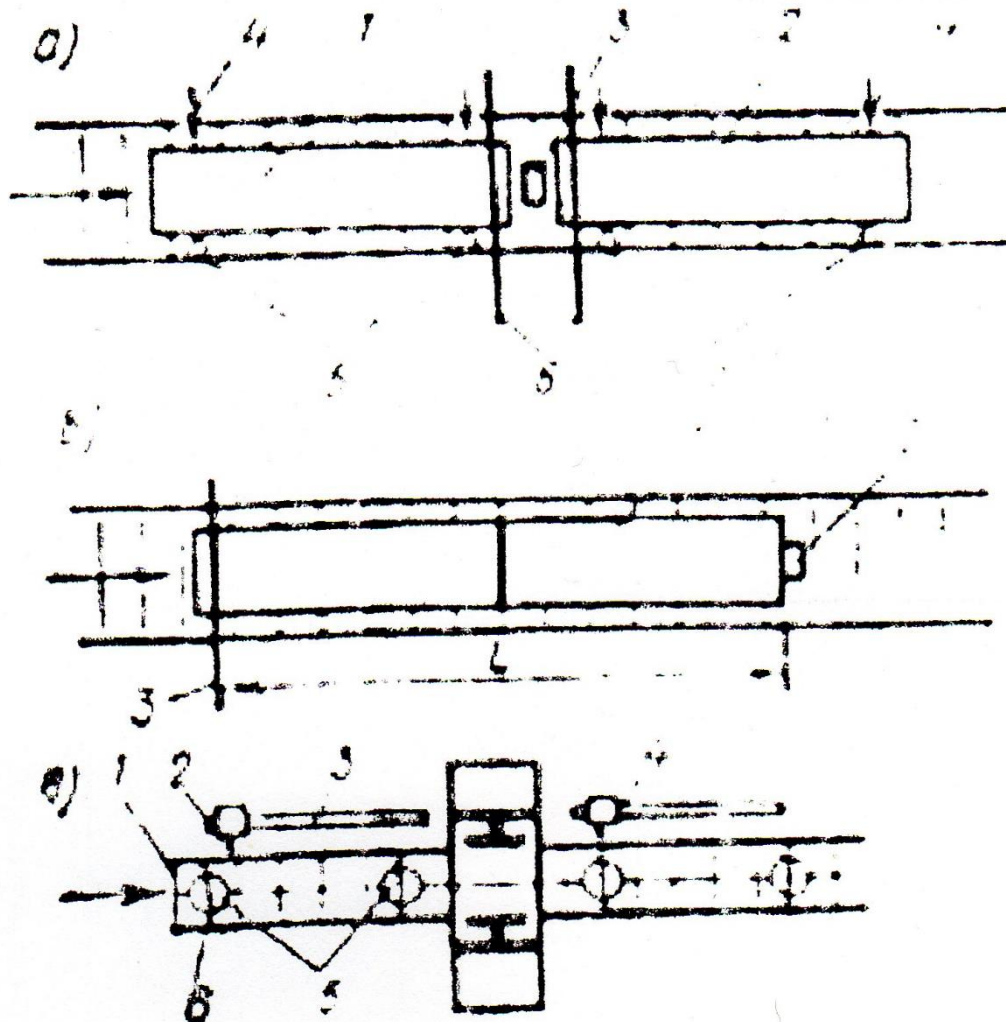


Рис. 1.10. Операції на ділянці заготовки стінку

На позиції VII ножиці з двома парами дискових ножів обрізають повздовжні кромки за розміром висоти стінки. Підйомні столи 5 (рис. 1.10, в) з поперечним

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

переміщенням від ходових гвинтів 6 піднімають заготовку стінки над роликами рольганга 1, орієнтують її і встановлюють по осі симетрії ножиць.

Прямолінійність обрізуваних кромок забезпечується тим, що задній кінець заготовки захоплюється пневмозатискачем 2, ковзаючим по напрямній 3. Таким самим пневмозатискачем 4 захоплює передній кінець стінки на виході з ножиць.

Потім на позиції VIII (див. рис. 1.11.) обрізані кромки проходять очистку під зварювання обертовими щітками і готова стінка рольгангом подається на позицію XII в живильник складальної ділянки.

Для полиць використовують сталеві штаби, повздовжні кромки яких обробки не вимагають. Штаби, що мають довжину, рівну довжині зварюваної балки, укладають краном на рольганг IX і подають в багато валкову правильну машину X для коректування хвилястості і шабле подібності. Потім на рольгангу XI, середня частина штаби захищається під зварювання, і готові полиці в горизонтальному положенні, за допомогою магнітних захоплень, підвішених до траверси крана, подають в живильник складального стану XII.

На складальній ділянці послідовно розташовані живильник і складальний стан. Живильник приймає елементи в горизонтальному положенні (рис. 1.11, а), повертає полиці на 90^0 і подає всі три елементи в складальний стан. Опорними базами живильника служать ролики. Поворотом роликів 2 (рис. 1.11, б) полиці переводяться в проектне положення з опорою їх кромок на ролики 3. Видача всіх трьох елементів з живильника показана на рис. 1.12.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

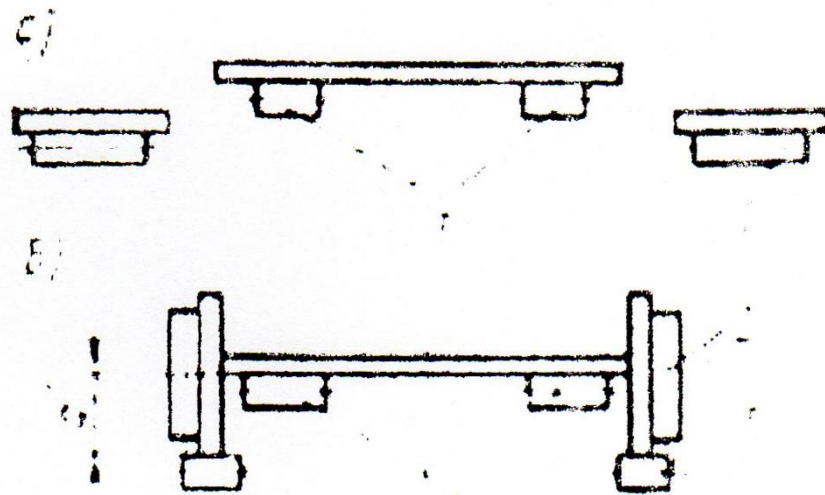


Рис. 1.11. Схема опорних баз живильника

Два жорстких супорта 4 несуть праву і ліву групи опорних і провідних роликів. Їх переміщення по напрямних 2 станини 1 (зближення чи розсування) здійснюють наладку живильника по висоті балки, що збирається. Переміщення супортів здійснюється оператором з пульта керування включенням електродвигуна 5, який приводить в рух ходові гвинти 3. Схема приводу опорних роликів передбачає можливість, настройки живильника на задану ширину полиці. У складальному стані елементи балки приймаються системою роликів, розташованих, як в живильнику (рис. 1.13, а). Рух здійснюється обертанням першої пари притискних роликів 2. Положення елементів при складанні задається системою опорних баз і притисків. При опусканні роликів 1 (рис. 1.13, б) стінка балки 6 лягає на магнітний стіл 4, тяжіння якого фіксує її положення і усуває хвилястість.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

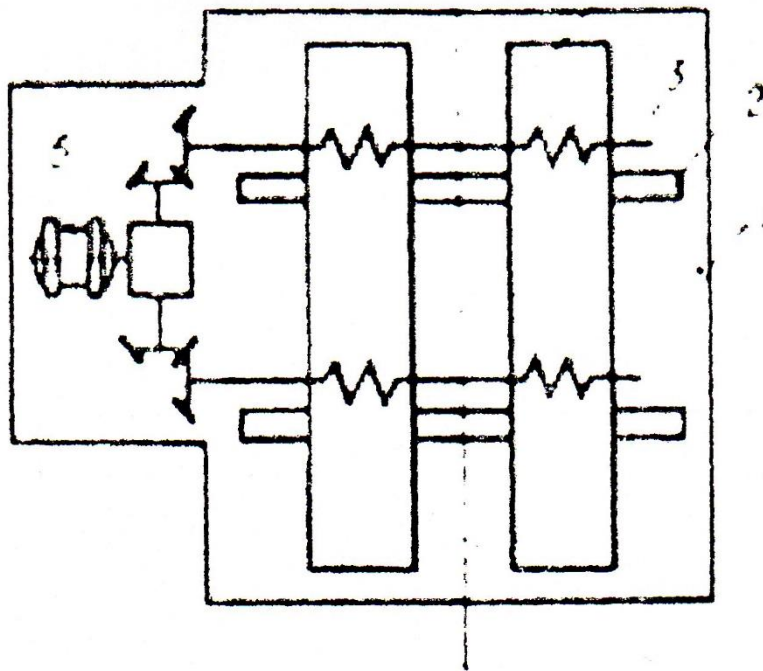


Рис. 1.12. Схема положення основних вузлів живильника

Підйомники 5 піднімають полки над роликami 3, розташовуючи їх симетрично щодо стінки. Складання завершується затисканням елементів по всій довжині гідроциліндрами притискних роликів 2 і постановкою прихваток. Після виключення магнітного столу і відходу притискних роликів 2, ролики 1 піднімають балку і вона видається з табору включенням натискання і обертання крайньої пари роликів 2 (рис.1.13, в).

З складального стану двотавр надходить на рольганг зварювальної ділянки, де до нього приварюють вивідні планки у вигляді тавриків. Так як у цій потоковій лінії, поясні шви виконують в положенні « у човник » і перший з них укладають з боку, де немає прихваток, то на зварювальній ділянці балку доводиться послідовно встановлювати в положення, показані римськими цифрами на рис. 1.14. Кантувач 11 9 (рис.1.15.) перекладає балку з рольганга 10

Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ

Лист

на рольганг 2 з поворотом на 180^0 подаючи її до зварювальної установки 1, а потім до зварювальної установки 9 до упору 8. Потім, шлеперним пристроєм 3 без кантування, балку передають на рольганг 2 до зварювальної установки 7 з подальшою подачею до установки 6.

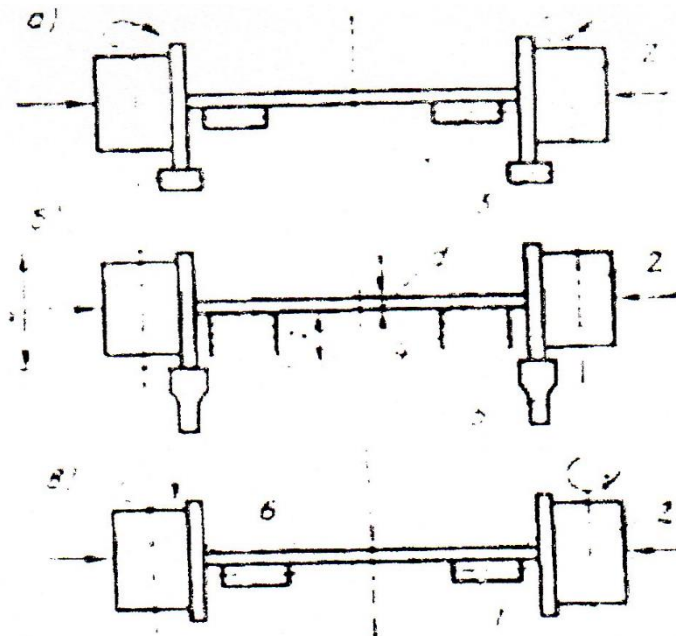


Рис. 1.13. Схема положення опорних баз та затискачів збирального стану: *а* – при прийманні елементів; *б* – при збиранні; *в* – при видаванні робочої конструкції.

Після зварювальної ділянки балка потрапляє на ділянку обробки, де послідовно проходить через дві машини для корегування грибовидності полиць і через два торцефрезерних верстата.

У розглянутій потоковій лінії під час транспортування заготовок технологічні операції не проводяться. Прикладом установки, де транспортування здійснюється безперервно і поєднується в часі з виконанням складально-зварювальної операції, може служити верстат СТС – 138 для складання і зварювання таврових балок. Взаємне центрування заготовок, їх переміщення та автоматичне зварювання під флюсом обоз швів здійснюються одночасно.

Пристрій для притискання стінки тавра до пояса складається з пневматичного циліндра і натискного ролика 3. Центрування елементів тавра здійснюється

Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ

Лист

чотирма парами роликів, з них дві пари направляють пояс вздовж осі станини, а дві інші пари 2 утримають стінку вертикально і забезпечують її установку на середину пояса. Рух зварюваного елемента здійснюється приводним опорним роликом 4. Для плавної зміни швидкості застосований варіатор. Кінці балки підтримуються роликами опорних візків 5.

Для високопродуктивного виготовлення зварних балок в безперервних автоматичних лініях, великого значення набуває застосування зварювання струмами високої частоти, що забезпечує швидкість зварювання 10 – 60 м/хв., тобто на порядок вище, ніж при зварюванні під флюсом. Американською фірмою «АМФ-Термантул» випущені агрегати для виготовлення зварних двотаврів з рулонного прокату або звичайних штаб і листів. Заготовки для стінки і смуг двотавра з рулонної сталі подають до зварювального агрегату з трьох розмотувачів. Пристрій для гнуття забезпечує подачу полиць в зону зварювання під кутом $4 - 7^{\circ}$ до крайок стінки. Ковзаючи контакти 1 та 2 підводять струм до однієї з полиць і відводи від іншої – зварювальний струм протікає по поверхні з'єднаних елементів і через місце їх контактів під обтисненими роликами. При приварюванні полки до крайки стінки зварне з'єднання набуває несприятливу форму. Холодна деформація кромки стінки, для збільшення її товщини з зачисткою з'єднання після зварювання у I гарячому стані, дозволяє забезпечити плавний перехід від стінки до полиці. Відповідно до цього, в розглянутому агрегаті, кромки перед зварюванням з полками проходять попередню осадку. Жорсткість заготовки полиць значної товщини подають не з рулонів, а поштучно з живильників. Ці заготовки проходять зварювальну установку, щільно притиснуті торцями один до одного. Розрізку безперервної стінки виконують в місцях розташування не проварених стиків полиць.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

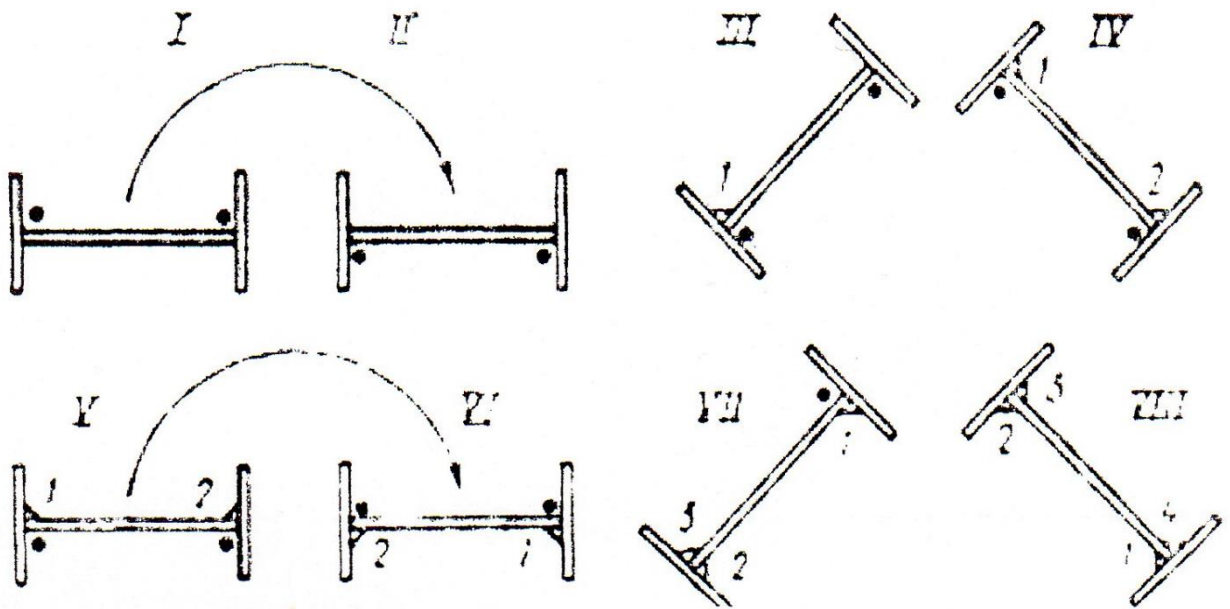


Рис.1.14. Положення балки на зварювальній ділянці

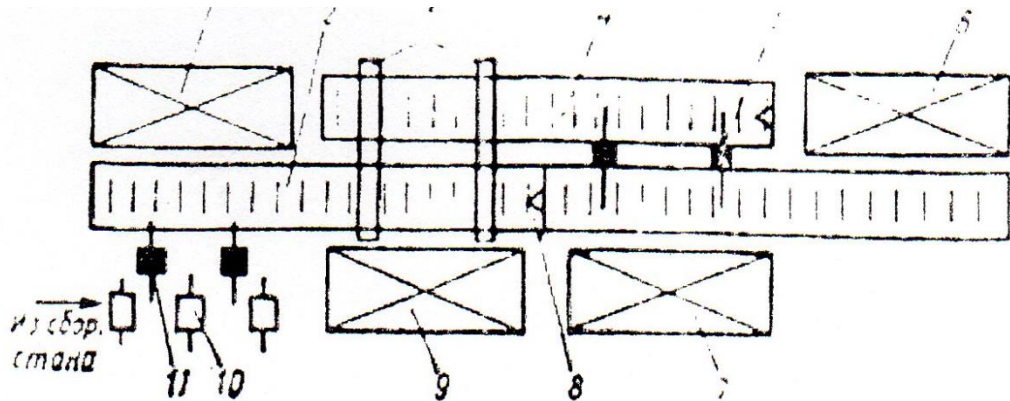


Рис. 1.15. Схема зварювальної ділянки

Принциповою відмінністю вітчизняної технології виробництва зварних двотаврів є застосування високочастотного індукційного нагріву зварювальних кромek без ковзних контактів. Полиці фіксують відносно стінки за виступ тавра, а не за зовнішні кромки. Така технологія відпрацьована на дослідно-промисловій установці в НИИМетмаш і ІЕЗ ім.. Є. О. Патона.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

