

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Фізико-технічний, інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему: «Технологія збирання та зварювання пролітної балки двотаврового
перерізу мостового крану з проектуванням ділянки»

Виконав: студент 5 курсу, групи ІФ-319м
Спеціальності 131 Прикладна механіка,
Освітня програма (спеціалізація)
Технології та устаткування зварювання

Суріков Сергій Миколайович

(прізвище та ініціали)

Савонов Юрій Миколайович

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

2020 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет НУ«Запорізька політехніка», ІФ

Кафедра ОТЗВ

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Технології та устаткування зварювання

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Овчинников

Олександр Володимирович

«_____» _____ 2020 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА

Суріков Сергій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Технологія збирання та зварювання пролітної балки двотаврового перерізу мостового крану з проєктуванням дільниці

керівник проєкту (роботи) Савонов Юрій Миколайович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» листопада 2020 року № 364

2. Строк подання студентом проєкту (роботи)

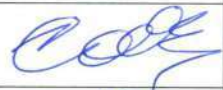
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Креслення пролітної балки, матеріал, виробнича програма.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розділ 1. Аналіз вихідних даних і технічне завдання на розробку; Розділ 2. Технічні умови на виготовлення і прийому зварного виробу; Розділ 3. Розробка технології виготовлення виробу; Розділ 4. Розробка пристосування для приміщення робота при зварюванні кінцевої балки; Розділ 5. Техніко-економічні розрахунки; Розділ 6. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

Порядок зварювання, пролітна зварна балка, схема процесу збирання, зварювальний апарат FANUC M-16iB, техніко-економічні показники, план дільниці.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконання завдання
1-5	Савонов Ю.М., доц. к.т.н., доцент, викладач каф. ОТЗВ		
6	Нестеров О.В., к.т.н., доцент, завідувач каф. ОПіНС		
7	Кругликова В.В., к.е.н., доцент, викладач каф. ПТБД	 10.10.20	

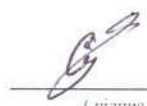
7. Дата видачі завдання « 1 » вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

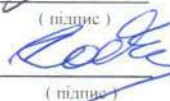
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Призначення
1	Вступ	05.09.20	
2	Аналіз літературних джерел	10.09.20	
3	Методи дослідження та устаткування	15.09.20	
4	Зварювальні напруження і деформації, заходи боротьби з ними	25.09.20	
5	Розробка пристосування для переміщення робота при зварюванні кінцевої балки	10.10.20	
6	Компонування установки з уніфікованих вузлів	15.10.20	
7	Робота з графічними матеріалами (креслення)	01.11.20	
8	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	07.11.20	
9	Економічний розрахунок дільниці	15.11.20	
10	Формування висновків з магістерської роботи	18.11.20	
11	Оформлення магістерської роботи, нормоконтроль	25.11.20	
12	Розробка доповіді до захисту	2.12.20	
13	Подання роботи до захисту	07.12.20	

Студент

Керівник проєкту (роботи)



Суріков С.М.
(прізвище та ініціали)



Савонов Ю.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 115 с., 36 табл., 23 рис., 4 дод., 19 джерел.

ПРОЛІТНА БАЛКА, МОСТОВИЙ КРАН, РОБОТИЗОВАНЕ ЗВАРЮВАННЯ.

Об'єкт дослідження – технологічний процес зварювання в середовищі захисних газів пролітної балки мостового крану ГП – 15 т.

Мета дипломного проекту – розробити технологію складання та роботизованого зварювання пролітної балки мостового крану; спроектувати дільницю складання та зварювання.

Методи дослідження – аналіз літературних даних та серійних технологій виробництва балочних конструкцій, їх застосування та удосконалення.

Для роботизованого зварювання поясних швів кінцевої балки була спроектована установка до складу якої входить: робота FANUC M – 16iB, механізм подачі ESAB Aristo RoboFeed 3004w, джерело живлення ESAB Origo Mig 4002с, універсальний ланцюговий кантувач.

Розроблена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектована дільниця складання та зварювання пролітної балки.

Проведено техніко – економічне обґрунтування розробленої технології. Розроблені загальні заходи з техніки безпеки і охорони навколишнього середовища.

ABSTRACT

Explanatory note: 115 p., 36 tab., 23 fig., 4 additional, 19 sources.

SPAN BEAM, OVERHEAD CRANE, ROBOTIC WELDING.

The object of research is the technological process of welding in the environment of protective gases of the span beam of the GP – 15 t overhead crane.

The purpose of the diploma project is to develop a technology for assembling and robotic welding the span beam of an overhead crane; to design an assembly and welding site.

Research methods-analysis of literature data and serial technologies for the production of beam structures, their application and improvement.

For robotic welding of end beam belt seams, an installation was designed that includes: FANUC m-16ib robot, ESAB Aristo RoboFeed 3004w feed mechanism, ESAB Origo Mig 4002c power supply, universal chain tipper.

A route map of the technological process has been developed. A section for assembling and welding the span beam has been designed.

A feasibility study of the developed technology was carried out. General safety and environmental measures have been developed

ЗМІСТ

Вступ.....	9
1 Аналіз вихідних даних і технічне завдання на розробку	11
1.1 Характеристика пролітної балки мостового крана ГП-15 т	11
1.2 Умови експлуатації пролітної балки.....	13
1.3 Труднощі, пов'язані зі зварюваністю матеріалу і шляхи їх подолання.....	15
1.4 Аналіз технології складання та зварювання виробу на базовому підприємстві	17
1.5 Альтернативної варіант технологічного процесу складання і зварювання виробу.....	20
2 Технічні умови на виготовлення і прийомку зварного виробу	22
2.1 Технічні умови на складання, зварювання, контроль якості.....	22
2.2 Вимоги до основного матеріалу	23
2.3 Вимоги до зварювальних матеріалів.....	24
3 Розробка технології виготовлення виробу	28
3.1 Заготівельні операції.....	28
3.1.1 Правка листів.....	29
3.1.2 Розмітка заготовок	30
3.1.3 Різання вихідних заготовок.....	30
3.2 Підготовка кромки	31
3.3 Вибір електродних матеріалів	33
3.4 Вибір параметрів режиму зварювання.....	34
3.5 Технологія і техніка складання і зварювання пролітної балки	35
3.6 Контроль якості зварного виробу.....	42
3.7 Зварювальні напруження і деформації, заходи боротьби з ними	44
4 Розробка пристосування для переміщення робота при зварювання пролітної балки	47
4.1 Технічна характеристика прийнятого стандартного обладнання та оснащення	47
4.2 Компонування установки з уніфікованих вузлів.....	56
5 Техніко-економічні показники.....	57
5.1 Опис ідеї проекту	57

5.2 Організація виробництва продукції	59
5.2.1 Технічне нормування операцій.....	59
5.2.2 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки	61
5.2.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки	63
5.3 Планування витрат на виробництво.....	65
5.3.1 Матеріальні витрати	65
5.3.2 Вартість основних засобів.....	67
5.3.3 Фонд оплати праці	69
5.3.4 Собівартість виробу	74
5.3.4.1 Прямі витрати.....	74
5.3.4.2 Непрямі витрати.....	75
5.4 Економічне обґрунтування запропонованих розробок.....	81
5.4.1 Ефективність та результативність.....	82
6 Охорона праці та безпеки у надзвичайних ситуацій	85
6.1 Аналіз потенційних небезпек	85
6.2 Заходи забезпечення безпеки.....	87
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці	93
6.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	97
6.4.1 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки.....	97
6.4.2 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	101
Висновки	107
Перелік джерел посилань	108
Додаток А Специфікація пролітної балки.....	106
Додаток Б Специфікація кондуктор для сборки.....	107
Додаток В Специфікація установки для зварювання.....	108
Додаток Г Маршрутна карта.....	109

ВСТУП

Зварювання є одним із провідних технологічних процесів і на сьогоднішній день зварювальне виробництво займає своє значне місце в машинобудуванні, будівництві та інших трудових сферах, які включають в себе величезний обсяг робіт і виробництво масивних конструкцій. Завдяки зварювальному виробництву, стало можливим істотне полегшення деталей.

Народне господарство України потребує сучасних машин різних видів і призначень, а також прогресивних видів обладнання, що мають високі техніко-економічні показники. У забезпеченні всього цього найважливіша роль належить зварювальному виробництву. Розвиток зварювання в значній мірі дозволило замінити клепані конструкції на зварні, знизивши цим трудомісткість робіт і підвищивши якість.

Застосування зварювальної технології викликало корінні зміни в технології виготовлення всіх видів обладнання, в тому числі і наземно-транспортного. Однак залишилися невирішені проблеми щодо збільшення продуктивності праці, що може бути досягнуто застосуванням більш сучасних і продуктивних видів зварювання, поліпшення якості продукції – можна досягти підвищенням кваліфікації зварників, поліпшенням оснащення, підвищення рівня комплексної механізації і автоматизації досягається за рахунок впровадження пристроїв і пристосувань, що замінюють ручну працю людей.

Транспортування велико тоннажних матеріалів і обладнання виконують мостові крани. В даний час металургійна і машинобудівна промисловість розвинена дуже сильно і необхідність в транспортному обладнанні (мостових кранах) зростає, тому виготовлення металоконструкцій значну частину яких становлять зварні балки є актуальною темою на сьогоднішній день. В сучасних умовах до технологічних і експлуатаційних характеристик балкових конструкцій пред'являються високі вимоги, тому виробництво цих виробів має здійснюватися з використанням найбільш передових і ефективних технологій.

У тому числі, повинні застосовуватися сучасні технології зварювання, що дозволяють забезпечити надійне і міцне з'єднання деталей зі сталі різних марок.

При виробництві пролітних (головних) балок необхідно збільшувати продуктивність праці для збільшення обсягу виробництва і скорочення часу на виготовлення конструкцій. Поліпшення якості продукції веде до тривалої і безпечної експлуатації даної зварної конструкції. Підвищення рівня комплексної механізації та автоматизації скоротить витрати часу на складально-зварювальні операції, замінить ручну працю на машинну, що спричинить за собою поліпшення якості зварних конструкцій.

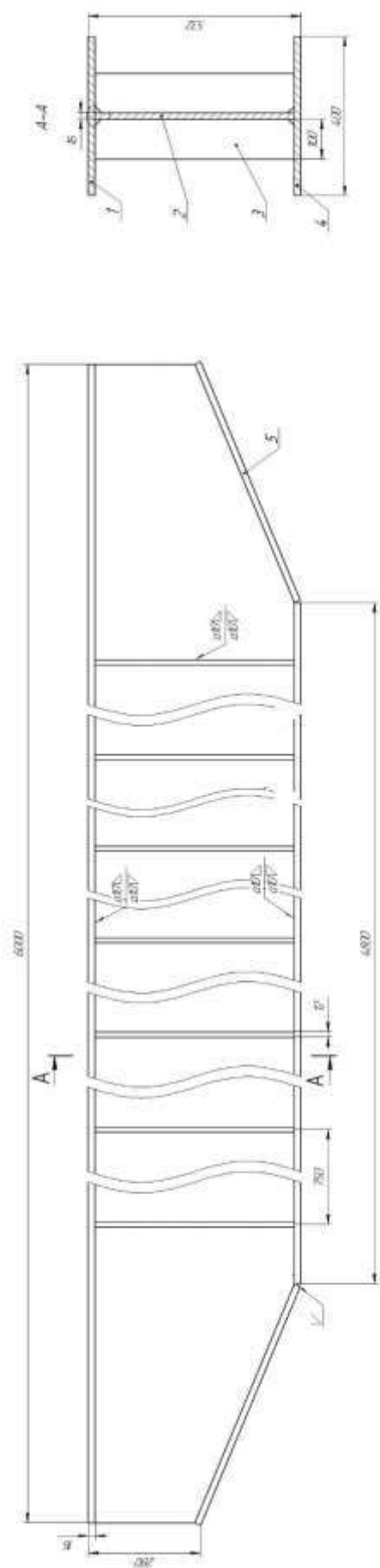
1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ І ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ

1.1 Характеристика пролітної балки мостового крана ГП – 15 т

Пролітна балка є основним несучим вузлом кранових металоконструкцій. До неї кріплять рейки і майданчики для механізму пересування і для тролей. Пролітну балку виконують у вигляді ферми з профільного прокату або з листа двотаврового або коробчатого перетину. Виготовлення балок двотаврового перетину на відміну від ферми з профільного прокату дозволяє широко застосовувати механізовані способи зварювання [1].

Пролітні балки в залежності від вантажопідйомності моста і його прольоту відрізняються розмірами перетину і кількістю вварених ребр жорсткості.

Пролітна балка (рис. 1.1) двотаврового перерізу мостового крана складається з нижньої полки 4, вертикальної стінки 2, верхньої полки 1, ребр жорсткості 3 та похилих пластин 5. Вертикальна стінка, нижня і верхня полка можуть складатися з окремих елементів, зварених устик. Всі стики вертикальних стінок листових конструкцій виконують зварюванням устик, без накладок, так як вони знижують вібраційну міцність з'єднання.



1- верхня полка; 2 – вертикальна стінка; 3 – ребра жорсткості; 4 – нижня полка; 5 – похила пластина

Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд пролітної балки

Матеріалом для елементів металоконструкцій пролітних балок служить листовий прокат зі сталі 9MnSi5 (аналог 09Г2С). Хімічний склад і механічні властивості сталі 9MnSi5 представлені в табл. 1.1 і табл. 1.2 відповідно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад листового прокату зі сталі 9MnSi5 згідно ЕН 10025 – 2 : 2004, % по масі [2]

Марка сталі	Масова частка елементів, мас. %								
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Fe
9MnSi5	$\leq 0,11$	0,55	1,05	$\leq 0,025$	$\leq 0,025$	$\leq 0,15$	$\leq 0,15$	$\leq 0,10$	Основа
		– 0,75	– 1,25						

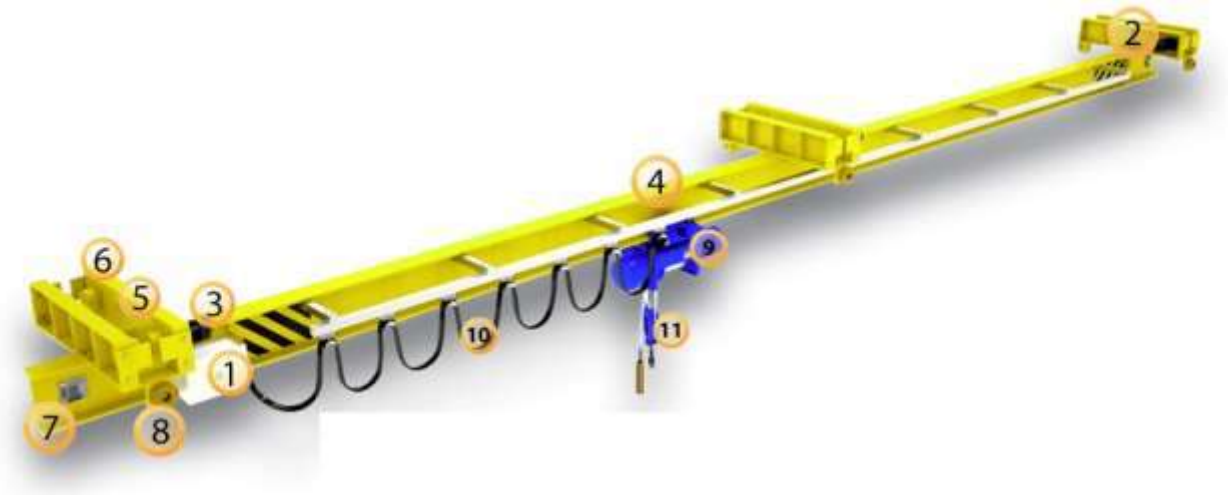
Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 9MnSi5 при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ згідно ЕН 10025 – 2 : 2004 [2]

Межа плинності σ_T , МПа	Межа міцності σ_B , МПа	Відносне подовження δ , %	Ударна в'язкість КСУ, Дж/см ²
345	490	21	29

1.2 Умови експлуатації пролітної балки

Однобалковий мостовий кран або кран-балка, відмінно підходить для експлуатації на закритих майданчиках. Раніше його конструкція являла собою двотавр з посиленням з труби, але зараз застосовують більш сучасну технологію і виготовляють міст по типу зварна балка. Така конструкція більш надійна, має сучасний вигляд і добре зарекомендувала себе по всьому світу. Однобалочні мостові крани відмінно підходить для проведення робіт з вантажами масою до 20 т.