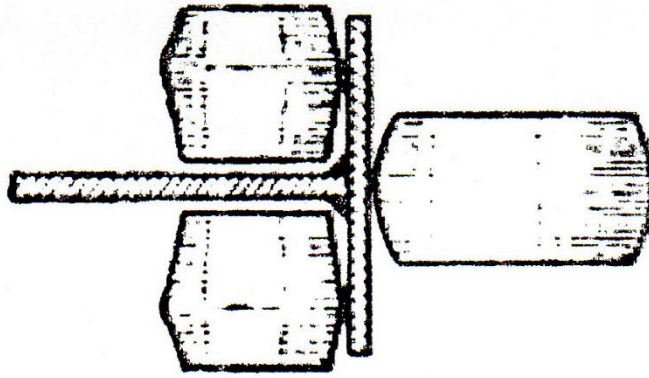


Рис. 1.16. Схема правки грибовидності полиць

Зважаючи на приведені можливі технології складання балок, доцільним буде використання кондуктора для складання двотаврової балки. Зварювання виконуємо «у човник», що забезпечує більш сприятливі умови формування і проплавлення зварювального шва. Але доводиться повертати виріб після зварювання кожного шва, тому доцільно використовувати опозиціонери-кантувачі, а саме центровий кантувач, який забезпечує жорстке закріплення попередньо зібраної на прихопленнях балки.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки і завдання дипломного проекту

На підставі аналізу властивостей зварюваності сталі 20, конструкції вантажопідйомної траверси і технології його виготовлення зроблені наступні висновки:

1. Траверса містить зварні з'єднання, тому виготовлення конструкції можуть бути виконані автоматичним способом.
2. Сталь 20 володіє доброю зварюваністю.
3. Для виготовлення траверси можуть застосуватися механізовані способи складання і зварювання

Для досягнення мети дипломного проекту, виходячи з висновків необхідно вирішити наступні завдання:

1. Вибір способів зварювання таврових і напускнових швів траверси, а також зварювального матеріалу.
2. Розрахунок режимів зварювання, забезпечивши необхідні розміри зварювальних швів.
3. Оцінити очікувану структуру зварних з'єднань на підставі розрахунку термічного циклу зварювання.
4. Розрахунок міцності траверси.
5. Розробити технологію механізованого складання і зварювання траверси.
6. Розробити захід з охорони праці при виготовленні траверси.
7. Розрахувати технологію собівартості складання і зварювання траверси.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розробка технології зварювання балки

2.1. Обґрунтування вибору способу зварювання і зварювальних матеріалів

Для розробки технології зварювання траверси розглянемо можливі способи зварювання та виберемо найбільш доцільні з них.

Автоматичне зварювання під флюсом

Сутність процесу зварювання під флюсом полягає в наступному. Дуга горить між зварювальним дротом і зварюваним виробом під шаром гранульованого флюсу (рис. 2.1.). По мірі розплавлювання, дріт автоматично подається в зону зварювання. Зварювальний дріт переміщується в напрямку зварювання за допомогою спеціального механізму (автоматичне зварювання) або вручну (механізоване зварювання). Під впливом тепла дуги основний метал і флюс плавляться, причому флюс утворює навколо зони зварювання еластичну плівку, ізолюючи цю зону від доступу повітря. Краплі електродного металу, що розплавляються дугою, переносяться через дуговий проміжок в зварювальну ванну, де змішується з розплавленим основним металом. По мірі переміщення дуги вперед метал зварювальної ванни починає охолоджуватися, оскільки надходження тепла до нього зменшується. Потім він твердне, утворюючи шов. Розплавляючись, флюс перетворюється в рідкий шлак, який покриває поверхню металу і залишається рідким ще деякий час після того, як метал вже затвердів. Потім шлак твердне, утворюючи на поверхні шва шлакову кірку. Ролики спеціального механізму подають електродний дріт у зону дуги. Зварювальний струм (змінний або постійний, прямої або зворотної полярності) підводиться до дроту за допомогою ковзного контакту, а до виробу – постійним контактом. [1]

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

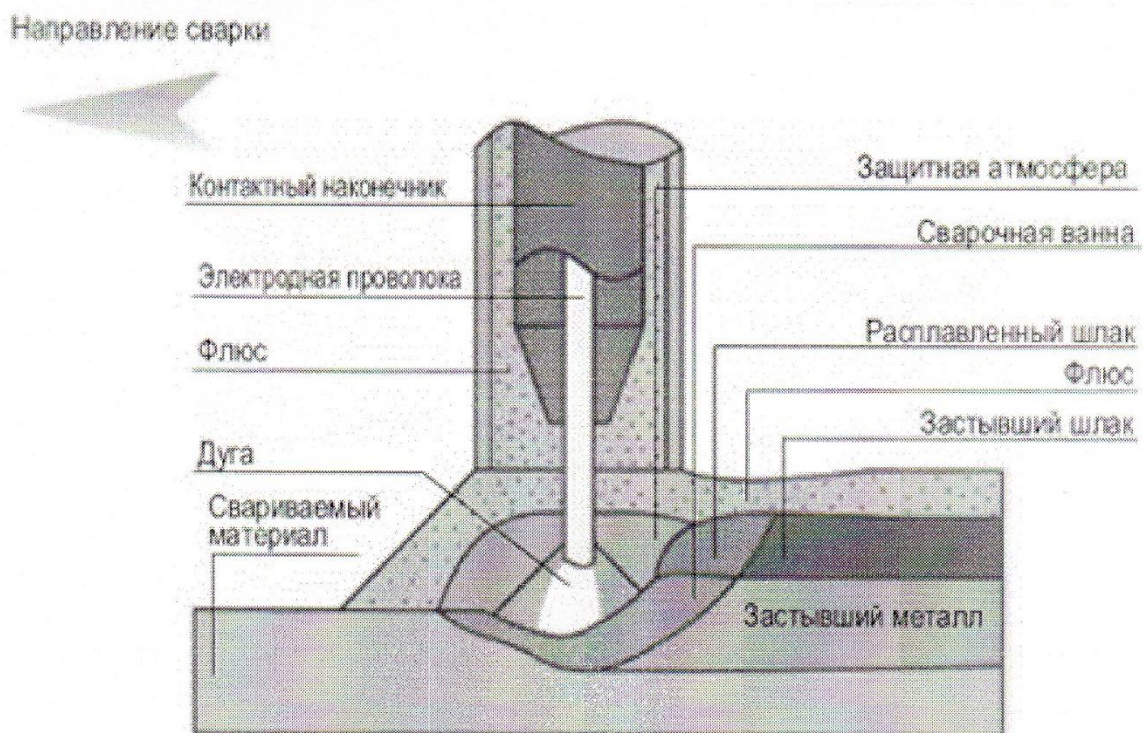


Рис. 2.1. Схема зварювання під флюсом

Промисловість випускає два типи апаратів для дугового зварювання під флюсом:

- з постійною швидкістю подачі електродного дроту, незалежною від напруги на дузі (засновані на принципі саморегулювання зварювальної дуги);
- апарати з автоматичним регулюванням напруги на дузі і залежною від нього швидкістю подачі електродного дроту (апарати з авторегулюванням).

В зварювальних головках з постійною швидкістю подачі при зміні довжини дугового проміжку відновлення режиму відбувається за рахунок тимчасової зміни швидкості плавлення електрода внаслідок саморегулювання дуги. При збільшенні дугового проміжку (збільшення напруги на дузі) зменшується сила

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

зварювального струму, що призводить до зменшення швидкості плавлення електрода.

Зменшення довжини дуги викликає збільшення зварювального струму і швидкості плавлення. В цьому випадку використовують джерела живлення з жорсткою вольт – амперною характеристикою.

В зварювальних головках з автоматичним регулятором напруги на дузі порушення довжини дугового проміжку викликає таку зміну швидкості подачі електродного дроту (впливаючи на електродвигун постійного струму), при якій відновлюється задана напруга на дузі. При цьому використовують апарати зі спадною вольт-амперною характеристикою. Апарати цих двох типів відрізняються і налаштуванням на заданий режим основних параметрів: зварювальний струм і напругу на дузі. На апаратах з постійною швидкістю подачі задане значення зварювального струму налаштовують підбором відповідного значення швидкості подачі електродного дроту. Напругу на дузі налаштовують зміною крутизни зовнішньої характеристики джерела живлення. Необхідну швидкість подачі електродного дроту встановлюють або змінними зубчастими шестернями (ступінчасте регулювання), або зміною числа обертів двигунів постійного струму (плавне регулювання). Для розширення меж регулювання швидкості подачі останнім часом – часто використовують плавне-ступеневе регулювання (двигун постійного струму і редуктор зі змінними шестернями). На апаратах з автоматичним регулятором напруга на дузі задається і автоматично підтримується постійною під час зварювання. Задане значення зварювального струму налаштовують зміною крутизни зовнішньої характеристики джерела живлення.

Налаштування інших параметрів режиму зварювання (швидкості зварювання, вильоту електрода, висоти шару флюсу та ін.) подібне для апаратів обох типів і визначається конструктивними особливостями конкретного апарату.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Форму оброблення кромки для механізованого зварювання під флюсом вибирають залежно від товщини зварюваних виробів і відповідно до ГОСТ 8713-79 « Швы сварных соединений. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Основные типы и конструктивные элементы », ГОСТ 11533-75 « Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Сварные соединения под острыми и тупыми углами ».

Зварювальний флюс – один з найважливіших елементів, які визначають якість металу шва і умови протікання процесу зварювання. Від складу флюсу залежать склади рідкого шлаку і газової атмосфери. Взаємодія шлаку з металом обумовлює певний хімічний склад металу шва. Від складу металу шва залежить його структура, стійкість проти утворення тріщин. Склад газової атмосфери обумовлює стійкість горіння дуги, стійкість проти утворення пор і кількість виділених при зварюванні шкідливих газів.

Флюси виконують такі функції: фізичну ізоляцію зварювальної ванни від атмосфери, стабілізацію дугового розряду, хімічну взаємодію з рідким металом, легування металу шва, формування поверхні шва.

Краща ізолююча здатність – у флюсів з щільною будовою частинок дрібної грануляції. Однак при щільній укладці частинок флюсу погіршується формування поверхні шва. Досить ефективний захист зварювальної ванни від атмосферного впливу забезпечується при певній товщині шару флюсу.

До складу флюсу вводять елементи-стабілізатори, що підвищують стабільність горіння дуги.

Електродний дріт. Правильний вибір марки електродного дроту для зварювання – один з головних елементів розробки технології механізованого зварювання в захисних газах та під флюсом. Хімічний склад електродного дроту визначає склад металу шва та його механічні властивості.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зварювання сталей призначено дріт по ГОСТ 2246-70 « Сварочная стальная проволока ». Відповідно до цього ГОСТу випускають низьковуглецеву, леговану і високолеговану дріт діаметром 0,3; 0,5; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12,0 мм. Дріт поставляється у бухтах вагою до 80 кг. На кожній бухті кріплять металеву бирку із зазначенням заводу-виготовлювача, умовного позначення дроту, номера партії та клейма технічного контролю. За угодою сторін дріт можуть поставляти намотаною на котушки або касети. Транспортувати і зберігати дріт слід в умовах, що виключають його іржавіння, забруднення і механічне пошкодження. Якщо ж поверхня дроту забруднена або покрита іржею, то перед вживанням її необхідно очистити. Дріт очищають при намотуванні його на касети в спеціальних верстатах, використовуючи наждачні кола. Для видалення масел використовують гас, уайтспірит, бензин та ін. Для усунення вологи застосовують термічну обробку: прогартування при температурі 100 – 150⁰ С. ЦНИИТМАШ рекомендує обробляти дріт в 20% -вм розчині сірчаної кислоти з наступною прожарюванням при температурі 250⁰ С 2-2,5 години. Необхідність в обробці електродного дроту перед зварюванням відповідає, якщо використовувати обміднений дріт.

Механізоване зварювання в захисному газі

Зварювання в захисних газах можна виконувати неплавким, зазвичай вольфрамовим, або плавким електродом. У першому випадку зварний шов утворюється за рахунок розплавлення кромки виробу і, якщо необхідно, то в зону дуги подається присадковий дріт, який плавиться в процесі зварювання і бере участь в утворенні металу шву. Для захисту застосовують три групи газів: інертні (аргон, гелій), активні (вуглецевий газ, азот, водень та ін.). Вибір захисного газу визначається хімічним складом металу, що зварюється, вимогами, що

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

висуваються властивостей зварного з'єднання; економічністю процесу та іншими факторами.

Суміш інертних газів з активними рекомендується застосовувати і для підвищення стійкості дуги, збільшення глибини проплавлення і зміни форми шва металургійної обробки розплавленого металу, підвищення продуктивності зварювання. При зварюванні в суміші газів підвищується перехід електродного металу в шов [1]

В зону зварювання захисний газ може подаватися центрально (рис.2.2 та 2.3, а, в). А при підвищених швидкостях зварювання плавким – збоку (рис.2.3, б). Для економії витрати дефіцитних і дорогих інертних газів використовують захист двома роздільними потоками газів (рис. 2.3, в). Зовнішній потік – зазвичай вуглекислий газ. При зварюванні активних матеріалів для попередження контакту повітря не тільки з розплавленим, але і з нагрітим твердим металом застосовують подовжені насадки на сопла – рухливі камери (рис.2.3, г). Найбільш надійний захист досягається при розміщенні виробів в стаціонарних камерах, заповнених захисним газом. Для зварювання великогабаритних виробів використовують переносні камери з м'яких пластичних зазвичай прозорих матеріалів, що встановлюються локально над зварюваним стиком. Теплофізичні властивості захисних газів дуже впливають на технологічні властивості дуги, а значить на форму і розміри шва. При рівних умовах дуга в гелії в порівнянні з дугою в аргоні є більш «м'якою», має більш високу напругу, а шов має меншу глибину проплавлення і велику ширину. Вуглекислий газ за впливом на форму шва займає проміжне становище.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

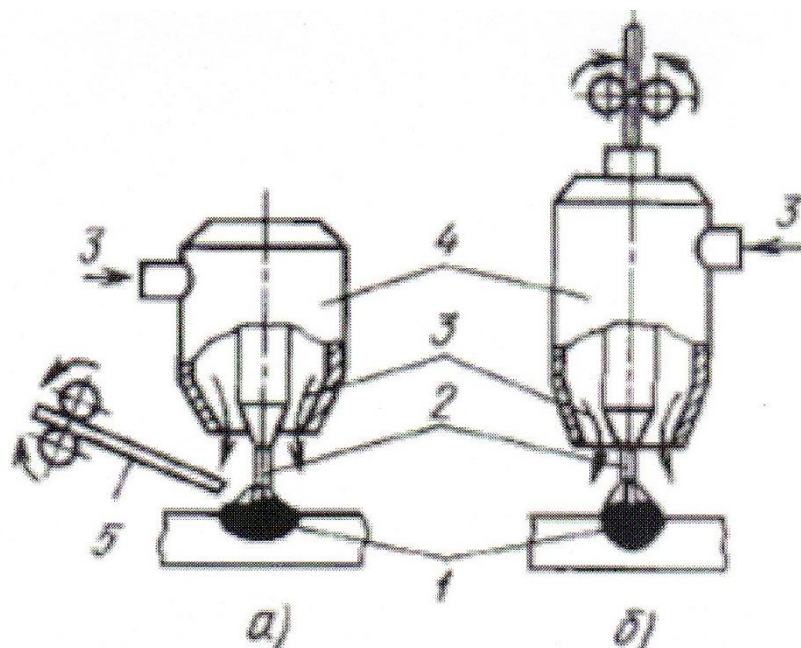


Рис. 2.2. Схеми зварювання в захисних газах **неплавким** (а), **плавким** (б) електродом: 1 – метал шву; 2 – електрод; 3 – захисний газ; 4 – газове сопло (пальник); 5 – додатковий дріт

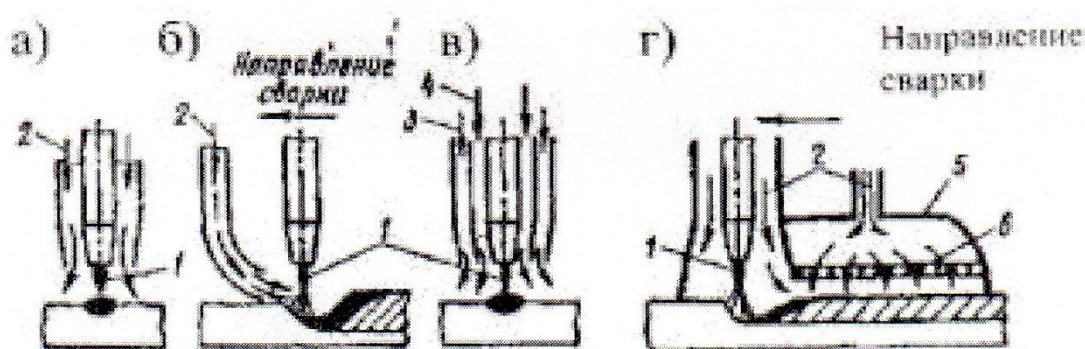


Рис. 2.3. Схеми подачі захисного газу в зону зварювання а – центральна; б - бічна; в – двома концентричними потоками; 2 – в пересувну камеру (насадку); 1 – електрод; 2 - захисний газ; 3 і 4 – зовнішній та внутрішній потоки захисних газів; 5 – насадка; 6 – розподільча сітка

Інертні гази

Практично повністю нейтральними по відношенню до всіх зварюваних металів є інертні одноатомні гази. Інертні гази застосовують для зварювання хімічно

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

активних металів і сплавів, а також у всіх випадках, коли необхідно отримувати зварні шви, однорідні за складом з основним і присадним металами.

У зварювальному виробництві використовується аргон, поставляється в газоподібному (табл. 2.1) і рідкому станах. Газ гелій має найнижчу щільність після водню. Він повністю інертний навіть при високих температурах, відрізняється низькою розчинністю в розплавлених металах і досить маленьким атомним діаметром, що дозволяє йому проникати крізь дрібні пори. Газоподібний аргон випускають, зберігають і транспортують в сталевих балонах (за ГОСТ 949-73) або в автоцистернах під тиском $15 \pm 0,5$ або $20 \pm 1,0$ МПа при 293 К. При поставці аргону в балонах (ГОСТ 949 – 73) місткістю 40 дм³ обсяг газу в балоні становить 6,2 м² (при номінальному тиску 15 МПа і 293 К).

Табл. 2.1. Фізико – хімічні показники аргону (ГОСТ 10157 – 79)

Наименование показателя	Норма	
	Высший сорт	Первый сорт
1. Объемная доля аргона, %, не менее	99,993	99,987
2. Объемная доля кислорода, %, не более	0,0007	0,002
3. Объемная доля азота, % не более	0,005	0,01
4. Объемная доля водяных паров, %, не более, что соответствует температуре насыщения аргона водяными парами при давлении 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), °С, не выше	0,0009	0,001
	Минус 61	Минус 58
5. Объемная доля суммы углеродосодержащих соединений в пересчете на CO ₂ , %, не более	0,0005	0,001

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Гелій для зварювання поставляється по ТУ 51689 – 75 трьох сортів: марки А, Б і В (табл. 2.2). Транспортують і зберігають гелій у сталевих балонах місткістю 40 дм³ в газоподібному стані при тиску 15 МПа або в скрапленому стані при тиску до 0,2 МПа. Вартість гелію значно вища, ніж аргону, тому його застосовують в основному при зварюванні хімічно чистих й активних металів і сплавів. Застосування гелію забезпечує отримання більшої глибини проплавлення (завдяки високому значенню потенціалу іонізації), тому його застосовують іноді в тих випадках, коли потрібне посилення проплавляючої здатності дуги або отримання спеціальної форми шва.

Табл. 2.2. Хімічний склад гелію, % (ТУ 51689-75)

Компонент	Норми гелію для марок		
	А	Б	В
Гелій (не менше)	99,995	99,99	99,99
Водень (не більше)	0,0001	0,0025	0,0025
Азот (не більше)	0,0005	0,004	0,004
Кисень (не більше)	0,0001	0,001	0,001
Аргон (не більше)	-	0,001	0,001
Водяні пари	0,0005	0,002	0,002

Активні захисні гази

В якості активних захисних газів при зварюванні широко використовують вуглекислий газ . До активних газам можуть бути віднесені також азот і водень,

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

що використовується в деяких зварювальних процесах як складова частина захисного газу.

У зварювальному виробництві азот іноді використовують для зварювання міді і її сплавів, по відношенню до яких азот є інертним газом. По відношенню до більшості інших металів азот є активним газом, часто шкідливим, і його концентрацію в зоні плавлення прагнуть обмежити.

Водень в зварювальному виробництві використовують досить рідко для атомно-водневого зварювання та дугового зварювання в суміші ($\text{Ar} + \text{H}_2$ до 12 %). Водень використовують тільки в спеціальних областях зварювання, оскільки він грає важливу роль в металургійних процесах зварювання. Через можливість утворення вибухонебезпечної суміші між воднем і повітрям при роботі з ним слід суворо дотримуватись вимог техніки безпеки.

Суміші газів

У ряді випадків для розширення технологічних можливостей дугового зварювання доцільно застосовувати суміш аргону і гелію. Добавка гелію сприяє підвищенню здатності проплавлення дуги.

1. Суміш $\text{Ar} + (10-30\% \text{He})$. Добавка He до аргону також сприяє підвищенню здатності дуги до проплавлення. Цю суміш застосовують при зварюванні міді і аустенітної нержавіючої сталі деяких марок.

2. Суміш $\text{Ar} + (1-5\% \text{O}_2)$. Домішка кисню до аргону знижує критичний струм, при якому крапельний перенесення металу переходить в струменевий, що дозволяє трохи збільшити продуктивність зварювання і зменшити розбризкування

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

металу. Аргонокисневу суміш застосовують для зварювання маловуглецевої і легованої сталі.

3. Суміш $\text{Ar} + (10-20\% \text{CO}_2)$. Вуглекислий газ при зварюванні маловуглецевої і низьколегованої сталі сприяє усуненню пористості в зварних швах. Додаток CO_2 до аргону підвищує стабільність дуги і покращує формування шва при зварюванні тонколистової сталі.

4. Потрібна суміш $75\% \text{Ar}$, $20\% \text{CO}_2$, $5\% \text{O}_2$ забезпечує високу стабільність дуги, що плавиться при зварюванні сталі, мінімальне розбризкування металу, гарне формування шва, відсутність пористості.

При відсутності готових газових сумішей змішування газів можна здійснювати на зварювальному посту. Склад суміші, яка подається в пальник, регулюється зміною витрати газів, що входять в суміш. Витрата кожного газу регулюється окремим редуктором і вимірюється ротаметром типу РС-3.

Ручне електродугове зварювання

До електроду і зварюваного виробу для утворення і підтримки зварювальної дуги від джерел зварювального струму підводиться постійний або змінний зварювальний струм. Дуга розплавляє металевий стрижень електрода, його покриття і основний метал, як показано на рис. 2.4. Розплавляється металевий стрижень електрода у вигляді окремих капель, покритих шлаком, переходить в зварювальну ванну. У зварювальній ванні електродний метал змішується з розплавленим металом виробу (основним металом), а розплавлений шлак спливає на поверхню.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

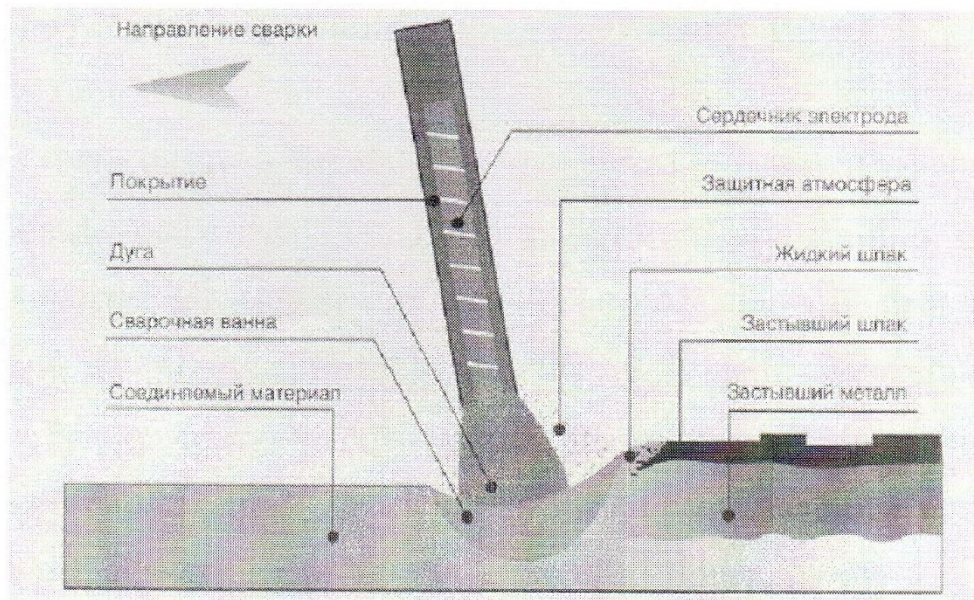


Рис. 2.4. Схема ручного электродугового зварювання

Покриття електроду, що розплавляється, утворює навколо дуги і над поверхнею зварювальної ванни газову атмосферу, яка, відтісняючи повітря із зони зварювання, перешкоджає взаємодії його з розплавленим металом. У газовій атмосфері присутні також пари основного і електродного металів і легуючих елементів. Шлаки, покриваючи краплі електродного металу і поверхню розплавленого металу зварювальної ванни, сприяє запобіганню їх від контакту з повітрям і бере участь в металургійних взаємодіях з розплавленим металом.

Кристалізація металу зварювальної ванни в міру віддалення дуги призводить до утворення шва, що з'єднує зварювані деталі. При випадкових обривах дуги або при зміні електродів кристалізація металу зварювальної ванни призводить до утворення зварювального кратера (поглиблення у шві, за формою нагадує зовнішню поверхню зварювальної ванни). Коли шлак твердне, то утворює на поверхні шлакову корку.

Для порушення дугового розряду при зварюванні для отримання початкової іонізації, зазвичай зводять два електроди до зіткнення (електрод і деталь), а потім швидко їх розводять. При досить великому струмі при зіткненні

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

електродів в проміжку між кінцями електродів виділяється велика кількість тепла. Струм між електродами проходить через дрібні нерівності на торцях і розігріває їх до розплавлених. При швидкому розведенні електродів розплавленні містки розтягуються і звужуються, внаслідок чого щільність струму доходить в них в момент розриву до такої величини, що звертає їх у пар. При високій температурі парів металу іонізація проміжку виходить настільки значною, що при порівнянні невеликій різниці потенціалів між кінцями електродів виникає дуговий розряд. Розряд підтримується далі як стійка стаціонарна дуга в тому випадку, якщо зберігаються чинники, що підтримують іонізацію дугового проміжку.

У момент запалювання дуги проміжок ще недостатньо нагрітий і для його іонізації необхідна збільшена кінетична енергія, яка може бути отримана посиленням електричного поля, тобто деяким підвищенням напруги між електродами порівняно з тим напруженням, яке потрібно для підтримки дуги в сталому стані.

Для виготовлення траверси вибираємо автоматичне зварювання під флюсом, для таврових з'єднань, тому що цей спосіб дозволяє отримати довгі прямолінійні зварювальні шви високої якості. Шов буде мати більшу міцність, пластичність і ударну в'язкість, при малій витраті зварювального дроту, електроенергії. Для приварки планок і ребр жорсткості застосовуємо механізоване зварювання в середовищі захисних газів, а саме в $Ar + CO_2$. Вибір суміші газів обумовлений наступними перевагами:

- збільшення кількості наплавленого металу за одиницю часу;
- зниження втрат електродного металу на розбризкування;
- зниження кількості прилипання бризок (забризкування) в районі зварного шва і , як наслідок, зменшення трудомісткості по їх видаленню;
- підвищення пластичності наплавленого металу, особливо ударної в'язкості;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- стабілізація процесу зварювання і поліпшення якості металу шва, а саме зниження пористості і неметалевих включень за умови рівномірної подачі зварювального дроту в зону зварювання.

Розглядаючи економічну сторону питання, необхідно враховувати ряд додаткових переваг сумішей:

- підвищена швидкість зварювання і наплавлення, в порівнянні зі зварюванням у CO_2 (за деякими оцінками до 50%) значно знижує трудовитрати на одиницю довжини зварного шва, зменшує знос обладнання;
- практично виключається операція зачистки шва, так як розбризкування електродного металу і набризкування на основний метал мінімально (на 70 – 80% менше);
- зменшуються витрати на зварювальні матеріали (необхідно відзначити також, що металоємність вітчизняних зварних металоконструкцій у багатьох випадках вище, ніж у їхніх закордонних аналогів, що викликано значною мірою відсутністю в технологічному процесі зварювальних сумішей).
- Зменшуються витрати на переробку зварювальних швів.

При автоматичному зварюванні під флюсом використовуємо зварювальний дріт ОК Autrod 12.20 загального значення для зварювання низьковуглецевих сталей. Випускають дріт діаметрами від 1,2 до 5 мм. Його хімічний склад вказаний у табл. 2.3.

При механізованому зварюванні в захисних газах використовуємо дріт ОК Aristorod 12.50. Це неоміднений легований дріт ESAB суцільного перерізу G3Si1/ER70S-6, призначений для зварювання у вуглекислоті або у суміші газів виробів з конструкційних нелегованих і низьколегованих сталей, експлуатуючих при знакозмінних навантаженнях та низьких температурах. Дріт ОК 12.50 застосовують для зварювання будівельних конструкцій спільного призначення,

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

виготовлення вузлів автомобілів, а також в суднобудуванні. Матеріал покриття має покращенні характеристики, що забезпечує високу якість, ККД і безперервність операцій, особливо при роботизованому або механізованому зварюванні. Висока чистота поверхні дроту, його якісне намотування на катушки, стабільний калібр його по усій довжині, в поєднанні з низьким змістом шкідливих S та P забезпечують стабільне горіння дроту з мінімальним розбрізгиванням та високу якість шва. Відсутність оміднення дозволяє уникнути засмічення спіралі, якою йде зварюваний дріт, збільшує термін служби пальника, а також дає вкрай низький знос наконечника. Його хімічний склад вказаний у табл. 2.3 [2]

Табл. 2.3. Хімічний склад зварних дротів

Марка дроту	Хімічний склад, %				
	C	Si	Mn	S	P
OK Autrod 12.20	0,08-0,12	max 0,10	1,90-1,15	max 0,020	max 0,020
OK Aristorod 12.50	0,06-0,14	0,80-1,00	1,40-1,60	max 0,025	max 0,025

Для зварювання поясних швів обираємо флюс OK Flux 10.71. Його хімічний склад вказаний у табл. 2.4.

Табл. 2.4. Хімічний склад флюсу OK Flux 10.71. (%)

$Al_2O_3 + MnO$	CaF_2	$CaO + MgO$	$SiO_2 + TiO_2$
35	15	25	20

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Розрахунок режимів зварювання

Розрахунок виконується для таврового з'єднання ТЗ автоматичним зварюванням під флюсом (ГОСТ 8713-79), з'єднання внапусток Н1 та таврового з'єднання ТЗ зварюванням в середовищі захисних газів $\text{Ar}+\text{CO}_2$ (ДСТУ ISO 14175: 2014).