Однбалковий мостовий кран (рис. 1.2) складається: з пролітної балки 4 виконаної у вигляді двотавра, кінцевих балок 2, ходової коретки 9 яка переміщується по підкрановим напрямних, підйомного механізму 11. Живлення крана електроенергією здійснюється через головні тролєї 10, розташовані уздовж балки.



Умовні позначки:

1 – шафа керування; 2 – кінцева балка; 3 – двигун; 4 – пролітна балка; 5 – колесо приводне; 6 – колесо холосте; 7 – консоль; 8 – демпфер; 9 – ходова каретка; 10 – тролєї; 11 – механізм підйому

Рисунок 1.2 – Зовнішній вигляд однбалкового мостового крана

Крім того, в залежності від монтажної схеми мостових кранів, можна виділити: кран підвісний і кран опорний. Кран підвісний при монтажі кріпиться до нижніх опор кранового шляху, а кран опорний монтується на металеві конструкції, які, в свою чергу, прикріплені до стін будівлі.

Мостові крани зазвичай виготовляються з вантажопідйомним гаком 11, рідше з одноканатним або двоканатним грейфером, з магнітною плитою і зі штабелюючим пристроєм.

В процесі експлуатації на пролітну балку діють статичні, динамічні і вібраційні навантаження від ваги вантажу, механізмів підйому і пересування, каретки, а також від власної ваги. Вона постійно сприймає навантаження від

маси вантажу, що перевозиться, а також сприймає згинальний момент від діючої маси вантажу, що перевозиться.

Вертикальне навантаження від сили ваги візка і вантажу передається на вертикальну стінку. Горизонтальні навантаження при пуску або гальмуванні крана сприймаються верхнім і нижнім полками. Жорсткість пролітних балок забезпечується ребрами жорсткості. Пролітна балка в умовах експлуатації піддається впливу температури в межах від мінус 25 °С до + 40 °С.

Так як конструкція відповідальна, то вимоги до швів повинні бути жорсткими. Шви повинні бути міцними і щільними, відповідати вимогам ДСТУ і ТУ на виготовлення конструкції.

1.3 Труднощі, пов'язані зі зварюваністю матеріалу і шляхи їх подолання

Зварюваність – це властивість металу або поєднання властивостей металів утворювати при встановленій технології зварювання з'єднання, що відповідають вимогам, зумовленими конструкцією і експлуатацією виробу [3].

Низьколегована сталь 9MnSi5, відноситься до числа добре зварюваних металів. Для цієї сталі технологію зварювання вибирають з умов забезпечення комплексу вимог, головні з яких досягнення рівномірності зварного з'єднання з основним металом і відсутність дефектів в зварному з'єднанні [4].

Властивості сталі в відомих межах регулюють за рахунок зміни вмісту вуглецю і легуючих елементів. Підвищення ймовірності утворення гарячих тріщин при збільшенні вмісту вуглецю обумовлено схильністю вуглецю до ліквіації, а холодних тріщин – тим, що вуглець знижує температуру мартенситного перетворення і сприяє формуванню малопластичного мартенситу. Об'ємні зміни (збільшення обсягу) при перетворенні аустеніту в мартенсит з підвищенням вмісту вуглецю зростають. Це призводить до збільшення внутрішніх напружень [6].

Враховуючи все вищесказане відзначимо, що сталь 9MnSi5 є низьколегованою сталлю підвищеної міцності, відноситься до сталей перлітного класу і містить в середньому близько 0,09 % [6]. Сталь володіє хорошим співвідношенням вага-міцність і хорошою зварюваністю для товщин менше 30 мм [5].

Легуючі елементи впливають на показники зварюваності сталей. Збільшення вмісту елементів, що підвищують гартування, супроводжується зниженням опору зварних з'єднань утворенню холодних тріщин. Елементи, зміцнюючі твердий розчин, сприяють, як правило, зниження ударної в'язкості металу в біляшовній ділянці зони термічного впливу зварних з'єднань [6].

Для оцінки схильності сталей до утворення холодних тріщин користуються показником еквівалент вуглецю C_e , який розраховується за емпіричною формулою [6]:

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

Тут символи позначають зміст відповідних хімічних елементів у відсотках.

$$C_e = 0,12 + \frac{1,3}{20} + \frac{0,3 + 0,12}{10} + \frac{0,3}{15} = 0,25$$

Сталі у яких $0,20 < C_e \leq 0,35$ відносяться до групи задовільно зварюваних сталей і добре зварюються в звичайних виробничих умовах без попереднього підігріву.

1.4 Аналіз технології складання та зварювання виробу на базовому підприємстві

На базовому підприємстві технологія складання та зварювання пролітної балки виконується у наступній послідовності:

- Різання вихідних заготовок виконують механічним способом на гільйотинних ножицях ERMAKSAN HGD 3100 мм х 20 мм з похилим ножом, які забезпечують високу продуктивність.

- Безпосередньо перед складанням під зварювання кромки деталей і прилеглі до них ділянки завширшки від 30 мм до 50 мм зачищаються від іржі, окалини, фарби, масла та інших забруднень. Зачистку виконують пневматичною машиною, забезпеченою сталевною дрютяною щіткою або абразивним кругом. Мастило і фарбу видаляють тканиною, змоченою в ацетоні. Чистоту кромки перевіряють перед початком зварювання. Зазори між деталями необхідно витримувати відповідно до вимог стандарту. Поверхні кромки не повинні мати надривів і тріщин. При обробці абразивним інструментом сліди зачистки повинні бути спрямовані уздовж кромки.

- Згідно розкрию на складальний стіл укладають елементи верхньої, нижньої полки та вертикальної стінки і фіксують їх за упорами після чого перевіряють довжину і ширину, а також пряmolінійність поверхні. Потім виконують зварювання під шаром флюсу за допомогою трактора А6 Mastertrac фірми ESAB. Режими зварювання представлені в табл. 1.3. Данну операцію виконують при відсутності листів необхідного розміру для виготовлення пролітної балки.

Таблиця 1.3 – Параметри режиму зварювання під шаром флюсу

Діаметр дроту d , мм	Сила струму $I_{зв}$, А	Напруга U_d , В	Швидкість зварювання $V_{зв}$, м/год	Флюс
5	750	34 – 36	40	OK FLUX 10.71

– Складання двотаврової балки повинне бути досить точним; особлива увага приділяється симетрії розташування і взаємної перпендикулярності полки і стінки [7].

Для складання двотаврової балки використовують складальний кондуктор з гвинтовими притисками.

Після складання двотаврової балки виконується прихвачування полук до стінки, напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисних газів за допомогою напівавтомата FastMig M520. Прихватки повинні розташовуватися на рівній відстані один від одного в місцях подальшого накладення зварних швів. Довжина прихваток повинна бути не менше 100 мм, відстань між прихватками не більше 400 мм. Катет шва прихваток повинен бути від 3 мм до 5 мм і при накладенні основного шва прихватки повинні бути переплавлені. Параметри режиму прихвачування представлені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Параметри режиму постановки прихваток

Діаметр дроту d , мм	Сила струму $I_{зв}$, А	Напруга U_d , В	Швидкість зварювання $V_{зв}$, м/год	Витрата захисного газу, л/хв
1,2	120 – 150	20 – 22	16 – 18	12 – 16

– При виготовленні двотаврових балок основною зварювальною операцією є виконання поясних швів. Виконання швів «у човник» забезпечує найкращі умови їх формування і проплавлення, але вимагає установки стінки

балки під кутом 45° і кантовки вироби після зварювання кожного шва. Для цих цілей використовується кантувач.

За допомогою мостового крана встановлюють балку на кантувач і виконують зварювання поздовжніх швів балки під шаром флюсу трактором ESAB, параметри режиму зварювання представлені в табл. 1.3.

– Після зварювання поясних швів і правки грибоподібності полок, розмічають верхній пояс для установки ребр жорсткості згідно з кресленням. В першу чергу від краю балки відкладається креслярський розмір до центру балки цей розмір є базовим при подальшій розмітці місць для установки ребр, так як розмітка ведеться від центру балки.

На балку встановлюють ребра жорсткості по розмітці і їх фіксують за допомогою переносних пристосувань з магнітними притисками.

Виконують першу прихватку по центру ребра до верхнього поясу і перевіряють положення за допомогою прямовису. Потім роблять прихватку по центру з протилежного боку. Довжина прихваток повинна бути не менше 100 мм, відстань між прихватами не більше 400 мм. Катет шва прихваток повинен бути від 3 мм до 5 мм і при накладенні основного шва прихватки повинні бути переплавлені.

Прихвачування і зварювання ребр жорсткості виконують напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисних газів напівавтоматом FastMig M520. Параметри режиму прихвачування и зварювання ребр жорсткості представлені в табл. 1.4 і табл. 3.3 відповідно.

– Напівавтоматичним зварюванням приварюють похилі пластини. Після приварювання яких двотаврову балку транспортують на ділянку контролю якості.

1.5 Альтернативної варіант технологічного процесу складання і зварювання виробу

Для збільшення продуктивності праці і, як наслідок, зменшення собівартості виробу пропонуємо внести в базову технологію виготовлення пролітної балки наступні зміни:

- замінити зварювання під шаром флюсу поздовжніх швів балки на роботизоване зварювання в середовищі захисних газів. Така зміна дозволить зменшити час, що витрачається на операцію зварювання так як роботизоване зварювання в середовищі захисних газів більш продуктивніше ніж зварювання під флюсом, а також зменшується трудомісткість так як немає необхідності в прибиранні залишків флюсу після зварювання поздовжніх швів.

Використання автоматизованих способів зварювання підвищить не тільки продуктивність, але і якість виготовленої продукції, що, в свою чергу, призведе до підвищення попиту на продукцію і сприятливо вплине на ставлення з замовниками.

Переваги роботизованого зварювання в захисних газах:

- скорочення помилок виробництва в наслідок високої точності роботи робота, а значить, мінімізація браку і переробки;
- ні з чим не порівнянне збільшення продуктивності, адже робот працює не тільки швидше, але і робить це 24 години на добу і сім днів на тиждень;
- зниження трудовитрат і простота впровадження (при всій удаваній складності, сучасні роботи оснащені цілком зрозумілим програмним забезпеченням, а за їх впровадження на підприємстві відповідають інженери компанії-постачальника);
- повна безпека операторів зварювання завдяки мінімізації шкідливого впливу отруйних випарів, розплавленого металу, радіації і удару електричним струмом;

– на відміну від зварювання під флюсом, при використанні захисних газів не утворюється шлакових включень, що дозволяє отримати більш чистий і візуально більш красивий зварний шов. Крім того, дугове зварювання в середовищі захисних газів вважається більш продуктивним і ефективним.

Як уже зазначалося, головною перевагою роботизованого зварювання є висока точність: так, сучасні роботи для зварювання мають технічні характеристики, які надають можливість досягти точності позиціонування зварювального пальника з мінімальними допусками порядку від 0,03 мм до 0,05 мм, що є достатнім для переважної більшості зварювальних завдань.

Однак необхідно відзначити деякий недолік роботи, який полягає в тому, що, на відміну від людини, при недостатньо точному позиціонуванні деталі він не може самостійно змінити траєкторію і знайти правильну точку для зварювання, і в цьому випадку похибка позиціонування і складання заготовок не повинна перевищувати $\pm 0,5$ мм [8].

Щоб досягти даної точності позиціонування використовуються методи корекції зварювальної траєкторії, наприклад, лазерну систему стеження за швом. Корекція траєкторій дає можливість при збереженні якості забезпечити високу точність зварного виробу.

2 ТЕХНІЧНІ УМОВИ НА ВИГОТОВЛЕННЯ І ПРИЙОМКУ ЗВАРНОГО ВИРОБУ

2.1 Технічні умови на складання, зварювання, контроль якості

Технічні умови (ТУ) на виготовлення певного типу конструкцій містять перелік вимог, які слід пред'являти до матеріалів, обладнання та виконання технологічних операцій на різних етапах виготовлення конструкції. При складанні ТУ враховують особливості конструкційного матеріалу, призначення конструкції, умови її експлуатації, вимоги точності, економічні міркування. ТУ відображають досвід проектування, виготовлення та експлуатації, накопичені в даній області виробництва.

Вимоги до складання. Застосування при складанні елементів балки прихваток в місцях, де не передбачено в подальшому накладення швів, не допустимо. Перенесення і кантування краном важких і великогабаритних балок, зібраних тільки на прихватках, без застосування пристосувань, що забезпечують незмінність її форми, не допустимо. Всі місцеві уступи і нерівності на зібраних деталях, що перешкоджають їх щільному прилягання, необхідно усувати наплавленням або зачисткою.

Вимоги до зварювання. Запалювати дугу і виводити кратер на основний метал конструкції за межі шва забороняється. Всі опіки на поверхні основного металу повинні бути зачищені абразивним інструментом на глибину не менше 0,5 мм. Зварювання поясних швів виконувати в кондукторах-кантувачах в закріпленому стані. Зварні шви повинні мати гладку і рівномірно-лускату поверхню. Кутові шви повинні мати плавні переходи до основного металу [6].

Технічні умови на контроль якості. Контроль якості повинен здійснюватися систематично в процесі всього виробничого циклу. Порядок контролю вказується в карті технологічного процесу. Зібрана конструкція повинна бути перевірена виробничим майстром і прийнята конструктором ВТК (відділ технічного контролю). Контроль якості зварних з'єднань може

здійснюватися: зовнішнім оглядом і вимірами, ультразвуковим методом контролю.

Зовнішньому огляду піддають 100 % довжини швів. Дефектні ділянки допускається видаляти механічним шляхом, газокисневим різаком. Всі виправлені зварні шви повинні піддаватися контролю.