Автоматичне зварювання під флюсом (ГОСТ 8713-79)

Таврове зварювання ТЗ:

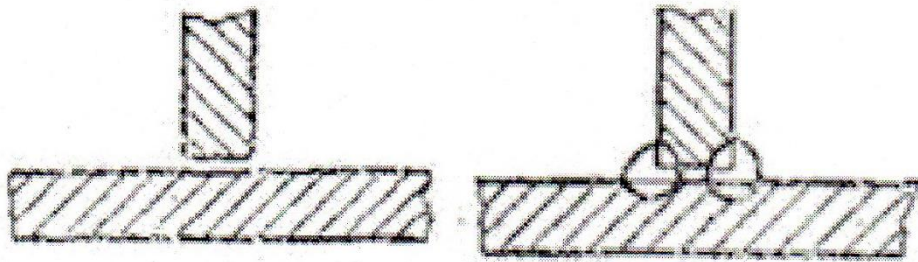


Рис. 2.5. З'єднання таврове без скошу кромки, двобічне (ТЗ)

Умовні позначення:

$I_{зв}$ – зварювальний струм;

d_e – діаметр електроду;

U_d – напруга на дузі;

F_1 – площа шару наплавленого металу за 1 прохід;

F_2 – площа шару наплавленого металу за подальші проходи;

$V_{зв}$ – швидкість зварювання;

A_n – коефіцієнт наплавлення;

F_n – кількість проходів;

j – густина зварювального струму;

Товщина: $t_1 = 10$ мм; $t_2 = 20$ мм;

Діаметр електрода: $d_e = 5$ мм;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Катет: $k = 7\text{мм}$;

Обчислювальні параметри:

1) Зварювальний струм:

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

Приймаємо $j = 40 \text{ А/мм}^2$

$$I_{зв} = (3,14 \cdot 5^2 / 4) \cdot 40 = 785 \text{ А};$$

2) Напруга на дузі:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} I_{зв} \pm 1\text{В}; \quad (2.2.)$$

$$U_d = 20 + (50 \cdot 10^{-3} / 5^{0,5}) \cdot 785 = 38 \pm 1\text{В};$$

3) Площа шару наплавленого металу:

$$F_H = k^2 / 2 \quad (2.3.)$$

$$F_H = 7^2 / 2 = 24,5 \text{ мм}^2;$$

4) Число проходів:

$$n = (F_n - F_1) / F_i + 1 \quad (2.4.)$$

$$F_H < 70 \text{ мм}^2$$

$$n = 1$$

5) Швидкість зварювання:

$V_{зв}$ залежить від коефіцієнту наплавлення α_H ;

Для автоматичного зварювання під флюсом приймаємо $\alpha_H = 12 \text{ (г/А*год)}$

$$V_{зв} = (\alpha_H \cdot I_{зв}) / (\gamma \cdot F); \quad (2.5.)$$

$$V_{зв} = 12 \cdot 785 / 7,8 \cdot 0,245 = 67,09 \text{ м/год} = 1,86 \text{ см/с}$$

6) Швидкість подачі дроту:

$$V_{пд} = (4\alpha_p \cdot I_{зв}) / (\pi \cdot d_e^2 \cdot \gamma), \quad (2.6.)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення електрода

$$V_{пд} = (4 \cdot 20 \cdot 785) / (3,14 \cdot 5^2 \cdot 7,8) = 62800 / 612,3 = 102,57 \text{ м/год}$$

7) Ефективна теплова потужність:

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_e = I_{зв} * U_d * \eta \quad (2.7.)$$

де η – ефективний ККД нагріву

$$Q_e = 785 * 38 * 0,75 = 22372,5 \text{ Дж/см}$$

8) Погонна енергія:

$$q_n = I_{зв} * U_d * \eta / V_{зв} \quad (2.8)$$

$$q_n = 785 * 38 * 0,75 / 1,86 = 12028,23 \text{ Дж/см}^2$$

9) Продуктивність наплавлення:

$$G_H = \alpha_H * I_{зв} * 10^{-3} \quad (2.9.)$$

$$G_H = 12 * 785 * 10^{-3} = 9,42 \text{ кг/год}$$

Зварювання в середовищі захисних газів $Ar + CO_2$ (ДСТУ ISO 14175: 2014)

З'єднання внапусток Н1:

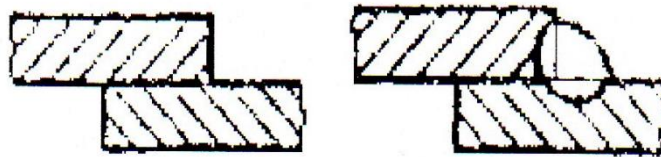


Рис. 2.6. З'єднання внапусток без скосу кромки, однобічне (Н1)

Таврове з'єднання ТЗ:

Товщина: $t_1 = 10 \text{ мм}$; $t_2 = 10 \text{ мм}$;

Діаметр електрода: $d_e = 1,2 \text{ мм}$;

Катет: $k = 7$;

Розрахунок проводимо за формулами (2.1 – 2.9.) і отримуємо наступні результати:

Табл. 2.6. Режимы зварювання в середовищі захисних газів

З'єднання	$I_{зв}$	U_d	F_H	$V_{зв}$	$V_{пд}$	Q_e	q_n	G_H	n
-	А	В	мм ²	см/с	м/ГОД	Дж/см	Дж/см ²	кг/ГОД	-

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ				Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

ТЗ, Н19суміш газів	140	27	24.5	0,39	317,55	2835	7269,23	2,66	1
ТЗ (під флюсом)	785	38	24.5	1,86	102,57	22372,5	12028,23	9,42	1

2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання

При зварюванні плавленням застосовують ефектні концентровані джерела енергії. Локалізація тепла в місці з'єднання металів і подальше його поширення у виробі викликають різноманітні структурні і деформаційні процеси. Усе це в кінцевому підсумку впливає на працездатність і якість зварних з'єднань. Зміна властивостей з'єднання досягає регулюванням параметрів зварювання і початком температури зварювального виробу.

Для розрахунку процесів нагрівання і охолодження металу при зварюванні необхідно правильно вибрати розрахункову схему, яка віддзеркалює головні особливості процесу. Крім характеристик джерела тепла сюди входять розміри і форма тіла, що зварюється. Це дозволяє набагато спростити розрахункові формули і отримати точність, задовільну для інженерних розрахунків. [3]

Вихідні данні:

$\lambda = 0,4$ (Дж/см*с*град) – коефіцієнт теплопровідності;

$c\gamma = 5$ (Дж/см³*град) – об'ємна теплопровідність;

$a = 0,08$ (см²/с) – коефіцієнт поверхневої тепловіддачі;

v = коефіцієнт температуро-віддачі;

$\alpha = 0,3 \cdot 10^{-3}$ (град⁻¹) – коефіцієнт поверхневої тепловіддачі.

Таврове з'єднання під флюсом:

$T_m = 1350^0$ C; $T_o = 20^0$ C;

$I_{св} = 785$ A; $V_{св} = 1,86$ (см/с);

$q_{II} = (I_{зв} \times U_d \times \eta) / V_{зв} ;$ (2.10)

$q_{II} = 785 \cdot 38 \cdot 0,8 / 1,86 = 12830,11$ Дж;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ				Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

$$q = I_{\text{св}} \times U_{\text{д}} \times \eta$$

$$q = 785 \cdot 38 \cdot 0,8 = 23864 \text{ Дж};$$

$$K_{\text{II}} = 2S_{\text{n}} / (2S_{\text{n}} + S_{\text{p}}); \quad (2.11)$$

$$K_{\text{II}} = 0,8;$$

$$q_{\text{е}} = q \times K_{\text{II}}; \quad (2.12)$$

$$q_{\text{е}} = 23864 \cdot 0,8 = 19091,2 \text{ Дж};$$

Відстань від осі до точки з максимальною температурою $T = 1350^{\circ}\text{C}$

$$r_0 = \sqrt{\frac{0.368q}{\frac{\pi}{2}V_{\text{сф}}\Gamma_{\text{М}}}} \quad (2.13)$$

$$r_0 = \sqrt{\frac{0.368 \cdot 19091.2}{\frac{3.14}{2} \cdot 1.86 \cdot 5 \cdot 1350}} = 0.5968 \text{ (см)};$$

Максимальна температура:

$$T_{\text{max}} = \frac{0.368q_{\text{е}}}{\frac{\pi}{2}V_{\text{сф}}r_0^2}; \quad (2.14)$$

$$T_{\text{max}} = \frac{0.368 \cdot 19091.2}{\frac{3.14}{2} \cdot 1.86 \cdot 5 \cdot 0,5968^2} = 12.95.85^0 \text{ C}$$

Час нагріву:

$$t_{\text{max}} = \frac{r_0^2}{2a} \quad (2.15)$$

$$t_{\text{max}} = \frac{0,5968^2}{2 \cdot 0.08} = 2.226 \text{ (с)};$$

$$T(r_0, t) = \frac{q_{\text{е}}}{2\pi\lambda Vt} \exp\left(-\frac{r_0^2}{4at}\right) \quad (2.16)$$

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок з'єднання внапусток і таврового в середовищі захисних газів проводимо за формулами (2.10 – 2.16). В результаті розрахунку отримали наступні данні (табл.2.7), за котрими було побудовано термічний цикл зварювання (рис.2.7).

Табл.2.7. Данні отримані в результаті розрахунку

t	ТЗ під флюсом	ТЗ в CO₂	НІ в CO₂
0,2	78,08910186	457,0861207	627,7697679
0,4	631,3887457	1170,150653	1267,900143
0,6	1064,431485	1344,544252	1346,166178
0,8	1269,506834	1323,880099	1274,126005
1	1341,524691	1246,998741	1172,016785
1,2	1345,859893	1158,696473	1071,947614
1,4	1317,079342	1073,489585	981,9715346
1,6	1272,88494	995,7196857	903,1524124
1,8	1222,398018	926,1612773	834,5466102
2	1170,350528	864,352251	774,7592423
2,2	1119,180916	809,4573454	722,4336777
2,4	1070,103841	760,5923961	676,3881775
2,6	1023,671088	716,9405194	635,6340687
2,8	980,0733307	677,7861025	599,3565854
3	939,3060583	642,5167062	566,8869811
3,2	901,2622967	610,6133782	537,6756661
3,4	865,78495	581,6378021	511,2692098
3,6	832,6963987	555,2196359	487,2915676
3,8	801,8150885	531,0452404	465,4290644
4	772,9645922	508,8480866	445,4184835
4,2	745,9782907	488,4007708	427,0376323
4,4	720,7015033	469,50844	410,0978583
4,6	696,9921503	452,0034004	394,4380895
4,8	674,7205862	435,740702	379,9200669

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5	653,7689876	420,5945177	366,4245093
5,2	634,0305218	406,4551672	353,8480114
5,4	615,4084318	393,2266611	342,1005207
5,6	597,8151137	380,8246697	331,1032739
5,8	581,1712302	369,1748331	320,7870992
6	565,4048828	358,2113519	311,0910124
6,2	550,4508526	347,8758059	301,9610505
6,4	536,2499107	338,1161603	293,3492969
6,6	522,7481984	328,8859254	285,2130634
6,8	509,8966726	320,1434448	277,5142004
7	497,6506096	311,8512887	270,2185131
7,2	485,9691642	303,9757355	263,2952642
7,4	474,8149771	296,4863273	256,7167504
7,6	464,1538256	289,3554868	250,4579385
7,8	453,9543135	282,5581875	244,4961527
8	444,1875942	276,0716667	238,8108046
8,2	434,8271252	269,8751767	233,3831593
8,4	425,8484488	263,9497683	228,1961322
8,6	417,2289962	258,2781004	223,2341118
8,8	408,9479129	252,8442744	218,4828047
9	400,9859028	247,6336873	213,9291
9,2	393,3250876	242,6329034	209,5609494
9,4	385,9488816	237,8295402	205,3672626
9,6	378,8418792	233,2121776	201,3378135
9,8	371,9897529	228,7702184	197,4631582
10	365,3791624	224,4939087	193,734562
20	193,1472408	115,9738409	99,61010608
30	131,1763348	78,1622897	67,02768827
40	99,29922906	58,94171693	50,50525328
50	79,88281057	47,30764366	40,51717617
60	66,81650253	39,50897559	33,82722275
70	57,42329736	33,91755035	29,03333974

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

80	50,34537303	29,71249731	25,42951815
90	44,82069235	26,43508273	22,62155475
100	40,3885523	23,80844985	20,37203589

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

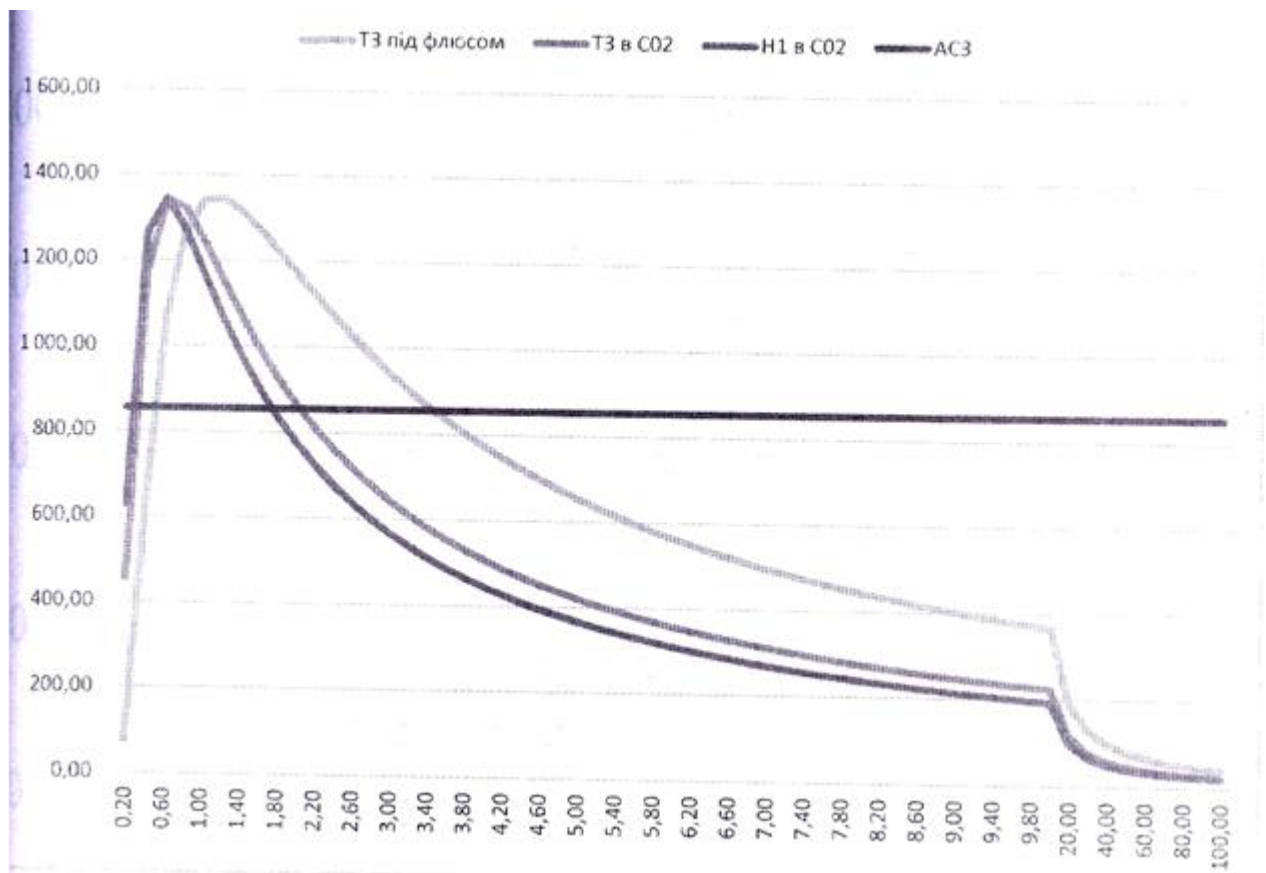


Рис. 2.7. Термічний цикл

На діаграмі термокінетичного перетворення аустеніту сталі 20 було проведено криві охолодження. Одержуємо структуру металу – Ф+П, твердість становить близько HV = 230 для таврового з'єднання, що зварювались в захисних газах, HV = 220 для таврового з'єднання, що зварювались автоматичним зварюванням під флюсом. HV = 190 для з'єднання в напусток, що зварювалось в середовищі захисних газів. Це нам говорить про те, що додаткової термічної обробки не потрібно.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

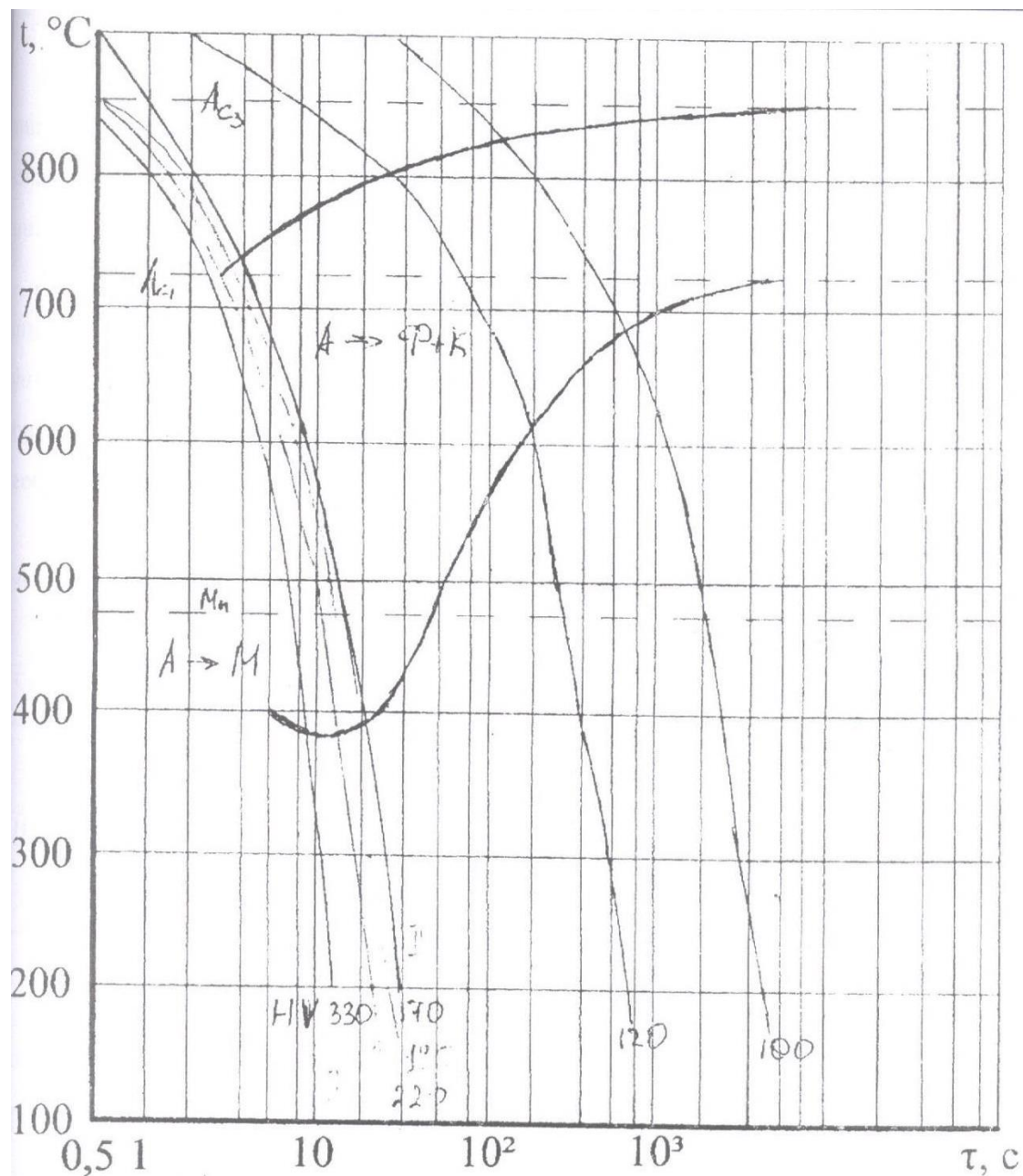


Рис. 2.8. Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 20 ($T=1250^{\circ}\text{C}$): I – таврове з'єднання, II – напусткове з'єднання.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Призначення катетів зварних з'єднань

1) Призначення катету з'єднання внапусток Н1 для приварювання планок товщиною 15 мм до полиць двотаврової балки товщиною 20 мм. Це з'єднання не несе навантаження в процесі роботи балки на вигин, тому їх катети позначаємо мінімальними.

Для поєднання товщини 15 та 20 мм ГОСТами 5264 та 14771 рекомендується мінімальний катет 10 мм (максимальна товщина 20 мм) і максимальний катет 7 мм (мінімальна товщина 15 мм). Виконати обидві ці рекомендації неможливо, тому необхідно виконати розрахунок термічного циклу.

Для поєднання товщин 15 та 20 мм рекомендується мінімальний катет 7 мм, максимальний 10 мм. Приймаємо мінімальне значення 7 мм. [7]

Табл.2.5. Мінімальний катет кутового шва

Спосіб зварювання (ГОСТ)	Товщина більш товстого із зварюваних елементів							
	3...4	5	6...10	11...16	17...22	23...32	33...40	41...80
Ручне (5264) і в захисному газі (14771)	3	4	5	6	7	8	9	10
Під флюсом (8713)	3	3	4	5	6	7	8	9
За правилами Регістру судноплавства	4	4	4	5	0,35 S _{min}			

2) Враховуючи, що поясні шви при вигині балки завантажені перерізуючою силою Q записуємо умову міцності для балки $QS_n / I_s \leq [\tau]$ і для зварного з'єднання $QS_n / (I \times 2 \times 0,7k) \leq [\tau]$, де Q – максимальна перерізуюча сила, S_n – статичний момент поясу відносно власної осі всього перетину балки, I – власний момент інерції перетину балки відносно осі, перпендикулярній площині вигину. З цих умов отримуємо $k = 0,7 \times S_{ct} = 0,7 \times 10 = 7$ мм. Приймаємо $k = 7$ мм.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Це не виходить за границі рекомендованого ГОСТом 8713.

Висновки

1. Для зварювання траверси рекомендується застосовувати автоматичне зварювання під флюсом для поясних швів: зварювальний дріт марки ОК Autrod 12.20, діаметром 5 мм, флюс ОК Flux 10.71; механізоване зварювання в середовищі захисних газів: зварювальний дріт ОК Aristorot 12.50, діаметр дроту 1,2 мм, суміш газів Ar + CO₂ (ДСТУ ISO 14175: 2014).
2. Розраховані режими зварювання таврових і напусткових швів траверси, які відповідно рівні: $I_{зв} = 785$ А, $U_{зв} = 38$ В, $V_{зв} = 1,86$ см/с (121 по ISO 4063); кутових $I_{зв} = 140$ А, $U_{зв} = 27$ В, $V_{зв} = 0,39$ см/с (135 по ISO 4063).
3. Розраховані термічні цикли зварювання таврового з'єднання, що зварюється під флюсом та напускного і таврового з'єднання, що зварювалися в середовищі захисних газів. Виходячи з діаграми термодинамічного перетворення, можна зробити висновок, що в результаті отримується Ф+П структура в шві, що є прийнятним.
4. Призначили катет для зварних з'єднань. Для напускного з'єднання 7 мм, для таврового 7 мм.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технологічний процес складання та зварювання траверси

3.1. Обґрунтування вибору технологічного устаткування

Основним обладнанням зварювального поста є джерела живлення. Найбільш поширенні джерела живлення змінного струму – зварювальні трансформатори. Зазвичай застосовують трансформатори типу ТД та ТДМ. Для відповідальних і складних зварювальних робіт пости укомплектовуються джерелами живлення постійного струму – перетворювачами ПД-502, або ПСО, а також одно постовими випрямлячами ВД-401, ВД-501 та ін.

В умовах цеху або на великих металомістких об'єктах може бути використано багато постове джерело живлення – перетворювач ПСМ-1001, випрямляч ВДМ-1001 та ін. В цьому випадку пост обладнають баластовим реостатом РБ-300 або РБ-500, що приєднується до зварювальної шини (або проводу), що йде від багато постового джерела.

Для автоматичного зварювання було обрано зварювальне обладнання ВДУ – 1001 (зварювальний випрямляч універсальний) в комплекті з яким постачається і ПДГО 510.

Призначення:

Зварювальний універсальний випрямляч тиристорний стаціонарний з примусовою вентиляцією. Має спадну та два види жорстких зовнішніх характеристик загального призначення. Цей випрямляч призначений для комплектації автоматів під зварювання під шаром флюсу. При роботі на жорстких зовнішніх характеристиках випрямляч призначений для зварювання під флюсом на автоматах з незалежною швидкістю подачі дроту. У комплекті з напівавтоматом зварювальним ПДГО – 510, зі стабілізацією швидкості подачі

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

зварювального дроту і можливістю видалення подає механізму від зварювального випрямляча на відстань до 50 м, оптимальний для цехових умов при зварюванні на струмах дуги до 450А (ПВ=100%). При роботі на спадних зовнішніх характеристиках випрямляч призначений для зварювання під флюсом на автоматах з залежною швидкістю подачі дроту. Випрямляч також може бути використаний для повітряно-дугового різання вугільним електродом, ручної дугової та напіваавтоматичного зварювання.

Переваги зварювального випрямляча ВДУ-1001:

- Плавне регулювання зварювального струму і напруги;
- Цифрова індикація зварювального струму і напруги;
- Захист від теплового перевантаження;
- Клас ізоляції Н по ГОСТ 8865-70;
- Надійне запалення і стійке горіння зварювальної дуги;
- Висока стабільність процесу зварювання у всьому діапазоні напруг на дузі, в тому числі і на нижніх значеннях інтервалу зварювальної напруги;
- Два види жорстких зовнішніх вольт-амперних характеристик для зварювання та наплавлення під шаром флюсу;
- Захист від короткого замикання, що обмежує величину відкриття тиристорів при різкому збільшенні струму;
- Індикація теплової перевантаження;
- Можливість дистанційного регулювання зварювальних параметрів;
- Робота у важких кліматичних умовах.

Таблиця 3.1. Основні технічні дані ВДУ – 1001

Напруга мережі, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм (ПВ), А	1000 (80%)
Межі регулювання зварювального струму, А	100-1000 СВХ; 120-100 ЖВХ

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Номінальна робоча напруга, В	56
Напруга холостого ходу, В, не більше	85
Споживана потужність, кВА, не більше	82
Габаритні розміри, мм	1160×690×1025
Маса, кг	540

Основні відомості про зварювання апарат для механізованого ПДГО – 510 та технічні дані.

Зварювальний напівавтомат ПДГО-510 призначений для напівавтоматичного зварювання суцільним і порошковим дротом на постійному струмі в середовищі захисних газів в комплекті з джерелами для МИТ/МАГ зварювання.

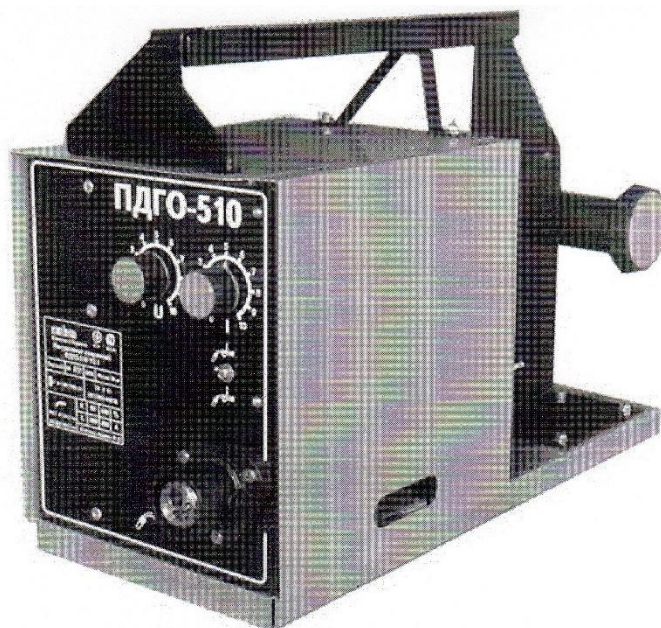


Рис. 3.1. ПДГО – 510

Зварювальний напівмас ПДГО–510 – подавальний механізм напівзакритого типу.

У середині механізму подачі зварювального дроту ПДГО-510 встановлений 4^х роликовий редукторний привід з двома притискними регульовальними пристроями, електромагнітний клапан, плата управління зварювальним процесом і газовий тракт. Органи управління зварювальним режимом розташовані на

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

лицьовій панелі (резистори регулювання швидкості подачі зварювального дроту і напруги на дузі, перемикач двотактний-чотиритактний режим). [10]

На платі механізму подачі зварювального дроту ПДГО-510 є регулювання часу відключення джерела після припинення подачі зварювального дроту, часу продувки газу до і після зварювання, регулювання часу виходу зварювального струму на встановлений режим («м'який старт»). Зовні на окремому кронштейні розташована касета і гальмовий пристрій.

Зварювальний напівавтомат ПДГО-510 може бути використаний при роботі безпосередньо з повною бухтою електродного дроту, покладеної на розмотуючий пристрій. Плата управління забезпечує, на відміну від інших механізмів, стабілізацію швидкості подачі зварювального дроту і зворотний зв'язок по напрузі на двигуні подачі механізму.

Основні переваги зварювального напівавтомату ПДГО-510:

- Плавне регулювання вихідної напруги зварювального джерела і швидкості подачі електродного дроту з подавального механізму;
- Забезпечує стабілізацію швидкості подачі зварювального дроту і зворотній зв'язок по напрузі на двигуні подачі зварювального дроту, що дозволяє виробляти якісну зварку на відстані до 50 метрів від зварювального джерела;
- Стабільна швидкість подачі зварювального дроту при довжині шлейфу пальника 3...5 м і вигинах шлейфу;
- Автоматичне управління газовим трактом, зварювальним джерелом і механізмом, що подає за допомогою кнопки на пальнику;
- Два режиму зварювання: «Довгі шви» (4-х тактний режим) або «короткі шви» (2-х тактний режим);
- Наявність регульованих режимів «М'який старт» і «Час розтяжки дуги»;
- Продування газу до і після зварювання;
- Наявність режиму заправки дроту та режиму перевірки подачі газу;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Застосування 4-х роликового механізму подачі, забезпечує підвищене тягове зусилля і можливість роботи з пальниками довжиною до 5 м;
- Універсальний гальмівний пристрій, відповідає європейському стандарту;
- Зубчасте зачеплення подавального і притискного роликів;
- Тарироване зусилля притискного пристрою;
- Комплектується німецької пальником фірми «Віпгеї»;
- Підключення пальника через єврораз'єм;
- Забезпечує установку касети (діаметром 300 мм) з дротом вагою 15 кг;
- Подача зварювального дроту може здійснюватися безпосередньо з касети або з бухти, покладеної на розмотуючий пристрій;
- Підключається до будь-якого типу зварювальних джерел для МИГ/МАГ зварювання виробництва фірми «Селма»;
- Підключається до будь-якого типу зварювальних джерел інших виробників через блок живлення БП-02.

Подавальний механізм забезпечує:

- Плавне регулювання швидкості подачі зварювального дроту і напруги на дузі;
- Управління газовим клапаном, що подає, і зварювальним джерелом від кнопки начальника;
- Стабілізацію швидкості подачі зварювального дроту і зворотній зв'язок по напрузі на двигуні подачі зварювального дроту, що забезпечує зварювання на відстанях від джерела живлення до механізму, що подає до 50 м, можливість зварювання у складних просторових положеннях і при значних вигинах шланга пальника;
- Можливість зварювання суцільним і порошковим дротом в захисних газах з будь-якими випрямлячами (ВДУ-506С та ін.), мають жорстку або комбіновану вольт-амперну характеристику;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Стиковка з випрямлячем ВД-306ДК, проводиться через блок БП-01, з випрямлячем ВД-506ДК – безпосередньо;
- Регулювання вильоту зварювального дроту, часу продувки захисного газу до і після зварювання, часу виходу зварювального струму на встановлений режим.

Таблиця 3.2. Основні технічні дані напівавтомата

Напруга живлення, В	27
Номінальний зварювальний струм, А при ПВ = 60%	500
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60-500
Рід зварювального струму	Постійний
Діаметр суцільного зварювального дроту, мм	1,0-1,6
Діаметр порошкового зварювального дроту, мм	1,2-2,0
Швидкість подачі дроту, м/час	120-1100
Вага дроту в касеті, кг (не більше)	18
Кількість роликів, шт.	4
Діаметр касети для дроту, мм (не більше)	300
Потужність двигуна подавального пристрою, Вт	145
Габаритні розміри Д×Ш×В, мм	630× 252× 420
Вага механізму без касети, кг	18

Для механізованого зварювання було обрано зварювальне обладнання **Aristo 500ix** - мультипроцесорний зварювальний апарат, в комплекті з пристроєм подачі дроту **Robust Feed Pulse/U6**

Призначення:

Це зварювальне джерело для промислового імпульсного зварювання у міцному корпусі, яке являє собою ідеальне рішення для особливо складних завдань при зварюванні.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

У апараті Aristo 500ix надійні бічні металеві панелі та високі ніжки, які забезпечують необхідний просвіт, що робить його придатним для використання в тяжких умовах. Великі бічні панелі забезпечують легкий доступ до технічного обслуговування. Ергономічні рукоятки, котрі можливо використовувати для підйому краном, забезпечують велику мобільність. Апарат має міцний візок, тримач пальника і великий кабельний тримач.



Рис. 3.2. Aristo 500ix

Переваги зварювального апарату Aristo 500ix:

- Розширений функціонал імпульсного зварювання дозволяє знизити тепловкладання та розбризкування;
- До 250 попередньо запрограмованих синергічних ліній
- Система інтелектуального зварювання QSet;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Заварювання кратерів і регульований час відпалу;
- Міцний та потужний, дозволяє використовувати апарат на вулиці, в тяжких умовах;
- Сумісний з Robust Feed U6 і Pulse – міцними та мобільними пристроями подачі дроту з відмінними характеристиками.

Таблиця 3.1. Основні технічні дані Aristo 500ix

Напруга мережі, В	380
Частота мережі, Гц	50
Номінальний зварюваний струм, А	400
Межі регулювання зварювального струму, А	16 - 500
Споживна потужність, кВт	12
Температура навколишнього середовища	-20 до +40
Габаритні розміри, мм	712x325x470
Маса, кг	58,5

Robust Feed Pulse/U6

Надійні портативні пристрої подачі дроту для імпульсної зварки

Ергономічна, міцна і закрита конструкція Robust Feed робить його ідеальним вибором в ситуаціях, що вимагають міцності і мобільності. Нові пристрої подачі дроту для імпульсної зварки оснащені новою прецизійною системою подачі, що ідеально підходить для особливо складних завдань. Додаткові функції включають роз'єм для ММА зварювання, а також вбудований витратомір.

Панель управління Robust Feed Pulse проста в роботі і налаштування, в той час як Robust Feed U6 пропонує додаткові можливості і включає в себе

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

обмеження і блокування параметрів для кращої стабільності. Обидва пристрої пропонують синергічні лінії для широкого асортименту зварювального дроту.