Ультразвуковий метод контролю заснований на здатності ультразвукових хвиль відбиватися по межах розділу двох середовищ, що володіють різними акустичними властивостями. За допомогою ультразвуку можна виявити тріщини, раковини, розшарування в місцях, непровари, шлакові включення, пори.

2.2 Вимоги до основного матеріалу

Для виготовлення пролітної балки використовують листовий прокат зі сталі 9MnSi5 який поставляється по ЕН 10025 – 2 : 2004.

Листовий прокат який поступає на підприємство повинен мати сертифікат заводу-виробника із зазначенням хімічного складу і механічних властивостей. При відсутності сертифіката або неповноті сертифікатних даних застосування цього матеріалу може бути допущено тільки після проведення необхідних випробувань, що підтверджують відповідність металу всім вимогам стандарту або технічних умов.

До листового прокату пред'являються такі вимоги [2]:

– на поверхні широких граней не повинно бути рванин, наскрізних розривів, розкатаних пригарів, а також бульбашок-здуття, гармошки, тріщин, полон, розкатних забруднень і катаної окалини. Усунення недопустимих дефектів поверхні проводять зачисткою. Отримані при зачистці заглиблення повинні мати плавні переходи з співвідношення ширини зачистки до її глибини не менше 5:1. Зачистку проводять абразивним інструментом або способами, що

не викликають зміну властивостей прокату. Глибина зачистки дефектів не повинна виводити розмір прокату за граничне мінусове відхилення по товщині;

- допускається зачистка дефектів поверхні площею окремо зачищеної ділянки не більше 100 см^2 на глибину 5 % номінальної товщини понад мінусового відхилення по товщині, але не більше 3 мм, при цьому сумарна площа всіх зачищених ділянок даної глибини не повинна перевищувати 2 % площі листа;

- загальна площа зачищеної поверхні не повинна перевищувати 20 % площі листа;

- зачищена поверхня не повинна мати ризок, видимих неозброєним оком, на границі зони зачистки не повинно бути уступів;

- на поверхні прокату в зоні катаних кромок не повинно бути розшарувань, рванин, тріщин, полон, забруднень, вкатаної окалини, волосовин і ризок, що виводять прокату за мінімальні розміри по товщині;

- на обрізаних бічних і торцевих крайках прокату не повинно бути розшарувань, тріщин, зазубрин і рванин, а також задирок висотою більше 2 мм;

- місцева кривизна на 1 м довжини смуги не повинні перевищувати 2 мм;

- максимальне опуклість бічних граней не повинна перевищувати 3 мм, при цьому розміри смуги не повинні перевищувати граничні відхилення по ширині;

- неплоскостність широкосмугового прокату не повинна перевищувати 0,3 % ширини і довжини.

2.3 Вимоги до зварювальних матеріалів

Для зварювання сталі 9MnSi5 рекомендується використовувати зварювальний дріт близький за хімічним складом до основного металу і який містить меншу кількість вуглецю.

Для механізованого зварювання в середовищі захисних газів використовуємо дріт ESAB OK Aristorod 12.50 а в якості захисного газу для зменшення розбризкування металу застосовуємо суміш захисних газів 92 % Ar + 8 % CO₂. Ця газова суміш дозволяє простіше здійснювати струменевий перенесення, шви виходять більш пластичними, а ймовірність появи пір мінімальна.

Вуглекислий газ має властивість до окислення з залізом і вуглецем, що знаходяться в металі. Щоб захистити метал виробу від цього процесу, рекомендується застосовувати дріт з підвищеним рівнем марганцю і кремнію. Ці компоненти хімічно активніше, ніж залізо, тому спочатку окислюються вони, тим самим беручи на себе «удар» і захищають виріб. Поки в зварювальній зоні присутні ці два елементи, залізо і вуглець не будуть окислюватися. Відходи, тобто оксиди марганцю і кремнію, які утворюються при дії високої температури і окислювальної реакції являють собою легкоплавкі з'єднання, які спливають на поверхню зварювальної ванни і кристалізуються у вигляді шлаку. Хімічний склад дроту ESAB OK Aristorod 12.50 представлений в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту ESAB OK Aristorod 12.50 по ДСТУ ISO 14341-2012, % [9]

Марка дроту	Масова частка елементів, мас. %								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P	V
ESAB OK Aristorod 12.50	0,06 – 0,10	0,45 – 0,70	1,20 – 1,50	0,95 – 1,25	≤0,30	0,50 – 0,70	0,025	0,025	0,20 – 0,35

Зварювальний дріт поставляється по ДСТУ ISO 14341-2012, і до нього пред'являються наступні вимоги [9]:

- граничне відхилення діаметра від номінального становить 0,16 мм, а допустима овальність 0,08 мм;

– поверхня дроту повинна бути чистою і гладкою, без тріщин, розшарувань, полон, раковин, забоїн, окалини, іржі, мастила та інших забруднень. На поверхні дроту допускаються різки, подряпини, місцева рябизна і окремі вм'ятини. Глибина зазначених дефектів не повинна перевищувати граничні відхилення по діаметру дроту;

– на поверхні дроту не допускається наявність технологічних мастил, за виключення слідів мильною мастила без графіту і сірки.

Газова суміш для зварювання поставляється по ДСТУ ISO 14175 – 2010, і до неї пред'являються наступні вимоги [10]:

– чистота і точка роси газової суміші повинна відповідати нормам, представлених в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Норми по чистоті газової суміші 92 % Ar + 8 % CO₂ [10]

Мінімальна чистота, %	Точка роси при тиску 0,101 МПа, °С	Об'ємна частка водяної пари, ppm, не більше
99,9	- 44	80

Для зварювання листового прокату під шаром флюсу застосовують флюс ОК FLUX 10.71. Хімічний склад флюсу ОК FLUX 10.71 представлений в табл. 2.3 [11].

Таблиця 2.3 – Хімічний склад флюсу ОК FLUX 10.71 по ДСТУ ISO 14174 – 2010, % [11]

Марка флюсу	Масова частка елементів, мас. %			
	SiO ₂ +TiO ₂	MnO+ Al ₂ O ₃	CaO+ MgO	CaF ₂
ОК FLUX 10.71	20,0	35,0	25,0	3,0 – 6,0

Зварювальний флюс ОК Flux 10.71 – керамічний зварювальний флюс алюмінатно-основного типу, призначений для одне і багатопрохідного

електродугового зварювання на постійному і змінному струмі вуглецевих і низьколегованих конструкційних сталей перлітового класу з нормативним тимчасовим опором розриву до 600 МПа. Цей флюс має високі для основного флюсу зварювально-технологічні властивості, зберігаючи при цьому низький вміст шлакових включень в наплавленому металі, що забезпечує отримання високої ударної в'язкості при температурах до мінус 40 °С.

Флюс поставляється по ДСТУ ЕН 13479 – 2010, і до нього пред'являються наступні вимоги [12]:

- флюс повинен виготовлятися у вигляді однорідних зерен. Вміст сторонніх часток (нерозчинених частинок сировинних матеріалів, футерування, вугілля, графіту, коксу, металевих частинок та ін.) має бути не більше: 0,5 % від маси флюсу;
- колір флюсу ОК Flux 10.71 від жовтого до коричневого всіх відтінків.

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ

Технологічний процес виготовлення зварних конструкцій складається з окремих операцій, основні з яких заготівельні, складальні, зварювальні, контрольні. Схема технологічної послідовності складання і зварювання пролітної балки мостового крана представлена на рис. 3.1.

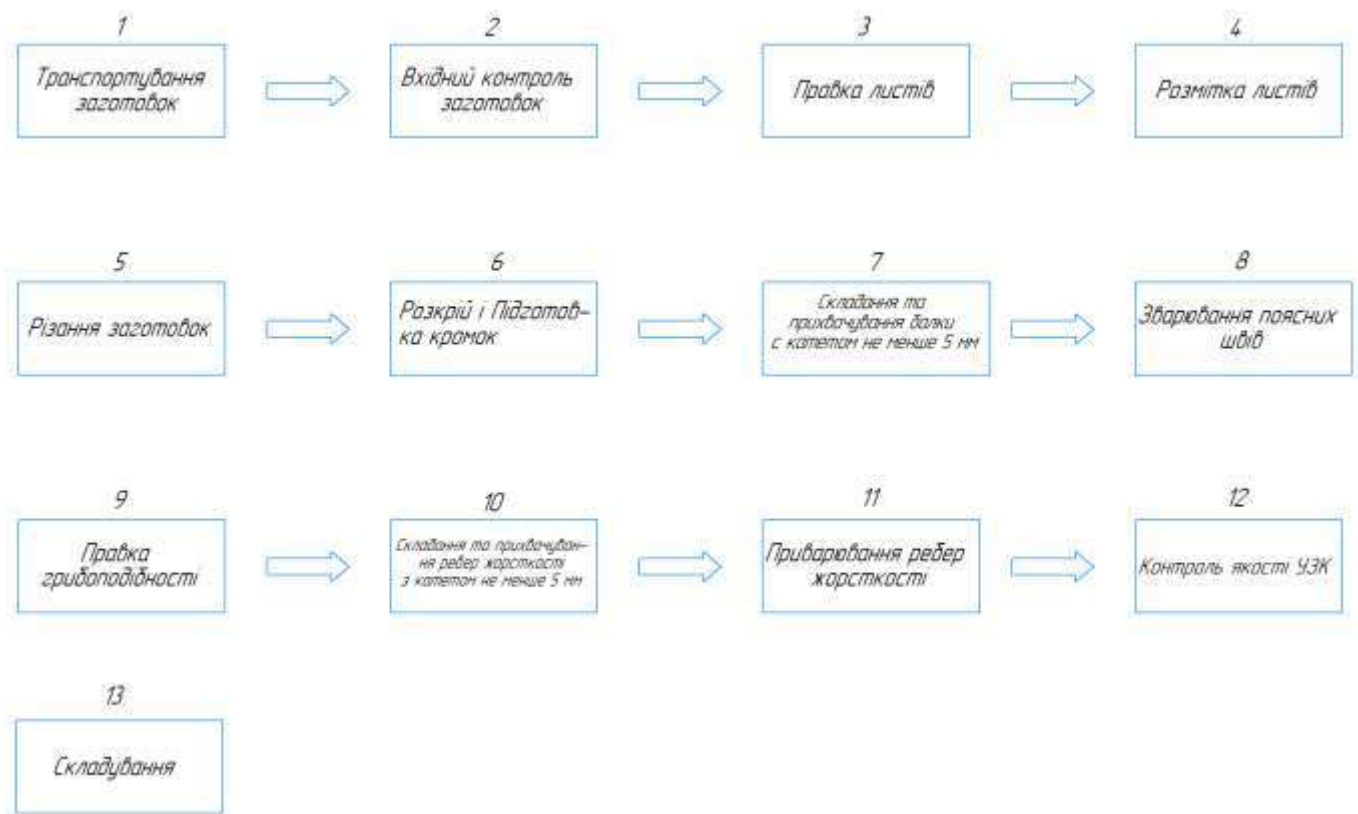


Рисунок 3.1 – Технологічна послідовність складання і зварювання пролітної балки

3.1 Заготівельні операції

В умовах крупносерійного виробництва заготівельні операції, необхідні для підготовки деталей до складання і зварювання балок, виконують на спеціалізованій ділянці або в заготівельному відділенні [13].

В якості вихідних заготовок для виготовлення пролітної балки є три листа з габаритними розмірами 16 мм х 500мм х6000 мм і один лист з габаритними розмірами 10 мм х 210 мм х 730 мм. Дані заготовки піддають контролю якості величини деформації і кривизни поверхні.

Допустима величина деформації поверхні листа, що лежить на рівній поверхні на 1 метр довжини не більше 2 мм В разі перевищення величини кривизни лист піддають виправленні на правильній машині.

3.1.1 Правка листів

Правка стали повинна здійснюватися способами, що виключають утворення вм'ятин, забоїн та інших пошкоджень на поверхні сталі [14].

Правку прокату виконують на листопрямильних машинах. На даних машинах правка передбачає використання навантаження заготовки вигином (рис. 3.2).

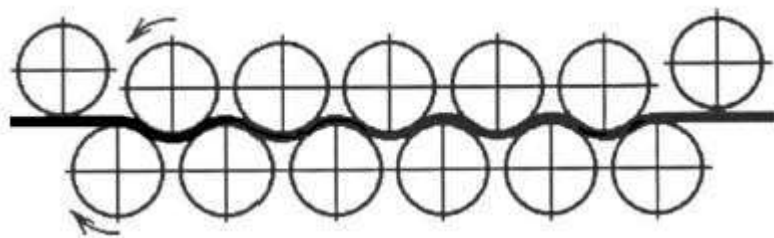


Рисунок 3.2 – Правка на багатовалкових машинах

При проходженні в вальцях лист згинається в межах пружності в тому випадку, якщо в ньому немає викривлень. Якщо лист має викривлення, то він, проходячи через валки, відчуває пластичні деформації. Правка досягається в результаті багаторазового вигину при пропущенні листів між верхнім і нижнім рядом валків, розташованих в шаховому порядку [13].

3.1.2 Розмітка заготовок

Розмітку листів роблять камеральним методом. Камеральний метод полягає в перенесенні розмірів на матеріал за попередньо розробленими ескізами розгортки. Ескізи містять розміри, обчислені за даними робочих креслень деталей.

Розмітку слід проводити за допомогою рулеток, відповідних точності другого класу по ГОСТ 7502 – 69 [14], чертилки з подальшим прокернювання контурних ліній для закріплення зображення.

3.1.3 Різання вихідних заготовок

Різання вихідних заготовок виконують механічним способом на гільйотинних ножицях з похилим ножом, які забезпечують високу продуктивність.

Застосування механічного різання допускається без обмежень, якщо після різання проводиться механічна обробка кромки на величину не менше 0,2 мм товщини листового прокату [15].

На заготовках ребр жорсткості робиться фаска з притупленням 11 мм під кутом 45° для поясних швів балки (рис. 3.3).

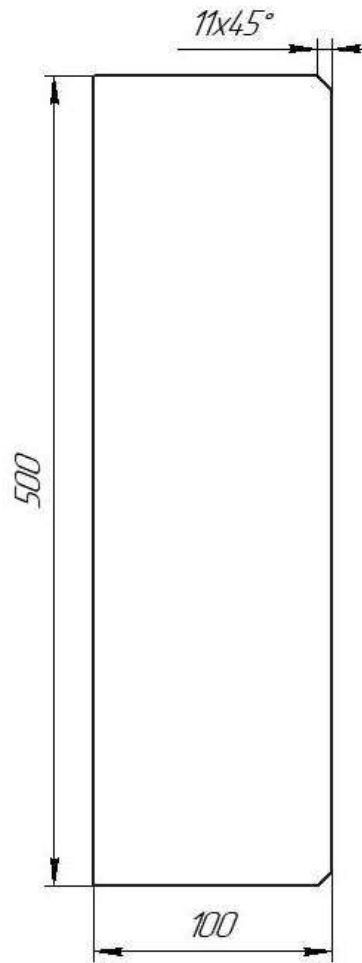


Рисунок 3.3 – Ребро жорсткості

3.2 Підготовка кромки

Від стану поверхні зварюваних кромки значною мірою залежить якість зварних швів.

Безпосередньо перед складанням під зварювання кромки деталей і прилеглі до них ділянки завширшки від 30 мм до 50 мм зачищаються від іржі, окалини, фарби, масла та інших забруднень.

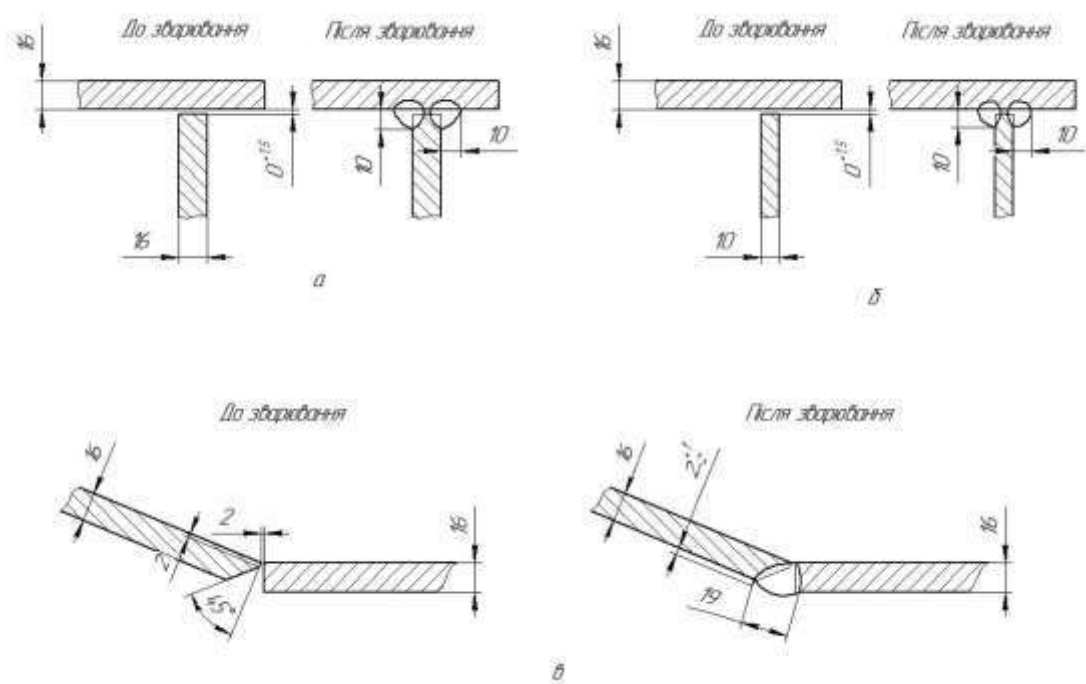
Зачистку виконують пневматичною машиною, забезпеченою сталевим дріткою або абразивним кругом. Мазило і фарбу видаляють тканиною, змоченою в ацетоні. Чистоту кромки перевіряють перед початком

зварювання. Зазори між деталями необхідно витримувати відповідно до вимог стандарту.

Поверхні кромок не повинні мати надривів і тріщин. При обробці абразивним інструментом сліди зачистки повинні бути спрямовані уздовж кромки [10].

На зварювальних кромках похилої пластини (див. рис. 1.1, поз. 5) виконують фаску під кутом 45° з притупленням 2 мм. Фаски виконують за допомогою кромкофрезерної машини.

Конструктивні елементи підготовлених кромки зварюваних деталей і геометричні розміри зварного шва повинні відповідати ДСТУ ISO 9692 – 1 – 2016 (рис. 3.4) [16].



а – нижня і верхня полка з вертикальною стінкою; б – ребра жорсткості з балкою;

в – похила пластина з нижньою полкою.

Рисунок 3.4 – Підготовка кромки під зварювання і геометричні розміри зварних швів

3.3 Вибір електродних матеріалів

Для зварювання сталі 9MnSi5 рекомендується використовувати зварювальний дріт близьку за хімічним складом до основного металу і який містить меншу кількість вуглецю.

Для механізованого зварювання в середовищі захисних газів використовуємо дріт ESAB OK Aristorod 12.50 а в якості захисного газу для зменшення розбризкування металу застосовуємо суміш захисних газів 92 % Ar + 8 % CO₂. Ця газова суміш дозволяє простіше здійснювати струменеве перенесення, шви виходять більш пластичними, а ймовірність появи пір мінімальна.

Хімічний склад наплавленого металу дротом ESAB OK Aristorod 12.50 в газовій суміші 92 % Ar + 8 % CO₂ і механічні властивості зварного шва представлені в табл. 3.1 і табл. 3.2 відповідно.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад наплавленого металу дротом ESAB OK Aristorod 12.50, % по масі

Тип наплавленого металлу	Масова частка елементів, мас. %		
	C	Si	Mn
ESAB OK Aristorod 12.50	0,10	0,72	1,11

Таблиця 3.2 – Механічні властивості зварного шва при T = 20 °C, виконаного дротом ESAB OK Aristorod 12.50

Межа плинності σ_T , МПа	Межа міцності σ_B , МПа	Відносне подовження δ , %	Ударна в'язкість КСУ, Дж
470	560	26	138

3.4 Вибір параметрів режиму зварювання

Параметри режиму зварювання вибирають виходячи з товщини зварюваного металу і необхідної форми зварного шва, яка визначається глибиною проплавлення і шириною шва. Режими зварювання визначають за довідковими таблицями або наближеним розрахунком з подальшою перевіркою на технологічних пробах. Зазвичай режим зварювання вибирають в наступному порядку: в залежності від товщини металу, що зварюється вибирають діаметр електродного дроту, потім в залежності від діаметра встановлюють силу зварювального струму, далі швидкість подачі електрода і швидкість зварювання.

В режимі зварювання в середовищі захисних газів входять: рід електричного струму і полярність, сила зварювального струму, напруга дуги, швидкість зварювання, витрата захисного газу, діаметр електродного дроту, швидкість подачі дроту.

При роботизованому і напівавтоматичному зварюванні в середовищі захисних газів зазвичай застосовують постійний струм зворотної полярності, так як зварювання струмом прямої полярності призводить до нестійкого горіння дуги і більшого розбризкування [15].

Із збільшенням сили зварювального струму збільшується глибина провару і підвищується продуктивність процесу зварювання. Чим довше дуга, тим більше напруга. Чим коротше дуга, тим стабільніше процес зварювання, менше розбризкування і вище якість шва. Зі збільшенням напруги дуги збільшується ширина шва і зменшується глибина його провару. Швидкість подачі електродного дроту підбирають так, щоб забезпечувалося стійке горіння дуги при вибраній напрузі. Зі збільшенням вильоту електрода з струмопідводячого мундштука погіршується стійкість горіння дуги і формування шва, а також збільшується розбризкування. Витрата захисного газу

визначають в залежності від сили струму, швидкості зварювання, діаметра електродного дроту. В середньому газу витрачається від 5 л/хв до 30 л/хв [17].

Параметри режиму напівавтоматичного зварювання в суміш захисних газів 92 % Ar + 8 % CO_2 представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Параметри режиму напівавтоматичного зварювання [18]

Тип зварного з'єднання	Діаметр дроту d , мм	Сила струму $I_{зв}$, А	Напруга U_d , В	Витрата захисного газу, л/хв
Кутове	1,6	250 – 280	31 – 39	14 – 16
Таврове	2	400 – 450	31 – 34	18 – 20

Параметри режиму роботизованого зварювання поздовжніх швів балки в суміш захисних газів 92 % Ar + 8 % CO_2 представлені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Параметри режиму роботизованого зварювання поздовжніх швів балки

Діаметр дроту d , мм	Сила струму $I_{зв}$, А	Напруга U_d , В	Швидкість зварювання $V_{зв}$, м/год	Витрата захисного газу, л/хв
2	440 – 480	33 – 37	22 – 28	26 – 28

3.5 Технологія і техніка складання і зварювання пролітної балки

Складання двотаврової балки повинна бути досить точною; особлива увага приділяється симетрії розташування і взаємної перпендикулярності полки і стінки (рис. 3.5) [7].

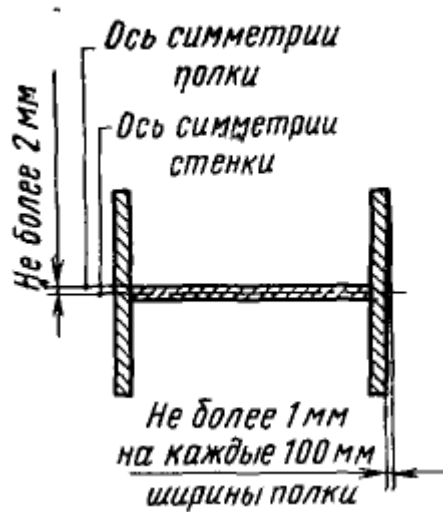
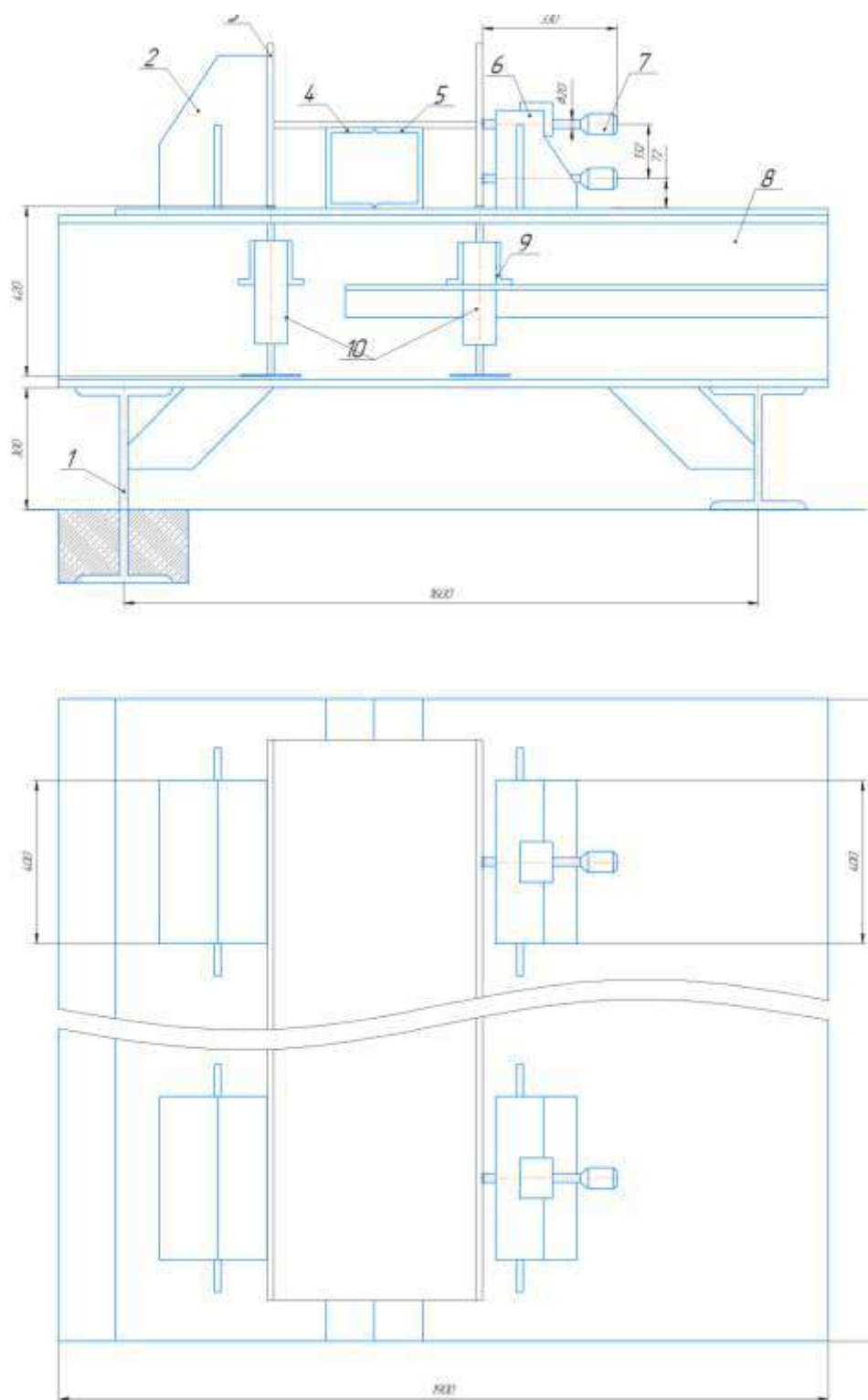


Рисунок 3.5 – Допуски на складання двотаврових балок

Вимоги точності виготовлення і підвищення продуктивності визначають доцільність застосування складальних кондукторів. Їх конструкція залежить від розміру балки і обсягу випуску однотипної продукції. Загальною вимогою до кондуктору великосерійного виробництва є можливість регулювання взаємного розташування фіксуючих елементів з метою забезпечення випуску балок різних розмірів.

Для складання пролітної балки використовують кондуктор з гвинтовими притисками (рис. 3.6). Підстава якого виконано у вигляді жорсткої зварної рамної конструкції, що складається з поздовжніх і поперечних балок 1 і 8. Упори 2 і притиски 6 встановлені на поперечних балках, поздовжні балки закладені в фундамент.



Умовні позначки:

1 – поздовжня балка; 2 – упор; 3 – зварювана балка; 4, 5 – поздовжні швелера;
6 – притиск; 7 – гвинт; 8 – поперечна балка; 9 – гайка; 10 – підтримуючий
гвинт.

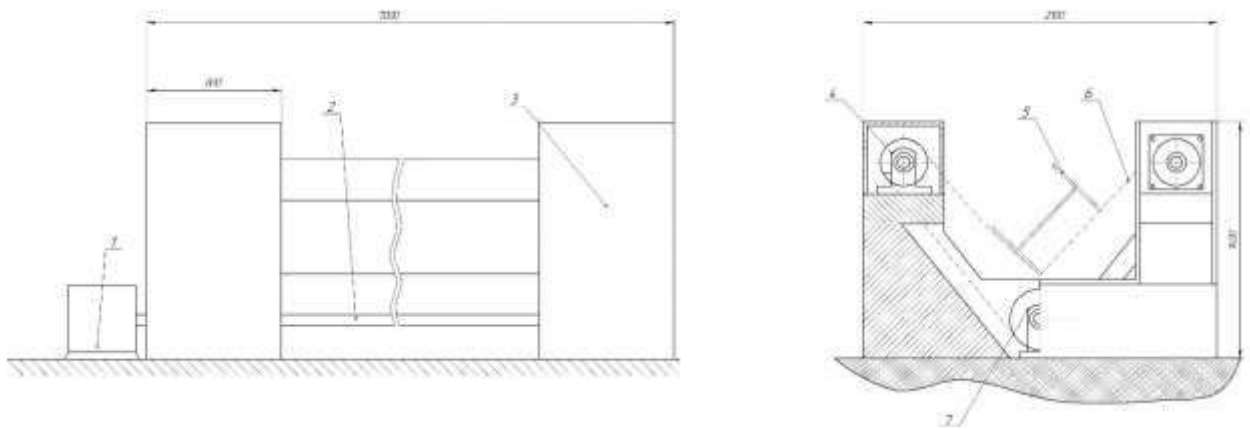
Рисунок 3.6 – Кондуктор для складання пролітної балки

Подача довгих і гнучких елементів балки в кондуктор здійснюється мостовим кранів зверху за допомогою жорсткої траверси зі спеціальними захопленнями. Вертикальна стінка укладається на поздовжні швелери 4 і 5, після чого встановлюються полки, і деталі щільно притискаються один до одного гвинтами 7. Для забезпечення прямолінійності двотаврової балки верхні полки поперечних балок пристосування розташовуються в одній площині, а упори 2 виставляються по прямій лінії. Симетрія розташування стінки щодо полок забезпечується налаштуванням підтримуючих гвинтів 10. Налаштування на певний типорозмір можна виконувати перестановкою притисків 6, а також швелерами 4 і 5. Для цього в поперечних балках кондуктора передбачено ряд отворів під болти кріплення притисків 6 і гайок 9.