Подавальний механізм, переваги:

- Портативний пристрій подачі зі всіма перевагами імпульсної зварки - зниження розбризкування та обсягів післязварювальної зачистки, контроль зовнішнього виду і профілю зварного валика і багато іншого, залежно від завдань
- Міцний корпус витримує високі навантаження
- Висока мобільність завдяки ергономічній рукоятці, 5 точок підйому і безпека при роботі з краном
- Водонепроникний (IP 44). Вбудований нагрівач підтримує зварювальний дріт в сухому стані
- Захищені кабельні роз'єми і надійний компенсатор навантаження з'єднувального кабелю допомагає знизити частоту обслуговування
- Відмінно підійде для роботи як у польових умовах, так і в цеху, на візку з колесами і без них, а також з іншими аксесуарами

Стан для збирання двотаврової балки на «прихватки», модель LK ZLJ

Верстат (рис.3.2) призначений для збирання таврових і двотаврових балок, за допомогою прихваток дугового зварювання в середовищі вуглецевого газу. Стан дозволяє збирати таврові, двотаврові рівнополочні і нерівнополочні симетричні балки, а також балки змінного перерізу з кутом нахилу до 15° .

В даний час основною деталлю у виготовленні металоконструкції є зварна двотаврова балка. Особливістю даного обладнання є те, що виготовляється балка може бути як рівнополочні, так і з полками різної ширини. Але в будь-якому випадку балка буде симетрична.

Таблиця 3.2. Технічні характеристики машини

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Вхідний конвеєр, мм	2600x4
Вихідний конвеєр, мм	2600x4
Програмно-логічний контролер	MITSUBISHI MELSEC FXIN
Гідравлічна станція	HAIMEN (KHP)
Гідравліка	AIRTAC
Лінійна швидкість збирання , м/хв.	0,5 – 6,0
Споживна потужність, кВт	12
Габаритні розміри	2245x3360x4835
Вага, кг	12000-14000

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

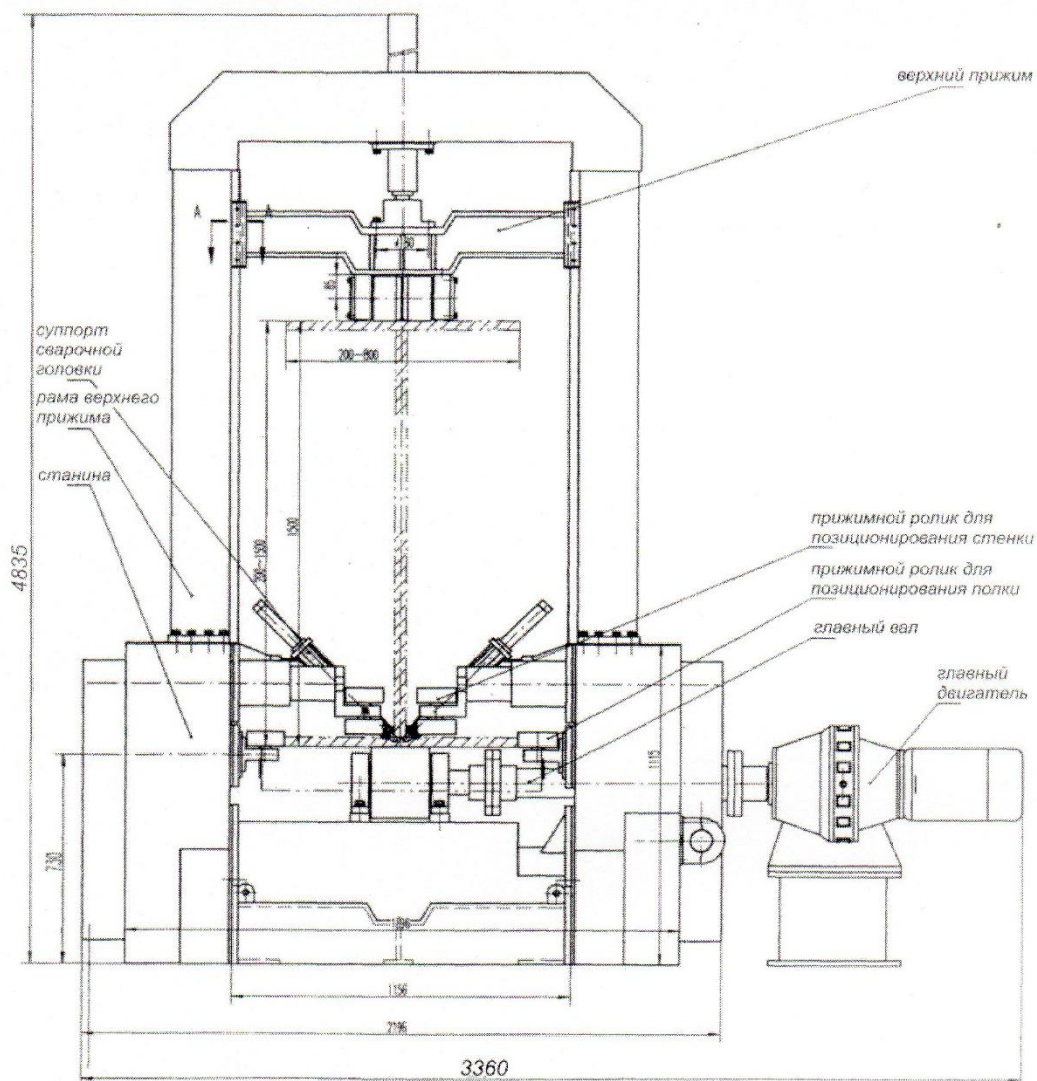


Рис.3.3. Стан для збирання двотаврової балки

Установка для зварювання двотаврових балок

Установка (рис 3.3.) портального типу призначена для зварювання рівно поличних симетричних двотаврових балок і колон. Зварювання відбувається в положенні «у човник» під флюсом, що забезпечує глибину проплавлення, високу якість зварного з'єднання і відмінний зовнішній вигляд.

Під час зварювання балка розташовується на стапелях під кутом 45 градусів, що забезпечує хороший провар і катет шва. На порталі змонтовані два комплекти

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

зварювальних головок, які можуть переміщатися в горизонтальному або вертикальному напрямку вздовж порталу.

Установка оснащена системою стеження за зварним швом, що дозволяє здійснювати автоматичне зварювання одночасно з рухом порталу по рейках.

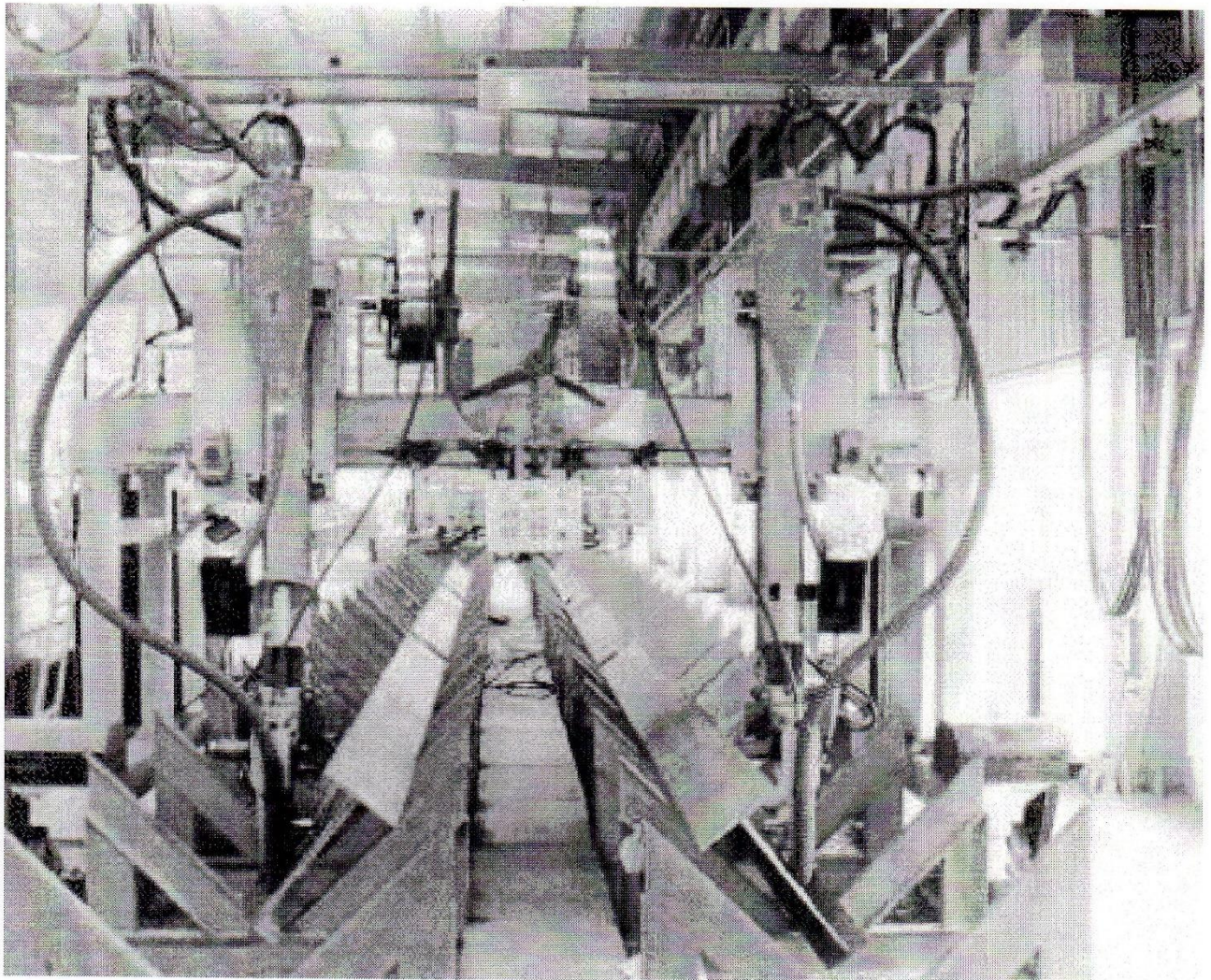


Рис. 3.4. Установка для зварювання двотаврових балок портального типу

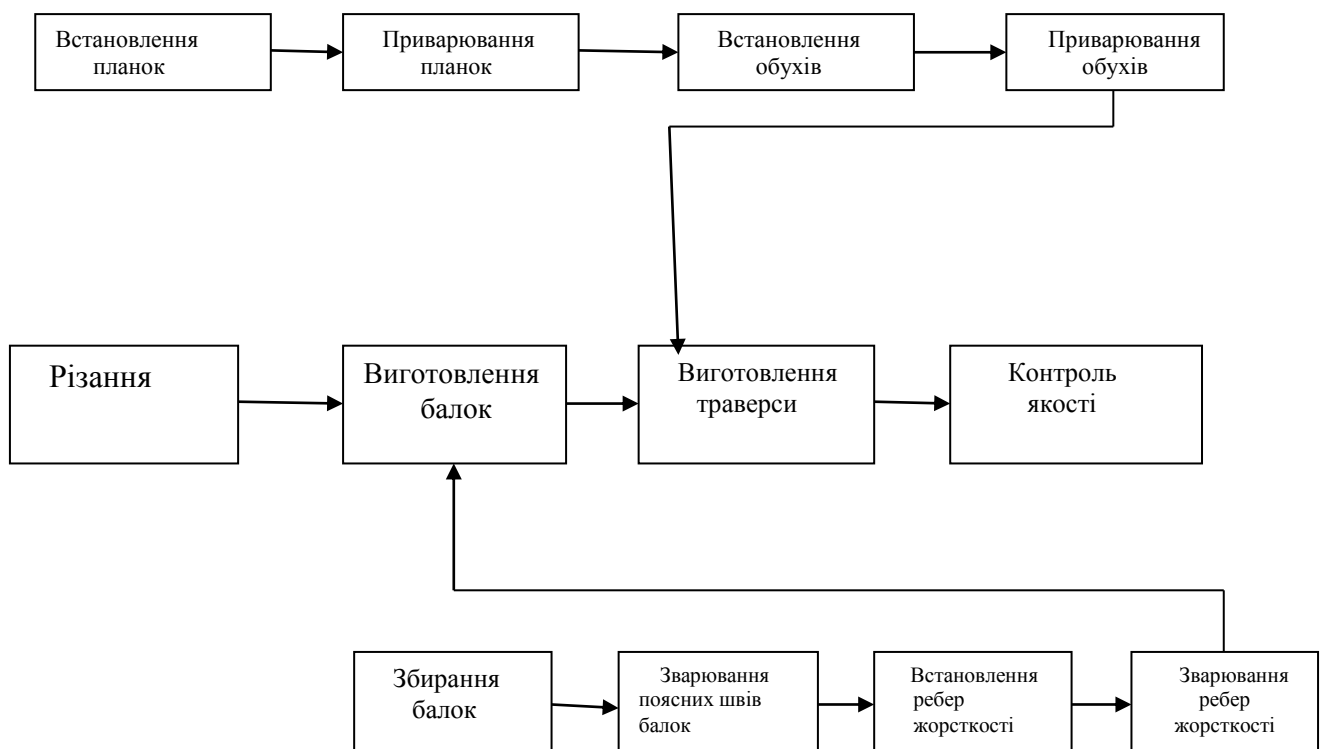
					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Опис принципової послідовності складальних і зварювальних операцій

Технологічний процес виготовлення вантажопідйомної траверси, що розглядається у даному дипломному проекті, складний. Він починається з виготовлення двотаврових балок, потім до них встановлюються і зварюються ребра жорсткості (діафрагми), далі балки з'єднуються між собою за допомогою накладок і в кінці приварюються обухи для закріплення вантажу та тросів вантажного крану.

Деталі траверси виготовляються із листового прокату, проходячи низку технологічних операцій.

Послідовність технологічного процесу виготовлення траверси наведена на рис. 3.5.



					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Рис.3.5. Схема технологічного процесу виготовлення вантажопідйомної траверси

Розкрій листової сталі

Розкрій листа виконується на установці термічного різання з ЧПК. Машино термічне різання забезпечує високу швидкість і точність позиціонування, характеризується гнучкістю і простотою в управлінні.

Перед початком процесу різання оператор розставляє вручну різакі поздовжнього різання на необхідний розмір ширини штаб. Потім фіксує супорти поздовжнього різання на порталі. З пульта управління поздовжнього різання включає подачу газів до різака. За допомогою запальника здійснює підпал різаків, опускає різакі, за допомогою механізму підйому-опускання на лист. Після прогріву металу включає подачу кисню ріжучого на різакі і рух машини в поздовжньому напрямку. Керуючись показниками пристрою цифрової індикації, здійснює подовжнє різання смуг потрібної довжини. Дрібні деталі (ребра жорсткості, планки, обухи) вирізаються відповідно до карт розкрою. Вирізані деталі маркуються та комплектуються згідно технологічної та конструкторської документації.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

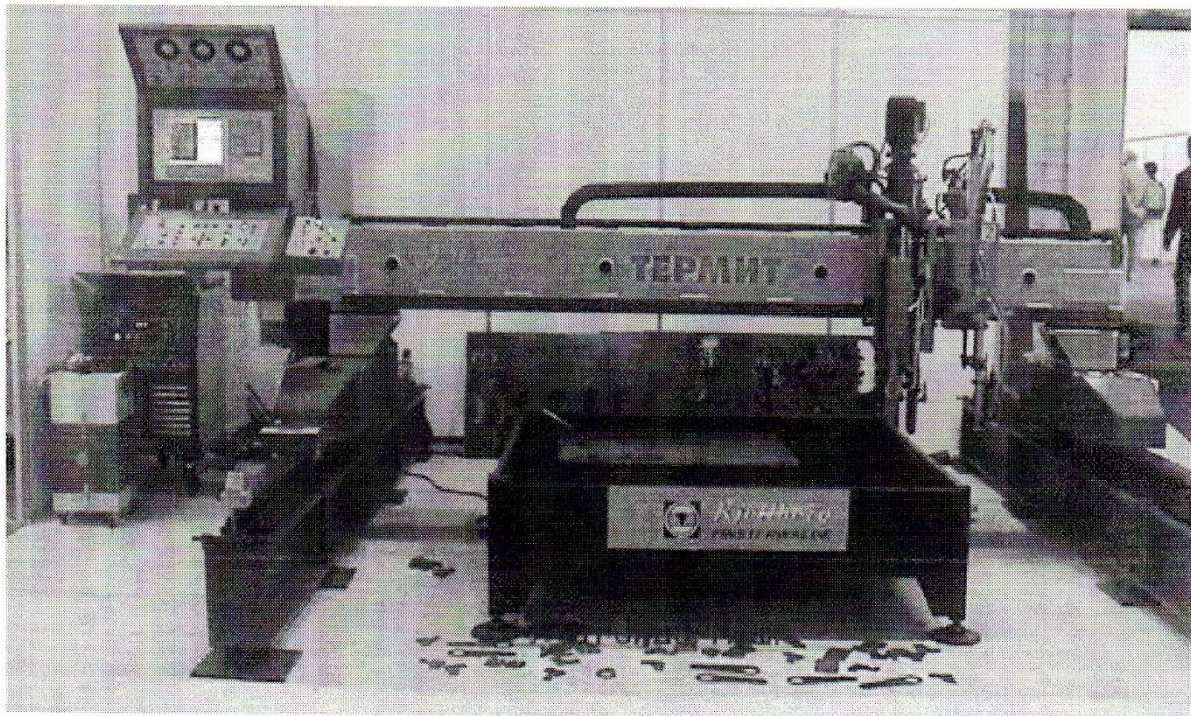


Рис. 3.6. Машина для термічного різання «Терміт»

Таблиця 3.3. Технічні характеристики машини термічного різання «Терміт»

Найменування параметрів	Норма
Ширина оброблюваного листа, мм	1500/2000/2500/3200/3600
Довжина оброблюваного листа, мм	Від 3000 до 32000
Товщина розрізаного листа, мм	Від 6 до 300
Кількість супортів	Від 5 до 12
Швидкість обробки, мм/хв	50 -10000
Стабілізація відстані між різакми та розрізаємо листом	
На супортах поздовжнього різання	механічна
На супорті поперечного різання	автоматична + можливість переходу на ручне
Тип застосовуваних газів	пропан-бутан, кисень
Ширина рейкового шляху, мм	2100/2600/3365/4065/4560
Ширина машини, мм	2650/3250/4230/4930/5425
Висота машини, мм	Від 1950 до 2500

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Базова довжина рейкового шляху, мм	10000 (для листа довжиною 6000 мм)
Збільшення довжини рейкової колії, мм	До 36000
Система харчування	Трифазна мережа змінного струму
Споживна потужність	4

Складання балок траверси

Складання балок траверси здійснюється на спеціальному складальному стані. Це сучасне, високотехнологічне автоматизоване обладнання, що дозволяє збирати таврові, двотаврові рівнополочні і неровнополочні симетричні балки, а також балки змінного перерізу з кутом нахилу полки до 15 градусів.