Після складання двотаврової балки виконується прихвачування полок до стінки, напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисних газів. Прихватки повинні розташовуватися на рівній відстані один від одного в місцях подальшого накладення зварних швів. Довжина прихваток повинна бути не менше 100 мм, відстань між прихватками не більше 400 мм. Катет шва прихваток повинен бути 3 – 5 мм і при накладенні основного шва прихватки повинні бути переплавлені [16].

При виготовленні двотаврових балок основною зварювальною операцією є виконання поясних швів. Виконання швів «у човник» забезпечує найкращі умови їх формування і проплавлення, але вимагає установки стінки балки під кутом 45° і кантовки виробу після зварювання кожного шва. Для цих цілей використовується ланцюговий кантувач.

Ланцюговий кантувач (рис. 3.7) складається з декількох фасонних рам 5, розташованих паралельно один одному з кроком від 2 м до 3 м. На кожній рамі змонтовано три зірочки 1, 4, 6, причому одна з них з'єднана з приводом, а дві холості. Зварювану балку 3 укладають на ланцюг 2 і кантують на необхідний кут шляхом переміщення ланцюга.



Умовні позначки:

1 – електродвигун; 2 – приводний вал; 3 – фасонна рама; 4 – холоста зірочка; 5 – зварювана балка; 6 – замкнутий ланцюг; 7 – приводна зірочка.

Рисунок 3.7 – Ланцюговий кантувач

Після зварювання проводиться зачищення поверхні зварних швів з допомогою пневматичної машини від шлакової корки і балка подається на машину для усунення зварювальних деформацій – грибоподібності полиць за схемою, показаною на рис. 3.8. Усунення грибоподібності полиць проводиться за рахунок пластичної деформації металу, тому для усунення пружного наслідку полку необхідно згинати на деякий кут в протилежному напрямку. З цією метою правильні валки мають конусність.

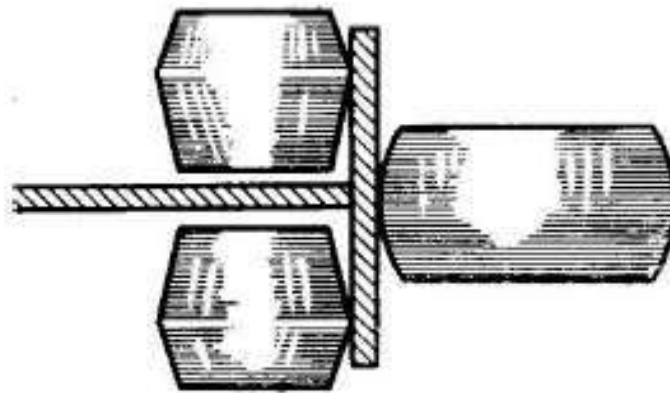


Рисунок 3.8 – Правка грибоподібності

Після зварювання поясних швів і правки грибоподібності полиць на балку приварюють похилі пластини (див. рис. 1.1, поз. 5) напівавтоматичним зварюванням у середовищі захисних газів.

Далі на балку встановлюють ребра жорсткості по розмітці або з допомогою гребінки (шаблону) і їх фіксують. Для фіксації положення поперечних ребр застосовують переносні пристосування з магнітними притисками [15].

Прихвачування і зварювання ребр жорсткості виконують напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисних газів. При зварюванні таврових з'єднання кут між вертикальною стінкою виробу та зварювальним пальником має бути в межах від 25° до 35° (рис. 3.9). Електрод або направляють точно в кут, або зміщують від 1 мм до 1,5 мм на горизонтальну полку.

Після приварювання ребр жорсткості балку транспортують на ділянку контролю якості для остаточного контролю якості зварних швів.

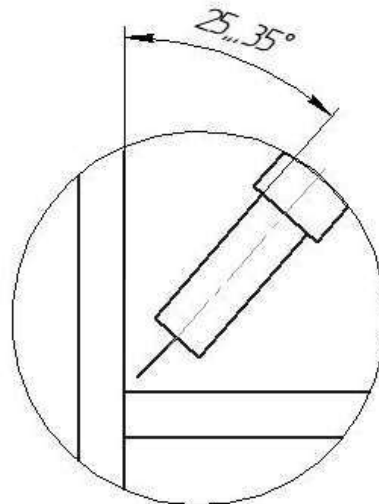


Рисунок 3.9 – Положення пальника при зварюванні таврових з'єднань

3.6 Контроль якості зварного виробу

Зварний виріб після завершення всіх технологічних операцій пред'являють для технічного контролю. Контроль здійснюють поетапно.

За етапами процесу технічний контроль класифікується на вхідний, операційний і приймальний.

При вхідному контролі перевіряється якість вихідних матеріалів, що застосовуються для виготовлення виробу, яка повинна задовольняти вимогам, встановленим в стандартах, технічних умовах, договорах і поставках.

При операційному контролі перевіряється відповідність заготовки, складання, дотримання технологічних режимів, виконання технологічного процесу, стан зварювального обладнання та оснащення.

При приймальному контролі перевіряється відповідність якості зварних вузлів вимогам, встановленим у нормативно-технічній документації, а також геометричні розміри зварного виробу. Контроль кінцевої балки виконують зовнішнім оглядом і обміром зварних швів, а також ультразвуковою дефектоскопією.

Контроль якості зварних з'єднань зовнішнім оглядом з перевіркою геометричних розмірів і форми зварних швів виконується у 100 % обсязі [13]. Розміри і форма зварних швів перевіряється за допомогою шаблонів, і повинна відповідати вимогам ДСТУ ISO 9692 – 1 – 2016 (див. рис. 3.4).

Візуальний огляд зварних швів виконують із застосуванням лупи з п'яти до десяти кратним збільшенням. За зовнішнім виглядом шви зварних з'єднань повинні задовольняти наступним вимогам:

- мати гладку або рівномірно лускату поверхню (без напливів, звужень і перерв) і не мати різкого переходу до основного металу;
- наплавлений метал повинен бути щільним по всій довжині шва, не мати тріщин і дефектів, що виходять за межі, зазначені в технологічній документації;
- всі кратери повинні бути заварені.

Неприпустимі дефекти, виявлені при контролі, повинні бути усунені з подальшим контролем виправлених ділянок.

Не допустимі дефекти, виявлені при візуальному контролі повинні виправлятися таким чином:

- надмірні посилення зварних швів потрібно видаляти механічним способом, недостатні посилення виправити підварюванням попередньо зачищеного шва;

- напливи видалити механічним способом і при необхідності підварити;

- подрізи і поглиблення між валиками підварити, попередньо зачистивши місця підварки;

- дефектні ділянки – тріщини, незаплавлені кратери, пори, неметалеві включення і непровари видалити до чистого металу, не залишаючи гострих кутів, і підварити до отримання шва нормального розміру. На ділянках шва з тріщиною її кінці перед зачисткою повинні бути засвердлені свердлом діаметром від 2 мм до 4 мм.

Видалення дефектів проводиться механічною зачисткою абразивним інструментом. При видаленні дефектів механічної зачисткою ризику на поверхні металу від абразиву повинні бути направлені уздовж зварного з'єднання.

Якщо при контролі виправленої ділянки будуть виявлені дефекти, то допускається проводити повторне виправлення в тому ж порядку, що і перше. Виправлення дефектів на одній і тій же ділянці зварного з'єднання допускається проводити не більше трьох разів [13].

Ультразвуковий метод контролю заснований на здатності ультразвукових хвиль відбиватися від межі розділу двох середовищ, що мають різні акустичні властивості. За допомогою ультразвуку можна виявити тріщини, непровари, пори, шлакові включення. Робота ультразвукових дефектоскопів – приладів для виявлення дефектів у виробах, в тому числі і в зварних швах, заснована на п'єзоелектричному ефекті.

Ультразвуковий контроль проводиться в наступній послідовності:

- проводиться ретельна підготовка досліджуваної поверхні шляхом механічного видалення залишків шлаку, фарби і іржі зі зварювального шва. До того ж зачищають смуги по 50 мм з обох сторін від нього.
- місце проведення дефектоскопії рясно покривають рідкою масою у вигляді води, мінеральних масел або густих спеціальних клейстерів — це необхідно для можливості безперешкодного проходження ультразвукових хвиль;
- проводиться попереднє налаштування приладу на товщину стінки контрольованої деталі;
- п'єзоелектричний перетворювач УЗК послідовно починають переміщати по зигзагоподібній траєкторії по зварювальному шву;
- після одержання стійкого сигналу необхідно періодично повертати п'єзоелектричний перетворювач в різні боки навколо своєї осі так, щоб отримати на екрані приладу сигнал з максимальною чіткістю зображення;
- при виявленні дефектів, їх фіксують і записують відповідні координати;
- при необхідності, ультразвуковий контроль зварних швів проводять в один або кілька проходів.

3.7 Зварювальні напруження і деформації, заходи боротьби з ними

При зварюванні двотаврових балок можуть виникнути як загальні деформації (вигин і вкорочення всієї балки), так і місцеві деформації поясів або вертикальної стінки. І загальні і місцеві деформації залежать від розмірів зварних швів, режиму зварювання і послідовності накладення швів.

В процесі виконання зварювальних робіт велике значення має вибір раціональної послідовності виконання зварних з'єднань в конструкції, при цьому слід прагнути до досягнення урівноваження можливих деформацій від послідовно виконуваних швів.

Для балок двотаврового перетину раціональною є послідовність зварювання швів, зазначена на рис. 3.10. При цьому всі шви виконуються в положенні «в човник».

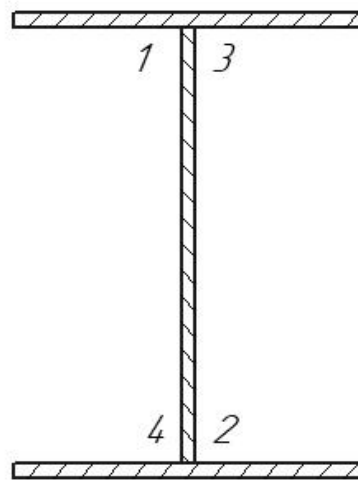


Рисунок 3.10 – Послідовність зварювання поясних швів

Правильний вибір послідовності виконання поясних швів дозволяє зменшити до необхідних розмірів загальну деформацію балки. Однак кутова деформація полки, звана грибоподібністю, не залежить від порядку накладення швів і, як правило, проявляється у величинах, що перевищують допустимі, якщо не застосовувати заходи в процесі або після зварювання.

Однією з причин грибоподібності є поперечна усадка розплавленого металу при його охолодженні. Причому чим більше обсяг розплавленого металу, тим більше грибоподібність полки.

Грибоподібність полки в залежності від обсягу наплавленого металу виражається кривої, близької до гіперболічної. Впливати на поперечну усадку звичайними методами, без додаткового перебігу металу, представляється складним.

При великих катетах швів зменшується грибоподібність підігрівом. Це знижує частково або повністю нерівномірність нагріву зварюванням по товщині полки і, як результат, грибоподібність зменшується.

Процес зварювання ребр жорсткості починають з приварки середнього ребра до стінки швом на прохід або від середини до кінця (рис. 3.11, а). Наступні ребра приварюють до стінки поступово від середнього ребра до крайнього в одну сторону, потім в іншу. Напрямок зварювання на полах – від стінки на «вихід» (рис. 3.11, б).

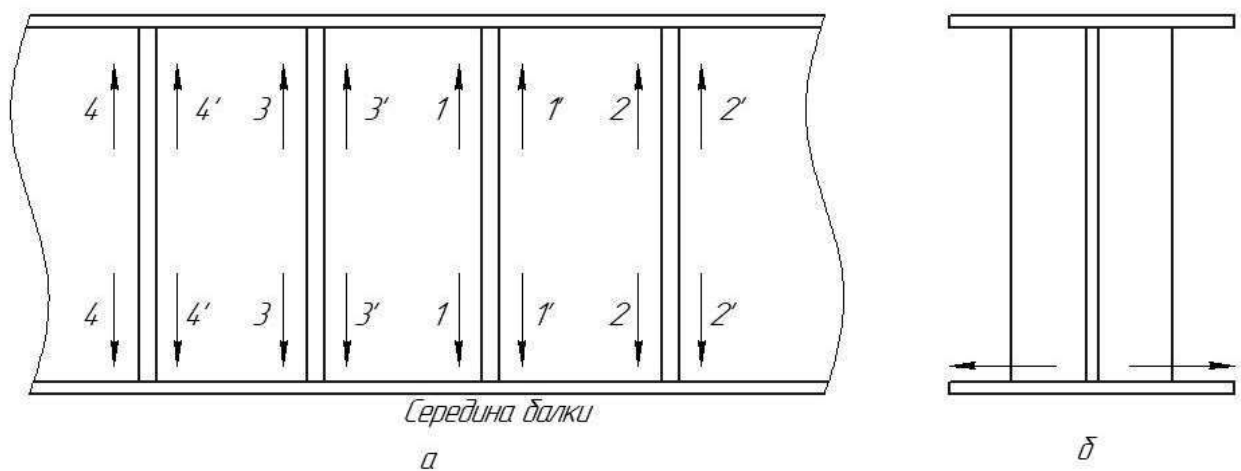


Рисунок 3.11 – Схема приварювання ребр жорсткості

4 РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ РОБОТА ПРИ ЗВАРЮВАННІ ПРОЛІТНОЇ БАЛКИ

4.1 Технічна характеристика прийнятого стандартного обладнання та оснащення

Правку листів виконують на багатовалковому гідравлічному правильному верстаті ARKU серії PlateMaster. Верстат спеціально розроблений для рентабельної правки великоформатних деталей (ширина до 2000 мм) і листів товщиною до 20 мм. PlateMaster оснащений системою серво-гідравлічного регулювання робочого зазору, а також системою захисту від перевантажень. Висока повторюваність результатів правки і висока відмовостійкість – ось дві головні переваги модельного ряду PlateMaster. Зовнішній вигляд верстата представлений на рис. 4.1, а його технічні характеристики в табл. 4.1.



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд правильного верстата ARKU серії PlateMaster

Таблиця 4.1 – Технічні характеристики верстата ARKU серії PlateMaster

Параметр	Значення
Товщина оброблюваних деталей	від 4 до 20 мм
Ширина оброблюваних деталей	від 240 до 2000 мм
Кількість валків	9
Діаметр валків, мм	50
Швидкість, м/хв	3-8

Різання листів вихідної заготовки виконують на гідравлічних гільйотинних ножицях ERMAKSAN HGD 3100 мм x 20 мм . Високоякісні, високоміцні верхні і нижні ножі забезпечують високоякісний і легкий різ. Невеликий кут різання в цих ножицях знижує скручування вузьких смуг до мінімуму. Автоматична настройка зазору між лезами ножів, кута різання і довжини робочого ходу в залежності від типу і товщини матеріалу покращують якість різку. Зовнішній вигляд ножиць представлений на рис. 4.2, а їх технічні характеристики в табл. 4.2.



Рисунок 4.2 – Зовнішній вигляд гільйотинних ножиць ERMAKSAN HGD 3100 мм x 20 мм

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики гільйотинних ножиць ERMAKSAN HGD 3100 мм x 20 мм

Параметр	Значення
Максимальна товщина металу, мм	20
Кут різання, град.	2,5
Кількість ходів в хвилину, хв^{-1}	8
Максимальний хід заднього упору, мм	1000
Кількість притисків листа	14
Висота робочого столу, мм	900
Потужність головного приводу, кВт	37
Потужність заднього упору, кВт	1,1
Об'єм мастила, л	500
Ширина ножиць в зборі, мм	2700
Довжина ножиць в зборі, мм	4350
Висота ножиць, мм	2500
Маса, кг	22300

Зняття фаски перед зварюванням виконують на кромкофрезерній машині AutoCUT 500 (рис. 4.3). Кромкофрезерна машина призначена для обробки кромки сталевих і алюмінієвих листів перед проведенням зварювальних робіт в автоматичному режимі і дозволяє проводити фрезерування фаски до 30 мм шириною в діапазоні від 15 до 60 градусів. Автоматична подача дозволяє машині рухатися уздовж сталевих листів самостійно, без допомоги оператора.

Автоматична подача значно збільшує продуктивність роботи, а також зменшує вплив людського фактора на якість підготовки кромки. Швидкість зйомки фаски відносно висока і становить максимум 500 мм в хвилину. Машина найбільш ефективна в застосуванні на заводах, де необхідна обробка довгих

сталевих листів. Технічні характеристики кромкофрезерної машини AutoCUT 500 представлені в табл. 4.3.



Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд кромкофрезерної машини AutoCUT 500

Таблиця 4.3 – Технічні характеристики кромкофрезерної машини AutoCUT 500

Параметр	Значення
Потужність, Вт	1100
Подача	автоматична
Швидкість зняття фаски, мм/хв	до 500
Кут фаски	15 ° – 60 °
Ширина фаски, мм	до 30
Потужність головного приводу, кВт	40
Маса, кг	50

Для ультразвукового контролю зварних швів використовують ультразвуковий дефектоскоп NOVOTEST УД3701 (рис. 4.4). Ультразвуковий дефектоскоп УД3701 дозволяє виявляти різні внутрішні дефекти у виробах і конструкціях з усіляких матеріалів. Звичайно, найбільш поширеним є

це поєднання модульної конструкції, простоти використання і широкого кола областей застосування.

Ці зварювальні апарати відрізняються найвищими характеристиками робочого циклу, компактним корпусом і малою масою, що сприяє підвищенню продуктивності і мобільності на зварювальному майданчику.

У промисловому зварюванні MIG/MAG обладнання FastMig M є популярною високотехнологічною альтернативою звичайному обладнанню. Система управління цього апарату забезпечує чудове запалювання дуги і відмінні зварювальні характеристики, тому ви можете зосередитися на процесі зварювання і витратити менше часу на видалення бризок розплавленого металу. Зовнішній вигляд зварювального напівавтомата представлений на рис. 4.5, а його технічні характеристик в табл. 4.5.



Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд напівавтомата FastMig M 520

Таблиця 4.5 – Технічні характеристики напівавтомата FastMig M 520

Параметр	Значення
Напруга мережі, В	380
Споживана потужність при максимальному навантаженні, кВт	27
Номінальний струм, А	520
Діаметр присадного дроту, мм	0,6 – 2,4
Габарити Д/Ш/В, мм	620 х 210 х 445

Для роботизованого зварювання поясних швів використовують робота FANUC M-16iB (рис. 4.6). FANUC M-16iB – шестиосьовий робот модульної структури з електричним сервоприводом, широко застосовується в промисловості. Завдяки своїй простій та надійній конструкції, контролер FANUC M-16iB R30iA забезпечує технологічне управління рухами робота, а також його безперервну високоефективну роботу. Технічні характеристики робота представлені в табл. 4.6.



Рисунок 4.6 – Зовнішній вигляд робота FANUC M-16iB

На роботі встановлено пальник ESAB Aristo RT (рис. 4.7) який розроблено для роботизованого зварювання. Особливості даного пальника: вбудований продувний порт може бути використаний для охолодження та/або чищення наконечника пальника; підходить для всіх типів роботів і моделей; переплетені газові сопла з додатковим затиском для кращої теплопередачі продовжують термін служби; оптимізований газовий потік сприяє отриманню стабільної зварювальної дуги.



Рисунок 4.7 – Зовнішній вигляд пальника ESAB Aristo RT для роботизованого зварювання

В якості джерела живлення для роботизованого зварювання використовують ESAB Origo Mig 4002c (рис. 4.8), який є надійним і потужним джерелом, призначеним для зварювання у важкому режимі експлуатації. Добре зарекомендувала себе технологія і розроблене ESAB програмне забезпечення гарантує апарату високу надійність. Технічні характеристики джерела живлення представлені в табл. 4.6.



Рисунок 4.8 – Зовнішній вигляд джерела живлення ESAB Origo Mig 4002c

В якості механізму подачі дроту при роботизованому зварюванні використовують ESAB Aristo RoboFeed 3004 w, це комплексна установка подачі, яка містить систему регулювання приводу і робочі функції продувки газом і поштовхової подачі дроту вперед-назад. Цифрове керування джерела живлення дозволяє проводити точне регулювання швидкості за допомогою цифрового енкодера на швидкостях від 0,8 м до 25 м / хв. Механізм подачі оснащений 4-я роликами з пазами на всіх роликах які забезпечують рівномірну подачу і низьке зношування приводу. Технічні характеристики механізму подачі ESAB Aristo RoboFeed 3004 w представлені в табл. 4.6.

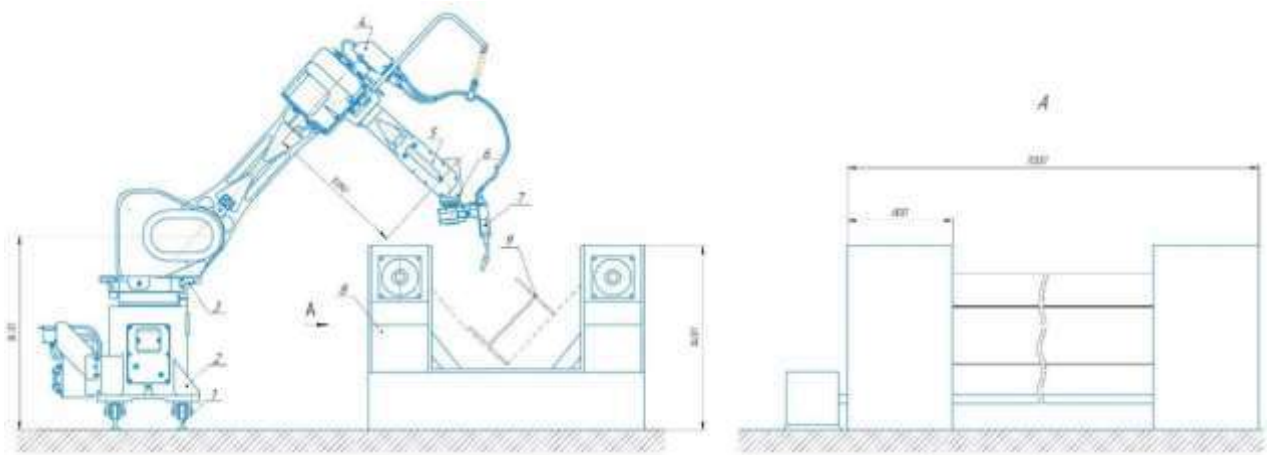
Таблиця 4.6 – Технічні характеристики роботизованого комплексу для зварювання поясних швів

Параметр	Значення
Робот FANUC M-16iB	
Максимальне навантаження на кисть, кг	20
Максимальний горизонтальний винос руки, мм	1667
Кількість осей, шт.	6
Повторюваність, мм	$\pm 0,08$
Середнє споживання енергії, кВт	2,5
Маса, кг	540
Джерело живлення ESAB Origo Mig 4002 c	
Діапазон регулювання струму, А	16 – 400
Напруга холостого ходу, В	62
Коефіцієнт потужності при макс. струмі	0,88
ККД, %	70
Маса, кг	149
Габарити Д/Ш/В, мм	800 x 640 x 835
Механізм подачі ESAB Aristo RoboFeed 3004 w	
Швидкість подачі дроту, м/хв	0,8 – 30
Діапазон діаметрів дроту, мм	0,8 – 1,6
Маса, кг	7,3

4.2 Компонування установки з уніфікованих вузлів

Зварювання поясних швів пролітної балки мостового крана виконують на роботизованій установці, що складається з шестиосевого робота FANUC M – 16iB і універсального ланцюгового кантувача (рис. 4.9).

Робот закріплений на підставці 2 і може обертатися навколо своєї осі на каруселі 3 та в процесі зварювання пересувається уздовж балки по рейкам 1, зварювальний пальник 7 кріпитися на кисті робота 6 яка знаходиться на кінці руки 5. На вершині робота встановлений механізм подачі 4 для подачі дроту. Завдяки шести незалежним сервоприводам встановлених на кожній із шести осей, кисть робота в процесі зварювання переміщається з високою точністю $\pm 0,08$ мм по всій довжині шва. Кожна вісь при русі займає необхідне положення для забезпечення точного руху по заданій траєкторії.



Умовні позначки:

1 – рейки; 2 – підставка; 3 – карусель; 4 – подаючий механізм; 5 – рука; 6 – кість;
7 – зварювальний пальник; 8 – ланцюговий кантувач; 9 – зварювальна балка.

Рисунок 4.9 – Роботизована установка для зварювання поясних швів

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

5.1 Опис ідеї проекту

Вантажно-розвантажувальні роботи на промислових підприємствах, великих складах, будівельних майданчиках неможливі без використання підйомних механізмів (кранів).

Аналітики компанії TechNavio прогнозують сукупний середньорічний темп зростання світового ринку кранів в середньому на 7,16 % на рік в період 2018 – 2023 р.

Одним з ключових факторів, що сприяють цьому зростанню ринку, є зростання числа проектних робіт і обсягів цивільного будівництва. Світовий ринок кранів так само свідчить і про появу нового покоління

вантажопідйомного обладнання. Однак зростання цін на дане обладнання може дещо змінити динаміку зростання ринку

Таблиця 5.1 – Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Роботизоване зварювання пролітної балки мостових кранів	Виробники кранів, важке машинобудування	Використання нової технології призводить до зниження собівартості покриття

В межах завдання було проаналізовано характеристику потенційного ринку, яку відображено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Головні конкуренти	Liebherr
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Швидко зростає
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Недостатня якість продукції
4	Специфічні вимоги до стандартизації та специфікації	Сертифікація відповідності мостових кранів

Після аналізу характеристики потенційного ринку можна побачити головних конкурентів, дати якісну оцінку розвитку динаміки ринку, а також вияснити які можуть бути обмеження чи вимоги до стандартизації.

Було побудовано карту стейкхолдерів, яка дає змогу візуалізувати картину взаємозв'язків стейкхолдерів. На рисунку 5.1 зображена карта стейкхолдерів.



Рисунок 5.1 – Карта стейкхолдерів

На карті стейкхолдерів відображено взаємодія стейкхолдерів. Залежні зацікавлені сторони формально ініціатору проекту не підлегли, проте тісні ділові стосунки потребують на пошук взаємовигідних рішень та компромісів. На периферії ж знаходяться зовнішні зацікавлені сторони. Це область стейкхолдерів опосередкованого впливу на успішність реалізації інноваційного проекту.

5.2 Організація виробництва продукції

5.2.1 Технічне нормування операцій

Для проектування ділянки складання і зварювання для даного технологічного процесу необхідно:

- пронормувати операції технологічного процесу;

- встановити готову виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання та виробничу площу ділянки;
- розрахувати чисельність персоналу.

Одним із найважливіших завдань організації виробництва є забезпечення найменшої тривалості виробничого процесу, тобто циклу виготовлення продукції.

При нормуванні заготівельних робіт, робіт зі зварювання потрібно брати до уваги серійний характер виробництва, який впливає на структуру норми часу.

Норми часу на процес виготовлення пролітної балки мостового крану представлені в табл. 5.3

Таблиця 5.3 – Технічне нормування операцій

№ Операції	Найменування операції	Норма штучного часу за старою технологією, н/год	Норма штучного часу за новою технологією, н/год
5	Підготовка кромки	0,66	0,66
10	Складання та прихвачування балки	0,85	0,85

15	Зварювання поясних швів	2,05	1,07
20	Правка грибоподібності	0,5	0,5
25	Контроль геометричних розмірів	0,25	0,25
30	Складання та прихвачування ребр жорсткості	0,9	0,9
35	Приварювання ребр жорсткості	0,53	0,53
40	Остаточний контроль якості	1,05	1,05
Всього		6,79	5,81

На основі визначених норм часу по виготовленню виробу встановлюємо річну виробничу програму виробів в натуральних одиницях та в нормо-годинах. Розрахунок виробничої програми дільниці наведений в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Виробнича програма виробу за рік

Найменування виробу	Норма часу на одиницю виробу, н/год	Виробнича програма	
		Одиниць	н/год
За базовою технологією	6,79	400	2716
За новою технологією	5,81	400	2324

5.2.2 Розрахунок кількості обладнання та площі дільниці

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою:

$$G_0 = \sum_{i=1}^m \frac{t_i \times N_i}{F_{до}}, \text{ одиниць} \quad (5.1)$$

де, G_0 – кількість обладнання за розрахунком, одиниць;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу i -тої операції, нормо-годин;

N_i – річна виробнича програма i -того виробу, одиниць;

$F_{до}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, годин;

Прийнята кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини $G_{ро}$. Коефіцієнт завантаження обладнання:

$$K_з = \frac{G_o}{G_{ро}} \quad (5.2)$$

На машинобудівних заводах найбільш поширеним є однозмінний режим роботи при п'ятиденному робочому тижні – 40 годин.

Тривалість робочої зміни – 8 годин.

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання при однозмінному режимі – 2080 годин.