Підготовлені заготовки (штаби) укладаються за допомогою крана на вхідний конвеєр складального стану.

Процес виготовлення:

- На вхідний рольганговий шлях укладається перша полиця і фіксується механізмом попереднього збирання;
- На полицю встановлюється стінка в вертикальному положенні і фіксується механізмом попереднього збирання стінки;
- Проводиться подача тавра в механізм центрування і складання до місця виконання першої «прихватки» основний станини;
- Вмикається автоматично режим для стиснення заготовки підведення пальників і виконується складання тавра;
- На вхідний рольганговий шлях укладається друга полиця і фіксується механізмом попереднього складання;
- Зібраний тавр знімається з вихідного рольганга, кантується і встановлюється на другу полицю і фіксується механізмом попереднього складання стінки;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- Проводиться подача балки в механізм центрування і складання до місця виконання першої «прихватки» основної станини;
- Вмикається автоматично режим для затиснення заготовки та підведення пальників і виконується зварювання балки

Зварювання поясних швів балки

Зварювання поясних швів балки ведеться на установці (рис.3.3) порталного типу призначеній для зварювання двотаврових балок і колон. Зварювання відбувається в положенні «у човник» під флюсом. Під час зварювання балка розташовується на стапелях під кутом 45° . Режими зварювання: $I_{зв} = 785 \text{ А}$; $U = 38 \text{ В}$; $V_{зв} = 1,86 \text{ см/с}$. Для забезпечення мінімальних деформацій необхідно зберігати наступну послідовність накладання зварювальних швів:

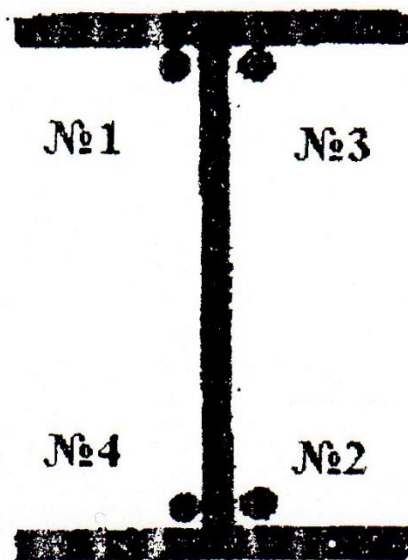


Рис. 3.7. Послідовність накладання зварювальних швів

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Правка геометрії полиць:

Для правки геометрії полиць використовуємо верстат, призначений для редагування «грибовидності» полиць таврової і двотаврової зварної балки шляхом її прокатки через систему роликів, використовуючи при цьому властивості пружності металу. У процесі складання і зварювання двотаврової балки неминуче відбувається нагрівання полиць балки і, як наслідок, їх деформація («грибоподібність»). Верстат (рис.3.8) для виправлення полиць двотаврової балки є обладнанням, спеціально призначеним для редагування даної деформації.

Обладнання являє собою, прокатний стан з правильними роликами, керованими гідравлічною системою і мають можливість виконувати перегин полиць у зворотній бік для виправлення «грибоподібності» методом залишкової деформації і потужності металу.

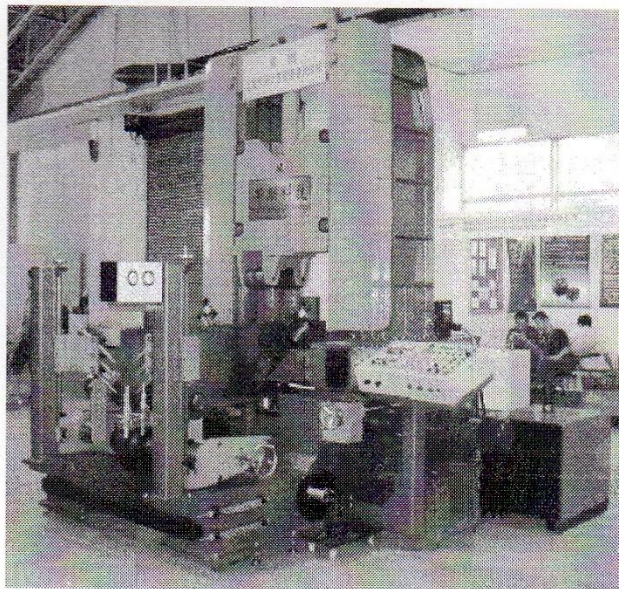


Рис. 3.8. Верстат для правки геометрії полиць

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи:

- Правильні ролики розміщені на основній станині і мають тільки хід для налаштування по ширині полиці. Це налаштування здійснюється за допомогою гідравлічних циліндрів.
- Основний привідний ролик і рольгангові шляхи мають синхронізований горизонтальний хід. Таким чином, перегин полиць балки здійснюється шляхом підйому всієї заготовки.
- Ролики для центрування балки з одного боку налаштовуються механічно (гвинтова передача), по товщині стінки (мається мірятьний лінійка). З іншого боку піджим здійснюється гідравлічними циліндрами, що дозволяє вільний прохід стискувальних швів стінки.
- Все управління здійснюється з одного пульта управління.

Приварювання ребр жорсткості, з'єднувальних планок та обухів

Після правка двотаврові балки подаються на спеціальний стенд, де між ними встановлюють ребра жорсткості (діафрагми). Потім ці діафрагми приварюють до стінок двотавровою балок, починаючи з ребра, що знаходиться по середині балки. Особливістю приварки ребр жорсткості є те, що спочатку приварюють всі ребра з однієї сторони, а потім з іншої. Зварювання ведеться від середини к кінцям. Потім приварюють з'єднувальні планки та обухи внапусток. Все це виконують механізованим зварюванням в середовищі захисних газів. Режим зварювання:

$I_{зв} = 140 \text{ А}; U = 27\text{В}; V_{зв} = 0,39 \text{ см/с.}$

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Контроль якості

Контроль якості зварних з'єднань необхідний для виявлення різного виду дефектів виникають у процесі та після зварювання. Часто готові зварні з'єднання мають тріщини та інші дефекти, які не завжди знаходяться на поверхні шва. Для виявлення дефектів застосовуються два методи контролю якості швів – руйнівні і неруйнівні.

Руйнівні методи контролю якості застосовуються для визначення фізичних властивостей зварного з'єднання. В основному руйнівний метод контролю якості

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

застосовується при оцінці кваліфікації зварників. Іноді вони знаходять застосування і на виробництві, коли з партії готових виробів одне або кілька руйнується, і за результатами їх перевірки робиться висновок про всієї партії. Для оцінки кваліфікації зварників існують різні тести на руйнування різних зразків.

Неруйнівні методи контролю якості зварних з'єднань використовуються для перевірки якості швів без їх руйнування. За допомогою неруйнівного контролю якості зварних конструкцій можна дізнатися місце розташування дефекту, його розмір, характер. Ці методи контролю якості найзручніше застосувати, коли зварюванням виготовляють відповідальні вироби. Група неруйнівних методів контролю якості включає в себе: візуальний метод, магнітопорошковий метод, капілярний метод, акустичний, метод іонізованого випромінювання, вихрострумний метод, контроль герметичності.

Візуальний метод контролю зварних з'єднань найбільш загальний вид перевірки. Він включає в себе перевірку розмірів, форми, місця розташування шва. За допомогою візуального методу виявляються такі дефекти, що виходять на поверхню, як тріщини, неметалеві включення, підрізи, не провари. Це метод можна застосовувати тільки після повного видалення шлаку з поверхні шва.

Для перевірки форми шва застосовуються шаблони. У якісного зварного шва посилення повинне збігатися з певним шаблоном. Також при візуальному контролі якості застосовуються збільшувальні стекла, мініатюрні телекамери, нутроміри і лінійки. Кожен зварний шов повинен бути перевірений зварювальником. Хороший зварник відразу виявить зовнішні дефекти і згодом усуне їх.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

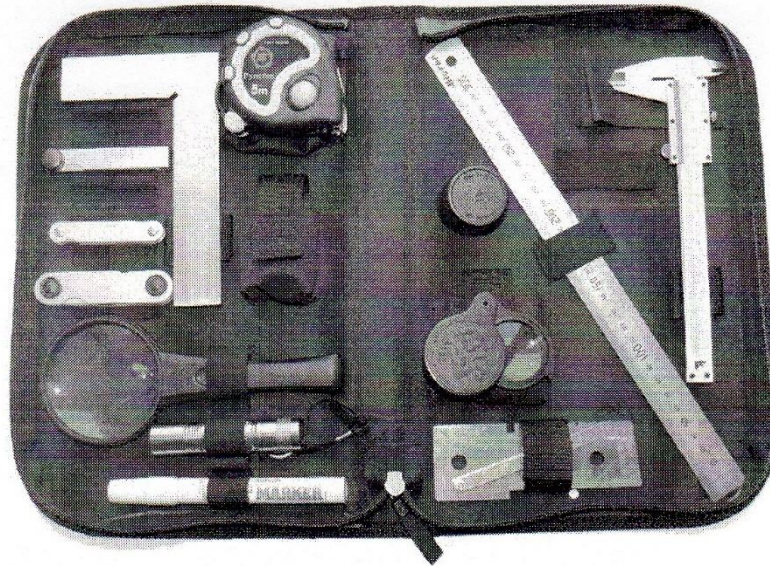


Рис. 3.9 Комплект візуального контролю якості зварних з'єднань

Комплект поставки:

- універсальний шаблон зварювальника УШС-3;
- лінійка металева ГОСТ 427;
- лупа вимірювальна 10х або 8х;
- лупа оглядова;
- штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166;
- куточок перевірочний 90°, тип УШ ГОСТ 3749;
- шаблони радіусні;
- щупи зазорні;
- ліхтарик для підсвічування;
- маркер по металу;
- інструкція по візуальному контролю РД 03-606-03;
- укладальна валіза.

Ультразвукова діагностика, УЗК якості зварних з'єднань.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Ультразвуковий контроль зварних з'єднань (УЗК) це неруйнівний контроль якості зварних з'єднань, що проводиться в рамках будівельної експертизи металоконструкцій будівель і споруд. Ультразвуковий контроль зварних з'єднань є ефективним способом виявлення дефектів зварних швів і металевих виробів, що залягають на глибині від 1-2 міліметрів до 6-10 метрів. У поєднанні з вихрострумовим контролем якості зварних з'єднань даний метод дозволяє виконувати весь комплекс робіт з ультразвукової діагностики зварних з'єднань і скорочує витрати на проведення будівельної експертизи металоконструкцій.

Ультразвуковий контроль зварних з'єднань проводиться по ГОСТ 14782-86 «Контроль неруйнівний. З'єднання зварні. Методи ультразвукові» і дозволяє здійснювати ультразвукову діагностику якості зварних з'єднань, виявляти і документувати ділянки підвищеного вмісту дефектів, класифікуючи їх за типами та розмірами. Для різних типів зварних з'єднань застосовуються відповідні методики ультразвукового контролю. Проведення УЗК необхідно для проходження експертизи проектів перепланування і надбудови поверхів будівель, оцінки несучої здатності металоконструкцій та їх зносу. При ультразвуковому контролі зварних з'єднань застосовують луна-імпульсний, тіньовий або луна-тіньовий методи УЗК. При ультразвуковому контролі зварного з'єднання сканування виконують подовжнім і поперечним переміщенням випромінювача при постійному або змінному введенні променю. Спосіб ультразвукового контролю зварного з'єднання встановлюється у технічній документації.

Ультразвуковий контроль зварних з'єднань і вихрострумовий контроль зварних швів дозволяють провести повну діагностику зварних з'єднань без використання дорогих методів неруйнівного контролю якості зварних швів, таких як рентгенографічний, гаммаграфічний, магнітопорошковий або капілярний.

Висновки

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розроблено технологію механізованого виготовлення вантажопідйомної траверси, із застосуванням автоматичного зварювання поясних швів двотаврової балки і напусткових швів, таврових швів при приварці ребр жорсткості в суміші газів.
2. Обрано обладнання для виготовлення заготовок, складальних і зварювальних операцій, забезпечуючи високу якість зварних з'єднань.
3. Для контролю якості був обраний метод УЗК (ультразвукового контролю).

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Охорона праці

4.1.Вступ

Легальне визначення поняття охорони праці дається в ст.1 Закону України від 14 жовтня 1992р. «Про охорону праці»ю Охорона праці – це система правових, соціально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці. В поняття охорони праці входять і всі ті заходи, що спеціально призначені для створення особливих полегшених умов праці для жінок і неповнолітніх, а також працівників зі зниженою працездатністю.

Крім закону України «Про охорону праці» правове регулювання охорони праці знайшло відображення в нормах глави XI «Охорона праці» (ст.ст.153-173), глави XII «Праця жінок» (ст.ст. 174-186), глави XIII «Праця молоді» (ст.ст. 187-200).

З охороною праці тісно пов'язана також низка правових норм, що відносяться до інших галузей України. Це норми цивільного права, що встановлюють майнову відповідальність при ушкодженні здоров'я або смерті громадянина; норми адміністративного права, що визначають адміністративну відповідальність і порядок притягання до неї громадян органами охорони праці; норми кримінального права, що встановлюють відповідальність при вчиненні злочинів у галузі охорони праці і техніки безпеки.

Тому правове регулювання охорони праці охоплює розробку і прийняття загальних норм охорони праці, правил техніки безпеки і виробничої санітарії; проведення профілактичних заходів, спрямованих на створення сприятливих умов праці, що попереджують виробничий травматизм та

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

професійні захворювання; створення сприятливих умов праці і забезпечення її охорони праці на діючих підприємствах в процесі виконання працівниками своїх трудових обов'язків; систематичне поліпшення і оздоровлення умов праці безпосередньо з участю самих трудових колективів; розробку додаткових заходів щодо охорони праці окремих категорій трудящих – жінок, неповнолітніх, осіб зі зниженою працездатністю тощо.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Шкідливий виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника. Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, дія якого, за певних умов, може привести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника. Відповідно до ПХТ 12.0.003-74 небезпечні та шкідливі фактори за природою дії поділяються на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать:

- рухомі машини та механізми;
- пересувні частини виробничого устаткування;
- підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
- підвищена чи знижена температура поверхонь устаткування, матеріалів чи повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму, вібрацій, інфразвукових коливань, ультразвуку, іонізуючих випромінювань, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, ультрафіолетової чи інфрачервоної радіації;
- підвищені чи знижені барометричний тиск, вологість, іонізація та рухомість повітря;
- небезпечне значення напруги в електричному колі; підвищена напруженість електричного чи магнітного полів;
- відсутність чи нестача природного світла;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; пряме та відбите випромінювання, що створює засліплюючу дію.

До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на загально токсичні, подразнюючі сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні такі, що впливають на репродуктивну функцію.

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належить патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, мікроскопічні гриби, та ін.) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини).

До психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (перенапруження розумове, органів чуття, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп. Дія окремих несприятливих факторів виробничого середовища може призвести до не виробничої травми – порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок впливу виробничих факторів.

Наслідком дії несприятливих виробничих факторів може бути і професійне захворювання – патологічний стан людини, обумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів.

Широке використання електроенергії у всіх галузях народного господарства зумовлює збільшення числа людей, які експлуатують електрообладнання. Тому проблема електробезпеки при експлуатації електрообладнання набуває особливого значення.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз нещасних випадків у промисловості свідчать про те, що кількість травм, викликаних дією електрики, порівняно невелика і складає 0,5-1% від загальної кількості нещасних випадків. Однак слід зазначити, що із загальної кількості нещасних випадків зі смертельним наслідком на виробництві 20-40 % трапляється внаслідок ураження електрострумом, що більше ніж внаслідок дії інших причин, причому близько 80% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000 В. Ця обставина обумовлена значною поширеністю таких електроустановок і тим, що їх обслуговують практично всі особи, які працюють у промисловості, а повинні тільки висококваліфікованим персоналом.