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання визначається за формулою:

$$F_{до} = F_{ном} \times (1 - K_в), \text{ годин} \quad (5.3)$$

де, $K_в$ – коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання (0,07...0,1)

$$F_{до} = 2080 \times (1 - 0,1) = 1872 \text{ годин}$$

Для виконання технологічного процесу збирання та зварювання пролітної балки мостового крану необхідно наступне обладнання: напівавтомата FastMig M 520, робота FANUC M-16iB, випрямляч ESAB Origo Mig 4002c з подаючим механізмом ESAB Aristo RoboFeed 3004w, ланцюговий

кантувач, кондуктор для складання. Усі розрахунки по обладнанню наведені в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок обладнання, завантаження та потужності

Найменування обладнання та модель	Кількість обладнання		Коефіцієнт завантаження	Потужність двигунів кВт/год.	
	за розрахунком	прийнята		одиниці	усього
Напівавтомата FastMig M 520	0,49	1	0,49	27	27
Робота FANUC M-16iB	0,23	1	0,23	2,5	2,5
Випрямляч ESAB Origo Mig 4002c з подаючим механізмом ESAB Aristo RoboFeed 3004w	0,23	1	0,23	22	22
Ланцюговий кантувач	0,23	1	0,23	10	10
Кондуктор для складання	0,18	1	0,18	-	-
Усього	1,36	5	-	-	61,5

Низький коефіцієнт завантаження обладнання пояснюється тим що на дільниці зварювання також виготовляють інші види балок для мостових кранів.

Виробнича площа дільниці розраховується виходячи з кількості обладнання, робочих місць та питомої площі з додавання 20 % (проходи, проїзди та інше). Площа дільниці $12 \text{ м} \times 18 \text{ м} = 216 \text{ м}^2$.

5.2.3 Розрахунок чисельності персоналу дільниці

Чисельність основних виробничих робітників дільниці на нормованих роботах розраховується по операціям згідно з розрядами і професіями за формулою:

$$R_o = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \times N_i}{F_{\text{др}} \times K_{\text{в.н}}}, \text{ осіб} \quad (5.4)$$

де, R_o – чисельність основних виробничих робітників;

m – кількість видів робіт;

t_i – норма часу і-тої операції, нормо-годин;

N_i – річна виробнича програма і-го виробу, одиниці;

$F_{\text{др}}$ – дійсний річний фонд часу роботи одного робітника, годин;

$K_{\text{в.н}}$ – коефіцієнт виконання норм виробітку ($K_{\text{в.н}}=1,05$)

Дійсний річний фонд часу роботи робітника визначається за формулою:

$$F_{\text{др}} = F_{\text{ном}} \times (1 - h), \text{ год.} \quad (5.5)$$

$F_{\text{ном}}$ – береться для однозмінного режиму 2080 год.

h - плановий коефіцієнт невиходів робітників на роботу (0,12...0,15)

$$F_{\text{др}} = 2080 \times (1 - 0,12) = 1830,4 \text{ год.}$$

Чисельність допоміжних робітників по професіям розраховується за нормами обслуговування.

Чисельність керівників та спеціалістів дільниці розраховується за штатним розкладом.

Загальна чисельність персоналу дільниці наведена в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність, осіб	У тому разі за розрядом						У т.ч. за змінками	
		I	II	III	IV	V	VI	I	II
Робітники:									
Основні									
1. Слюсар	1				1			1	
2.Зварювальник напівавтоматичного дугового зварювання	1					1		1	
3. Зварювальник роботизованого зварювання	1					1		1	
Усього	3				1	2		3	
Допоміжні									
1. Контролер	1				1			1	
2. Наладчик	1				1			1	
Усього	2				2			2	
Керівники та спеціалісти									
1. Майстер	1							1	
2. Технолог	1							1	
Усього	2							2	
Разом	7							7	

5.3 Планування витрат на виробництво

В даному розділі необхідно запланувати матеріальні витрати, витрати на основні засоби, розрахувати фонд оплати праці персоналу, скласти калькуляцію собівартості продукції.

5.3.1 Матеріальні витрати

Вартість основних та допоміжних матеріалів розраховується на основі норм використання та цін. Крім того необхідно враховувати транспортно-заготівельні витрати (5 – 7 % від вартості матеріалів).

До основних матеріалів слід віднести металопрокат для заготовок, виготовлених на складально-зварювальній дільниці. На складально-зварювальну дільницю надходять купівельні комплектуючі вироби та напівфабрикати.

Розрахунок вартості купівельних комплектуючих та напівфабрикатів наведений в таблиці 5.7.

Для допоміжних матеріалів слід віднести ті матеріали, які споживаються для здійснення технологічних процесів, наприклад зварювальні та присадочні матеріали, газ для зварювання.

Розрахунок вартості допоміжних матеріалів наведений в таблиці 5.8.

Таблиця 5.7 – Розрахунок вартості купівельних комплектуючих виробів та напівфабрикатів

Найменування купівельних комплектуючих виробів та напівфабрикатів	Кількість у виробі, одиниць	Вартість за один., грн.	Річна кількість комплектуючих виробів та напівфабрикатів	Річна вартість комплектуючих з урахуванням транспортно- заготівельних витрат, тис.
---	-----------------------------------	----------------------------	---	---

				грн.
Верхня полка	1	3690	400	1549,8
Стінка	1	7100	400	2982
Ребро жорсткості	14	90	5600	529,2
Нижня полка	1	4550	400	1911
Похила пластина	2	570	800	478,8
Усього	-	-	-	7450,8

Таблиця 5.8 – Розрахунок вартості допоміжних матеріалів для зварювання

Найменування матеріалу, марка, ГОСТ, розмір	Норма витрат		Ціна за 1 кг матеріалу, грн.	Вартість на програму, тис. грн.
	На виріб	На програму		
Зварювальний дріт, ESAB OK Aristorod 12.50 ДСТУ ISO 14341-2012	11 кг	4400 кг	49	215,6
Захисний газ, 92 % Ar + 8 % CO ₂ , ДСТУ ISO 14175-2010	2160 л	864000 л	0,1	86,4
Усього	-	-	-	302

5.3.2 Вартість основних засобів

Вартість основних засобів передбачає такі розрахунки:

- вартість будівель визначається на основі розрахункової загальної площі (план ділянки) та вартості 1 м² будівель, 500 – 800 грн. за 1 м²;
- вартість споруд складає 5 % вартості будівель;

- вартість обладнання (приведена в табл. 5.9) з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу (від 10 % до 15 %);
- вартість цінних інструментів, приладів, інвентарів (від 3 % до 5 % балансової вартості обладнання);
- вартість транспортних засобів – 3 % балансової вартості обладнання.

Таблиця 5.9 – Розрахункова вартість обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн.	Кількість одиниць	Балансова вартість, грн.
Напівавтомата FastMig M 520	90200	1	99220
Робота FANUC M-16iB	540000	1	594000
Випрямляч ESAB Origo Mig 4002с з подаючим механізмом ESAB Aristo RoboFeed 3004w	156000	1	171600
Ланцюговий кантувач	110000	1	121000
Кондуктор для складання	210000	1	231000
Усього	1106200	5	1216820

Розрахунок вартості основних засобів, амортизаційних відрахувань, структури основних засобів наведено в табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – Вартість основних засобів

Найменування основних засобів	Балансова вартість, тис. грн.	Структура, %	Термін експлуатації, років	Амортизаційні відрахування, грн.
Будівлі	108	12,6	45	2400
Споруди	5,4	0,6	30	180
Обладнання	1216,82	80,3	20	60841

Транспортні засоби	36,5	2,4	15	2434
Цінні інструменти, прилади, інвентар	60,84	4,1	5	12169
Усього	1427,566	100	-	78024

5.3.3 Фонд оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується робітникам підприємства, утворює фонд оплати праці. Фонд заробітної плати розраховується за прийнятими формами та системами оплати праці. Оплата праці основних робітників здійснюється за відрядною формою оплати праці; допоміжних робітників – за погодинною; керівників та спеціалістів – за окладною формою оплати праці.

Плановані доплати і премії для робітників приймаємо в розмірі 50 % від тарифної заробітної плати. Премії з прибутку складають для робітників – 15 % до тарифної заробітної плати, для керівників і фахівців – 40 %.

Фонд основної заробітної плати основних робітників – відрядників розраховується за формулою:

$$Z_{\text{відр.}} = N \times \sum_{i=1}^B P_i \quad (5.6)$$

де, B – кількість операцій технологічного процесу;

P_i – розцінка на i -ту операцію, грн.;

N – річна виробнича програма виробів, одиниць.

Розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = C_i \times t_i \quad (5.7)$$

де, C_i – часова тарифна ставка i -того розряду, грн.;

t_i – норма часу на i -ту операцію, н-годин.

Розрахунок за операціями наведено в табл. 5.11 та табл. 5.12

Таблиця 5.11 – Розрахунок розцінки за операціями за базовою технологією

Найменування операції	Норма часу, н-годин	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Підготовка кромки	0,66	IV	50	33
Складання та прихвачування балки	0,85	V	65	55,25
Зварювання поясних швів	2,05	V	65	133,25
Правка грибоподібності	0,5	IV	50	25
Складання та прихвачування ребр жорсткості	0,9	V	65	58,5
Приварювання ребр жорсткості	0,53	V	65	34,45
Всього	5,49	-	-	339,45

Таблиця 5.12 – Розрахунок розцінки за операціями за новою технологією

Найменування операції	Норма часу, н-годин	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Підготовка кромки	0,66	IV	50	33
Складання та прихвачування балки	0,85	V	65	55,25

Зварювання поясних швів	1,07	V	65	69,55
Правка грибоподібності	0,5	IV	50	25
Складання та прихвачування ребр жорсткості	0,9	V	65	58,5
Приварювання ребр жорсткості	0,53	V	65	34,45
Всього	4,51	-	-	275,75

Тарифний фонд заробітної плати основних виробничих робітників за базовою технологією ($З_{\text{осн.б}}^{\text{тар.б}}$) і новою технологією ($З_{\text{осн.н}}^{\text{тар.н}}$) розраховується за формулою:

$$З_{\text{осн.б}}^{\text{тар.б}} = З_{\text{тар}} = N \times \sum_{i=1}^m P_i \quad (5.8)$$

$$З_{\text{осн.н}}^{\text{тар.н}} = З_{\text{тар}} = N \times \sum_{i=1}^m P_i \quad (5.9)$$

Фонд основної заробітної плати допоміжних робітників, які знаходяться на погодинній оплаті праці, розраховується за формулою:

$$З_{\text{погод.}} = C_1 \times K_{\text{тар.сер.}} \times F_{\text{др}} \times R_{\text{доп}} \quad (5.10)$$

де, C_1 – часова тарифна ставка 1-го розряду;

$R_{\text{доп}}$ – чисельність допоміжних робітників, осіб;

$K_{\text{тар.сер.}}$ – середній тарифний коефіцієнт

$$K_{\text{тар.сер.}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i \times R_{\text{доп.}i}}{R_{\text{доп}}} \quad (5.11)$$

де, m – кількість розрядів допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду;

$R_{\text{доп.}i}$ – кількість допоміжних робітників i -го розряду.

$$K_{\text{тар.сер.}} = \frac{1,5 \cdot 2}{2} = 1,5$$

$$З_{\text{погод.}} = 35 \cdot 1,5 \cdot 1830,4 \cdot 2 = 192192 \text{ грн.}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску розраховуються згідно діючого законодавства 22 %.

Річний фонд заробітної плати ІТР приведений в табл. 5.13.

Таблиця 5.13 – Розрахунок фондів заробітної плати ІТР

Посада	Чисельність, чол.	Місячний оклад, грн.	Річний фонд, грн.
1. Майстер	1	8000	96000
2. Технолог	1	6500	78000
Всього	2	-	174000

Фонд оплати праці наведено в табл. 5.14.

Таблиця 5.14 – Фонд оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність персоналу, осіб	Фонд заробітної плати, грн.			Премія з прибутку, грн.	Фонд оплати праці, грн.	Середня заробітна плата на місяць, грн.	Відрахування до єдиного соц. внеску, грн.
		Основна заробітна плата	Додаткова заробітна плата	Усього				
Основні виробничі робітники	3	110300	55150	165450	16545	181995	5055	40039
Допоміжні робітники	2	192192	96096	288288	28829	317117	13213	69766
Майстер	1	96000	48000	144000	38400	182400	15200	40128
Технолог	1	78000	39000	117000	31200	148200	12350	32604
Усього	7	476492	238246	714738	114974	829712	11455	182537

5.3.4 Собівартість виробу

Собівартість виробу визначається усіма витратами дільниці за наступними статтями прямих і непрямих витрат.

5.3.4.1 Прямі витрати

1. Основні та допоміжні матеріали – 302 тис. грн.
2. Купівельні комплектуючі вироби та напівфабрикати – 7450,8 тис. грн.
3. Основна заробітна плата основних робітників – 110300 грн.
4. Додаткова заробітна плата основних робітників – 55150 грн.
5. Відрахування до єдиного соціального внеску – 40039 грн.
6. Паливо та енергія на технологічні цілі – 278942 грн.

В статтю 6 має бути включено розрахунок вартості палива та енергії на здійснення технологічного процесу, виходячи із норм витрат та витрат за одиницю енергоносіїв.

Витрати на силову електроенергію знаходимо за формулою:

$$З = Sk \times W \quad (5.12)$$

де, $Sk = 2,68$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

W - річні витрати електроенергії яка споживається обладнанням

$$W = \sum P_d \times F_{до} \times \eta_s \quad (5.13)$$

де, $\sum P_d = 61,5$ кВт - сумарна потужність двигунів;

$F_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

$\eta_s = 0,8$ - коефіцієнт завантаження обладнання по потужності.

$$W = 61,5 \cdot 1872 \cdot 0,8 = 92102 \text{ кВт} \cdot \text{годин}$$

$$З = 2,68 \cdot 92102 = 246833 \text{ грн.}$$

5.3.4.2 Непрямі витрати

Непрямі витрати є комплексними і містять декілька статей витрат, кожна з яких в свою чергу розраховується за відповідними статтями.

Непрямі витрати вміщують наступні статті:

- загальновиробничі витрати;
- адміністративні витрати;
- витрати на збут.

Загальновиробничі витрати розраховуються за наступними статтями витрат.

1. Утримання та експлуатація обладнання, робочих місць.

Ця стаття є комплексною і охоплює такі витрати:

1. Утримання обладнання, робочих місць, будівель та споруд, інвентарю:

– вартість силової електроенергії розраховується за формулою:

$$E_s = C \times F_{до} \times W \times K_3 \times K_s \quad (5.14)$$

де, C – ціна 1 кВт електроенергії, грн

K_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

K_s – коефіцієнт попиту, який враховує витрати електроенергії в мережах 0,8.

$$E_s = 2,68 \cdot 1872 \cdot 61,5 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 197467 \text{ грн.}$$

– вартість освітлювальної енергії розраховується за формулою:

$$E_{os} = \frac{C \times q \times S \times F_{os}}{1000} \quad (5.15)$$

де, q – норма використання електричної енергії за 1 годину на 1 м² площі ($q = 20$ Вт);

S – площа ділянки, м²;

F_{os} – тривалість освітлення за рік, год (100 год. при однозмінній роботі ділянки)

$$E_{os} = \frac{2,68 \cdot 20 \cdot 216 \cdot 1000}{1000} = 11578 \text{ грн.}$$

– витрати на технічну воду для виробничих цілей та на побутові потреби, пара на опалення.