Основними причинами *електротравматизму* є:

- недостатня навченість, несвоєчасна перевірка знань персоналу, який обслуговує електроустановки;
- порушення правил налаштування, технічної експлуатації та техніки безпеки електроустановок;
- неправильна організація праці;
- неправильне розташування пускової апаратури та розподільних пристроїв, захаращеність підходів до них;
- порушення правил виконання робіт в охоронних зонах ЛЕП, електричних кабелів та ліній зв'язку;
- несправність ізоляції, через що металеві неструмовідні частини обладнання виявляються під напругою;
- обрив заземлюючого провідника;
- використання електрозахисних пристроїв, що не відповідають умовам виконання робіт;
- виконання електромонтажних і ремонтних робіт під напругою;
- застосування проводів та кабелів, які не відповідають умовам виробництва і величиною напруги;

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- низька якість з'єднань та ремонту;
- недооцінка небезпеки струму і «крокової напруги», що виникає коло ноги людини знаходяться на ділянках з різними електричними потенціалами;
- ремонт обірваного нульового провідника повітряної лінії при невідключеній мережі;
- живлення декількох споживачів від загального пускового пристрою з захисними запобіжниками, розрахованими на вимикання найбільш потужного з них або від однієї групи розподільної шафи.
- недооцінка необхідності вимкнення електроустановки (зняття напруги) в неробочі періоди;
- виконання робіт без індивідуальних засобів електрозахисту або використання захисних засобів, які не пройшли чергове випробування;
- невиконання періодичних випробувань, зокрема перевірок опору ізоляції (електромереж, обмоток електродвигунів, котушок комутаційної апаратури, реле) та опорів заземлюючих пристроїв;
- користування електроустановками, опір ізоляції яких не перевищує нормативних значень;
- використання електроустановок кустарного виготовлення, виготовлених з порушенням вимог правил електробезпеки;
- некваліфікований інструктаж робітників, які використовують ручні електричні машини;
- відсутність контролю за діями працівників з боку ІТП або виконавців робіт;
- відсутність маркування, запобіжних плакатів, блокувань, тимчасових огорожень місць з електротехнічними роботами.

Причини можна згрупувати за такими факторами:

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- дотик до струмоведучих частин під напругою внаслідок недотримання правил безпеки, дефектів конструкцій і монтажу електрообладнання;
- дотик до не струмоведучих частин, які випадково опинилися під напругою (пошкодження ізоляції, замикання проводів);
- помилкова подача напруги в установку, де працюють люди;
- відсутність надійних захисних засобів.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з’єднання з землею або з її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою. Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус. Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруг дотику і кроку, обумовленого замикання на корпус. Це досягається зниженням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванням потенціалів за рахунок підймання потенціалу основи, на якій стоїть людина, до потенціалу, близького за значенням до потенціалу заземленого обладнання.

У відповідності до вимог ПУЕ слід виконувати заземлення при номінальних напругах вище 42 В змінного струму і вище 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках.

Заземлити слід: корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників і т.п., в тому числі переносних і пересувних; приводи електричних апаратів; каркаси розподільних щитів, щитів керування, щитків і шаф; металеві та залізобетонні конструкції підстанцій і відкритих розподільних пристроїв, металеві кабельні конструкції, металеві корпуси кабельних муфт, металеві оболонки кабелів і проводів, сталеві труби електропроводки, металеві та залізобетонні опори повітряних ліній і т.п.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Не потрібно заземлювати:

- арматуру підвісних і штирі опорних ізоляторів, кронштейни та освітлювальну арматуру при установці їх на дерев'яних опорах і дерев'яних конструкціях відкритих підстанцій (дерево розглядається як ізоляція), проте заземлення або занулення цих частин виконується, якщо на опрі є інші частини, які потребують заземлення, наприклад розрядники, роз'єднувачі та ін;
- обладнання, встановлене на заземлених металевих конструкціях; на опорних поверхнях повинен бути забезпечений надійний електричний контакт (зачистка);
- корпусу електровимірювальних приладів, реле і т.п., становлення на щитах, щитках, у шафах, на стінах розподільних пристроїв;
- знімні або відкриваються частини на металевих заземлених каркасах в камерах розподільчих пристроїв, на огорожах, в шафах;
- електроприймальників, що мають подвійну ізоляцію (наприклад електроінструмент з корпусом з пластмаси і т.п.).

У вибухонебезпечних установках заземлення або занулення належить виконувати за будь-яких напругах.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Розрахунок захисного заземлення для зварювального випрямляча

Розрахунок захисного заземлення для зварювального випрямляча

Згідно з вимогами Правил розміщення електроустановок опір захисного заземлення в будь-яку пору року не повинно перевищувати 4 Ом.

Розміри заземлювача:

$$l = 4\text{м}$$

$$b = 25\text{мм}$$

$$t_0 = 0,5\text{м}$$

розміри з'єднувальної полоси $b = 30\text{ мм}$.

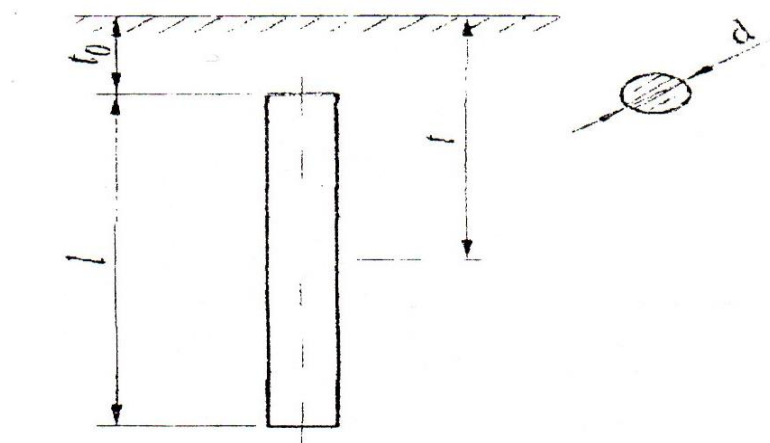


Рис. 4.1. Розрахункова схема заземлювача.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо питомий опір глини, він дорівнює 60 Ом.

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2.1l}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4.2t+l}{4.2t-l} \right); \quad (4.1)$$

$$t = t_0 + \frac{1}{2} l \quad (4.2)$$

$$t = 0,5 + \frac{1}{2} 4 = 2,5 \text{ м}$$

$$R_1 = \frac{60}{2 \cdot 3.14 \cdot 4} \left(\ln \frac{2.1 \cdot 4}{0.025} + \frac{1}{2} \ln \frac{4.2 \cdot 2.5 + 4}{4.2 \cdot 2.5 - 4} \right) = 14.8 \text{ Ом}$$

Оскільки $R_1 > R_d$, то приймаємо декілька заземлювачів з'єднаних паралельно. Визначаємо необхідну кількість заземлених заземлювачів.

$$n = \frac{R_1}{\eta_B \times R_d}; \quad (4.3)$$

$$n = 3,7;$$

Приймаємо $n = 4$.

Фактичний коефіцієнт використання заземлювача $\eta_\phi = 0,69$

Фактичний опір вертикальних заземлювачів

$$R_\phi = \frac{R_1}{\eta_\phi \times n}; \quad (4.4)$$

$$R_\phi = \frac{14,8}{0,69 \cdot 4} = 5,36 \text{ Ом};$$

$$R_1 = \frac{\rho}{2\pi l} \left(\ln \frac{2.1t^2}{b \times t} \right); \quad (4.5)$$

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_1 = \frac{60}{2 * 3,14 * 33,6} \left(\ln \frac{2,1 * 33,6^2}{0,03 * 0,5} \right) = 3,39 \text{ Ом};$$

Довжина полоси:

$$l = 1,05 \times a \times n = 1,08 * 8 * 4 = 33,6 \text{ м};$$

$$l = (1..3) \times l_{\text{ел}};$$

$$a = 2 \times l_{\text{ел}} = 2 * 4 = 8 \text{ м};$$

Коефіцієнт використання полоси $\eta_n = 0,55$

Опір з'єднувальної полоси

$$R_{\Pi} = \frac{R_{1\Pi}}{\eta_n}; \quad (4.6)$$

$$R_{\Pi} = \frac{3,39}{0,55} = 6,16 \text{ Ом};$$

Фактичний опір заземленого обладнання вертикальним заземлювачем:

$$R_3 = \frac{R_{\Phi} \times R_{\Pi}}{R_{\Phi} + R_{\Pi}}; \quad (4.7)$$

$$R_3 = \frac{5,36 * 6,16}{5,36 + 6,16} = 2,86 \text{ Ом}$$

$$R_1 < R_{\text{д}}$$

Умова виконується.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

При проведенні зварювальних робіт обов'язково необхідно виконувати правила безпеки та використовувати всі необхідні способи індивідуального захисту, які передбачені на заводі, а також бути обережним при роботі в цеху через знаходження в ньому кранів, які працюють з вантажем, станків великих габаритів, електричних кабелів, що лежать на землі та інше. Тому при перебуванні на робочому місці, необхідно завжди бути обережним, а не дотримання прав безпеки може призвести до ушкоджень та травм.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Економічний розділ

5.1. Розрахунок технологічної собівартості складання і зварювання траверси

Вихідні данні:

Річний випуск траверс, шт. _____ 2000
Річний об'єм продукції, пм _____ 14560
Вартість обладнання, грн. _____ 80000
Норма амортизації обладнання, % _____ 6
Норма затрат на поточний ремонт, % _____ 5
Вартість електроенергії, грн./кВт/год _____ 3.50
Вартість електродного дроту, грн./кг _____ 50
Вартість газової суміші, грн./л _____ 0,05
Витрати проволони кг/м _____ 1,5
Витрати суміші газу, л/хв. _____ 16

Розрахунок зниження собівартості на електроенергію:

$$Q = 9714 \times 1,43 = 13,89 \text{ кВт/год};$$

$$13,89 \times 0,35 = 4,86 \text{ кВт на 1 траверсу};$$

$$(2000 \times 4,86) \times 3,50 = 34020 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизації обладнання на рік:

$$80000 / 5 = 16000;$$

$$16000 / 2000 = 8 \text{ грн.}$$

$$8 \times 0,06 = 0,48 \text{ грн. амортизація річна на 1 траверсу}$$

$$0,48 \times 2000 = 960 \text{ грн.}$$

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальна довжина траверс становить:

8,4 м довжина 1 траверси;

$$8,4 * 2000 = 16800 \text{ м}$$

Загальний час зварювання:

$$16800/21 = 800 \text{ год. або } 48000 \text{ хв.}$$

Розрахунок витрати на захисний газ:

$$48000 * 16 = 768000 \text{ л/год;}$$

$$768000 * 0,05 = 38400 \text{ грн. за рік.}$$

Розрахунок ціни дроту:

$$G = (I \times \alpha_p) / V_{зв} \text{ кг/м;}$$

$$G = (140 * 0,19) / 20 = 1.33 \text{ кг/м;}$$

$$1.33 * 50 * 8,4 * 2000 = 1117200 \text{ грн.}$$

Розрахунок річної зарплатні зварювальника:

$$\text{Зарп.}_{зв} = (1/20) * 8,4 * 2000 * 2,4 * 50 = 166800 \text{ грн.}$$

Розрахунок річної зарплатні складальника:

Час який йде на складання однієї траверси – 6,72 год.

$$6,72 * 2000 * 20 = 158800 \text{ грн.}$$

Для розрахунку технологічної собівартості зварювання шва використовується формула:

$$C_T = C_m + C_z + C_e + C_a ,$$

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_m – витрати на матеріали (захисний газ, дріт), C_e – витрати на електроенергію, C_z – витрати на зарплатню (зварювальнику и складальнику), C_a – витрати на амортизацію.

Річна собівартість виготовлення 2000 траверс становить:

$$C_T = 1117200 + 38400 + 34020 + 166800 + 158800 + 960 = 1516180 \text{ грн.}$$

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Для реалізації проекту необхідно капітальних витрат 80000 грн. застосування автоматичного зварювання замість механізованого дозволяє зменшити трудомісткість, що призводить до зниження витрат на оплату праці та соціальне страхування, але призведе до підвищення витрат на ремонт та обслуговування основних фондів.

Внаслідок введення технології автоматизованого зварювання, як показали розрахунки, являється економічно доцільним.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні висновки

1. Аналіз сучасних технологій складання та зварювання траверс і вивчення конструктивних особливостей траверси показали, що в цілому траверса є технологічною конструкцією. Розроблено технологію механізованого виготовлення вантажопідйомної траверси, із застосуванням автоматичного зварювання поясних швів двотаврової балки і напускнових швів, таврових швів при приварці ребр жорсткості в суміші газів.
2. Для виготовлення траверси застосовується механізоване зварювання в CO_2 та автоматичне зварювання під флюсом. Для зварювання траверси рекомендується застосовувати автоматичне зварювання під флюсом для поясних швів: зварювальний дріт марки ОК Autrod 12.20, діаметром 5 мм, флюс ОК Flux 10.71; механізоване зварювання в середовищі захисних газів: зварювальний дріт ОК Aristorot 12.50, діаметр дроту 1,2 мм, суміш газів $\text{Ar} + \text{CO}_2$ (ДСТУ ISO 14175: 2014).
3. Обґрунтовано, розраховано режими зварювання таврових і напускних швів траверси, які відповідно рівні: $I_{\text{зв}} = 785 \text{ А}$, $U_{\text{зв}} = 38 \text{ В}$, $V_{\text{зв}} = 1,86 \text{ см/с}$ (121 по ISO 4063); кутових $I_{\text{зв}} = 140 \text{ А}$, $U_{\text{зв}} = 27 \text{ В}$, $V_{\text{зв}} = 0,39 \text{ см/с}$ (135 по ISO 4063), а також необхідні типи зварних з'єднань. Розрахункові режими зварювання забезпечують отримання сприятливої структури зварних з'єднань без застосування попереднього підігріву.
4. Розраховані термічні цикли зварювання таврового з'єднання, що зварюється під флюсом та напускного і таврового з'єднання, що зварювалися в середовищі захисних газів. Виходячи з діаграми термодинамічного перетворення, можна зробити висновок, що в результаті отримується Ф+П структура в шві, що є прийнятним.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

5. У даному дипломному проекті описана принципова послідовність виготовлення траверс. Шви виконуються за допомогою наступного обладнання: ПДГО-510 з випрямлячем ВДУ 1001 та Aristo 500ix - мультипроцесорний зварювальний апарат, в комплекті з пристроєм подачі дроту Robust Feed Pulse/U6
6. Призначені розміри зварних швів з умов міцності.
7. Застосування обраної технології, устаткування і зварювальних матеріалів, методів контролю забезпечує необхідну якість виготовлення конструкції, що зварюється.
8. Розроблено заходи з охорони праці при виготовленні траверси.
9. Розрахована технологічна собівартість складання і зварювання траверси.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік використаної літератури

1. **Акулов А.И.** Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. [Текст]. А.И. Акулов, Г.А. Бельчук и В.П. Демямянцевич М., Машиностроение, 1977. – 432 с.
2. **Сорокин В.Г.** Марочник сталей и сплавов. [Текст]. В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; под. ред. В.Г. Сорокина – М. Машиностроение, 1989. – 640 с.
3. **Ободьянский А.В.** Справочное пособие по сварке сталей. [Текст]. А.В. Ободьянский И.А. Золотарев. – изд. Проминь, 1973. – 218 с.
4. **Дриц М.Е.** Технология конструкционных материалов и материаловедение. [Текст]. М.Е. Дриц, М.А. Москальов. – М.: Высшая школа, 1990 – 447с.
5. **Гуляев А.П.** Металловедение. Учебник для вузов. [Текст]. А.П. Гуляев, 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. – 544с.
6. **Волченко В.Н.** Контроль качества сварки. [Текст]. Под ред.. В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975.
7. **Квасницкий В.Ф.** Расчеты в дипломных проектах по технологи и оборудованию сварочного производства. Учебное пособие. [Текст]. Под ред.. В.Ф. Квасницкого. – Николаев: НКИ, 1991. – 89с.
8. **Костін О.М.** Зварювальні матеріали. Навчальний посібник.[Текст]. О.М. Костін. – Миколаїв, НУК, 2004. – 225 с.
9. **Єрмолаєв Г.В.** Міцність зварних з'єднань.[Текст]. Г.В. Єрмолаєв, Підручник. – Миколаїв, НУК, 2007. – 220 с.
10. **Лебедев Ю.М.** Розрахунки теплових процесів при зварюванні. Методичні вказівки до виконання курсової роботи. [Текст]. Ю.М. Лебедев, В.Ф. Лебедева, С.А. Лой. – Миколвїв, НУК, 2007. – 64 с.
11. **Карпенко А.С.** Технологічна оснастка у зварювальному виробництві. [Текст]. А.С. Карпенко, Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2005. 271 с.

					ДП.6.131.3127зст.01.05.00.ПЗ	Лист
Ізм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		