Витрати на воду для побутових потреб:

– на господарсько-питні – 1,46 л/чол. на годину

За рік на 7 робочих – $1,46 \cdot 7 \cdot 1830,4 = 18707$ л

– на душ – 40 л за зміну

Витрата води на душ за рік буде дорівнювати – $40 \cdot 260 \cdot 7 = 72800$ л

– на умивання – 5 л на одного працюючого за зміну

За рік на 7 робітників – $5 \cdot 260 \cdot 7 = 9100$ л

Всього споживається чистої питної води за рік – 100607 л

Вартість питної води за 1000 л – 16,72 грн.

Витрати на воду будуть дорівнювати – $16,72 \cdot 100,607 = 1682$ грн.

Витрати на пару для опалення розраховується за формулою:

$$Q_{\text{п}} = \frac{d_{\text{т}} \times T_o \times V \times \text{Ц}_{\text{п}}}{540 \times 1000} \quad (5.16)$$

де, $d_{\text{т}} = 14$ ккал/чол - питома витрата тепла на 1 м³ будівлі;

$T_o = 4320$ - кількість годин в опалювальний період;

$V = 1137,5$ м³ – об'єм приміщення;

$\text{Ц}_{\text{п}} = 300$ грн/т - вартість енергоносія за тонну.

$$Q_{\text{п}} = \frac{14 \cdot 4320 \cdot 1296 \cdot 300}{540 \cdot 1000} = 43545 \text{ грн.}$$

– витрати на допоміжні матеріали (змащувальні мастила, керосин, емульсія і т.п.), визначаються в розмірі 3 % від балансової вартості приміщення – 7628 грн.

2. Заробітна плата допоміжних робітників, керівників, спеціалістів та відрахування до єдиного соціального внеску – 790215 грн.

3. Поточний ремонт будівель, споруд, обладнання, транспортних засобів та цінного інструменту, приладів та інвентарю – 5 % від їх вартості – 71378 грн.

4. Амортизація основних засобів ділянки – 78024 грн.

5. Відтворення малоцінних та швидкозношуваних предметів – 50 % від їх вартості (вартість – 2 % вартості обладнання) – 12168 грн.

6. Витрати на проведення дослідів, раціоналізацію та винахідництво приймаються 100 грн. на рік на одного працівника – 700 грн.

7. Витрати на охорону праці складають 300 грн. на одного працівника на рік – 2100 грн.

8. Інші витрати складають 5 % від суми витрат попередніх статей – 60824 грн.

Складаємо кошторис загально виробничих витрат, який наведено в табл. 5.15.

Таблиця 5.15 – Кошторис загальновиробничих витрат

Найменування статей витрат	Сума, грн.
1. Утримання обладнання, робочих місць, будівель та споруд, інвентарю	261900
2. Заробітна плата допоміжних робітників, керівників, спеціалістів та відрахування до єдиного соціального внеску	790215
3. Поточний ремонт будівель, споруд, обладнання, транспортних засобів та цінного інструменту, приладів та інвентарю	71378
4. Амортизація основних засобів ділянки	78024
5. Відтворення малоцінних та швидкозношуваних предметів	12168
6. Витрати на проведення дослідів, раціоналізацію та винахідництво	700
7. Витрати на охорону праці	2100
8. Інші витрати	60824
Усього	1277309

Загально виробничі витрати розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників.

Розраховується процент загальновиробничих витрат за формулою:

$$\alpha = \frac{\Sigma \text{ЗВВ}}{\text{ЗПо}} \times 100 \quad (5.17)$$

де, ЗВВ – загальновиробничі витрати;

ЗПо – заробітна плата основних робітників.

$$\alpha = \frac{1277309}{181995} \cdot 100 = 702 \%$$

Розмір загальновиробничих витрат, що припадає на одиницю виробу розраховується за формулою:

$$ЗВВі = \frac{\alpha}{100} \times Зoi \quad (5.18)$$

де, $Зoi$ – основна заробітна плата на одиницю продукції, грн.

$$ЗВВі = \frac{702}{100} \cdot 275,75 = 1936 \text{ грн}$$

Адміністративні витрати – це витрати на управління, виробниче та господарське обслуговування на рівні підприємства як єдиної системи.

Сума адміністративних витрат визначається прямим розрахунком або укрупнено відповідним відсотком до основної заробітної плати виробничих робітників (від 150 % до 200 %).

Витрати на збут вміщують витрати пов'язані з утриманням складів готової продукції, витрати на упаковку, транспортування готової продукції і інші (2 % виробничої собівартості).

Собівартість виробничої програми та одиниці продукції розраховується на основі складання калькуляції собівартості продукції табл. 5.16.

Таблиця 5.16 – Калькуляція собівартості зварювальних робіт

Статті витрат	Витрати	
	всього витрат, грн.	на один., грн.
1. Основні та допоміжні матеріали	302000	755
2. Купівельні комплектуючі та напівфабрикати	7450800	18627
3. Основна заробітна плата основних робітників	110300	275,75
4. Додаткова заробітна плата основних робітників	55150	137,88
5. Відрахування до єдиного соціального внеску основних робітників	40039	100,1
6. Паливо та енергія на технологічні цілі	246833	617
7. Загальновиробничі витрати	1277309	3193,27
8. Собівартість виробнича	9482431	23706
9. Адміністративні витрати	363990	909,98
10 Витрати на збут	189649	474,12
11. Собівартість повна	10036070	25090

В разі, якщо вироби будуть реалізовані за межі підприємства, необхідно розрахувати ціну продажу:

$$C_{\text{пр}} = C_i + П + \text{ПДВ} \quad (5.19)$$

де, C_i – повна собівартість одиниці продукції, грн.;

$П$ – прибуток, грн (норматив рентабельності 25 %);

ПДВ – податок на додану вартість (20 %).

$$C_{\text{пр}} = 25090 + 6273 + 5018 = 36381 \text{ грн.}$$

5.4 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

Порівняльна економічна ефективність полягає у визначенні найбільш економічного варіанта рішення господарської задачі. Показниками порівняльної економічної ефективності є: сума приведених витрат, сума ефекту за розрахунковий рік.

Показник приведених витрат:

$$З = Ci + E_n \times Ki \quad (5.20)$$

Показник приведених витрат за проектною технологією:

$$З_2 = 10036070 + 0,15 \cdot 1427566 = 10250205 \text{ грн.}$$

Показник приведених витрат за базовою технологією:

$$З_1 = 10168572 + 0,15 \cdot 1427566 = 10382707 \text{ грн.}$$

де, Ci – поточні витрати (повна собівартість) за i -тим проектом, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

Ki – капітальні вкладення за i -тим проектом, грн.

Економічний ефект за розрахунковий рік:

$$E = З_1 - З_2 \quad (5.21)$$

$$E = 10382707 - 10250205 = 132502 \text{ грн.}$$

5.4.1 Ефективність та результативність

Оцінку ефективності та результативності діяльності можна здійснити за показниками:

1. Річний випуск виробів
 - в натуральному вимірі, одиниць;
 - за трудомісткістю, нормо-годин;
 - в грошовому виміру, грн.;
2. Виробнича площа ділянки, м²;
3. Вартість основних засобів, грн.;
4. Спискова чисельність персоналу усього, осіб
в тому числі:
 - основні робітники
 - допоміжні робітники
 - керівники і спеціалісти
5. Фонд оплати праці, грн.;
6. Середня заробітна плата на місяць, грн.;
7. Продуктивність праці одного працівника, грн./осіб

$$ПП = \frac{C_n}{R} = \frac{10036070}{7} = 1433724 \text{ грн./осіб} \quad (5.22)$$

де, C_n – повна собівартість виробів за рік, грн.;

R – чисельність персоналу, осіб;

8. Фондовіддача, грн./грн.

$$f = \frac{C_n}{\Phi_{\text{осн}}} = \frac{10036070}{1428194} = 7,03 \text{ грн./грн.} \quad (5.23)$$

де, $\Phi_{\text{осн}}$ – основний капітал, грн.;

9. Коефіцієнт завантаження обладнання ділянки;

10. Фондомісткість, грн./грн.

$$f' = \frac{\Phi_{\text{осн}}}{C_n} = \frac{1428194}{10036070} = 0,14 \text{ грн./грн.} \quad (5.24)$$

11. Собівартість одиниці продукції, грн.;

12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.;

Розрахунок показників ефективності та результативності наведений в табл. 5.17.

Таблиця 5.17 – Показники ефективності та результативності

Найменування показника	Значення показника
1. Річний випуск виробів:	
- в натуральному вимірі, одиниць	400
- за трудомісткістю, нормо-годин	2324
- в грошовому виміру, грн.	1549929
2. Виробнича площа ділянки, м ²	216
3. Вартість основних засобів, грн.	1428194
4. Спискова чисельність персоналу усього, осіб:	
- основні робітники	3
-допоміжні робітники	2
- керівники і спеціалісти	2
5. Фонд оплати праці, грн.	829712
6. Середня заробітна плата на місяць, грн.	11455
7. Продуктивність праці одного працівника, грн./осіб	221418

Продовження таблиці 5.17

8. Фондовіддача	1,09
9. Коефіцієнт завантаження обладнання ділянки	0,68
10. Фондомісткість	0,92
11. Собівартість одиниці продукції, грн.	3874,82
12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.	228723

Отриманий економічний ефект у розмірі 132502 грн. показує, що технологія зварювання пролітної балки, запропонована в даному дипломному проекті економічно ефективна. Рекомендовано використовувати дану технологію у виробництві.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі розглянуті основні заходи з охорони праці при розробці технологічного процесу виготовлення пролітної балки мостового крана методом зварювання у середовищі захисних газів.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Небезпека у виконанні обов'язків роботодавців, які зазначені в НПАОП 0,00 – 7.11 – 12, загальні вимоги стосовно забезпечують роботу трудовим охорони праці працівників, в частині на проведення навчання і перевірки знань;

б) можливість ураження електричним струмом. Головними причинами ураження можуть бути невиконання правил електробезпеки, невикористання індивідуальних засобів захисту, відсутність захисного заземлення, частково оголені проводи, відкриті скрутки, пробій ізоляції, що може призвести до електричних травм або летальних наслідків;

в) можливість отримання механічних травм, що може бути пов'язанно з невикористання або невідповідністю індивідуальних засобів захисту, зокрема: спеціального одягу, спеціального взуття, спеціальних рукавиць, що може призвести до травмування нижніх кінцівок при падінні заготовок або деталей, порізів гострими кромками;

г) раптове руйнування судин для зберігання робочих газів під тиском. Основними причинами можуть бути: використання балонів з терміном придатності, який скінчився; порушення правил зберігання балонів; порушення правил переміщення балонів; порушення правил експлуатації судин під тиском, що може призвести до масштабних руйнувань виробничих приміщень, тяжких травм та летальних наслідків;

д) небезпеки які пов'язані з визначенням хімічного складу зварювального дроту методом спектрального аналізу;

е) можливість отримання термічних опіків внаслідок випадкового торкання нагрітих поверхонь обладнання, деталей або заготовок, порушення правил з техніки безпеки або не використання індивідуальних засобів захисту;

є) небезпеки які пов'язані з ультразвуковим контролем в якості зварних з'єднань;

ж) незадовільні параметри повітряного середовища в приміщенні лабораторії та на зварювальній дільниці, причинами яких є неефективна система опалення та повітрообміну, що призводить до зниження комфортності праці та виникнення загальних захворювань;

з) незадовільне освітлення робочого простору, що може бути пов'язано з виходом з ладу освітлювальних приладів або надмірної їх забрудненості. Це може призвести до погіршення зору, погіршення здатності розрізняти об'єкти, і як наслідок до травмування;

и) можливість загорянь причинами яких є порушення правил пожежної безпеки, виток горючих робочих газів, коротке замикання, що може призвести до пожеж;

к) неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є непідготовленість персоналу до дій в умовах НС, низька ефективність управління в цих умовах, що може призвести до тяжких травм або летального наслідку;

6.2 Заходи забезпечення безпеки

а) основним нормативним актом, що встановлює порядок та види навчання, а також форми перевірки знань з охорони праці є «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці – НПАОП 0.00 – 4.12 – 05 (Наказ Державного комітету України по контролю за охороною праці від 26.01.2005 №15). Цей нормативний документ спрямований на реалізацію в Україні системи безперервного навчання з питань охорони праці, яка проводиться з працівниками в процесі трудової діяльності.

Всі працівники, що приймаються на роботу, а також в період роботи проходять на підприємстві навчання, інструктажі з питань: охорони праці; надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків; правила поведінки при виникненні аварій.

На роботах з підвищеною небезпекою відповідно до НПАОП 0.00 – 2.24–05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою» або у разі необхідності професійного відбору, працівники проходять попереднє спеціальне навчання (не менше 30 навчальних годин) і перевірку знань з питань ОП не рідше одного разу на рік.

Інші посадові особи і фахівці, при прийомі на роботу, а також періодично один раз на три роки, проходять навчання (не менше 20 навчальних годин), і перевірку знань питань ОП.

Всі зварювальники на підприємстві підлягають атестації згідно «НПАОП 0.00 – 1.16 – 96 Правила атестації зварників».

Атестація зварників поділяється на первинну, додаткову, періодичну і позачергову. До первинної атестації допускаються зварники, не молодша за 18 років, яка раніше не проходили перевірку на допуск до зварювання об'єктів та обладнання, мають документ про присвоєння кваліфікації зварника і виробничий стаж виконання зварювальних робіт за присвоєною кваліфікацією не менше 6 місяців, а також пройшли спеціальну теоретичну і практичну

підготовку за програмами, складеними окремо для кожного виду робіт і для кожного способу зварювання з урахуванням специфіки зварювальних робіт, за якими зварник підлягає атестації.

Додаткова атестація зварників, що пройшли первинну атестацію, проводиться перед допуском до виконання зварювальних робіт не зазначених в їхніх посвідченнях, а також після перерви у виконанні відповідних зварювальних робіт понад 6 місяців.

Періодичну атестацію проходять усі зварники з метою підтвердження рівня їхньої професійної кваліфікації і продовження терміну дії посвідчення на допуск до виконання відповідних зварювальних робіт.

Термін періодичної атестації - не рідше одного разу на 2 роки.

Позачергову атестацію проходять зварники перед допуском до виконання зварювальних робіт після тимчасового усунення від роботи за незадовільну якість робіт і порушення технології зварювання.

б) для попередження ураження електричним струмом необхідно здійснювати наступні заходи захисту:

Організаційні заходи: до виконання робіт допускаються особи віком не молодше 18 років, що пройшли навчання та перевірку знань з електробезпеки згідно ДНАОП 1.1.10 – 1.01 - 2000 «Правила безпечної експлуатації електроустановок – споживачів» та отримали допуск з електробезпеки відповідної групи.

Для кожного електроспоживного обладнання повинні бути складені експлуатаційні схеми нормальної і аварійної роботи.

Технічні заходи: Всі не ізольовані струмопровідні елементи електрообладнання повинні бути надійно огорожені суцільними огороженнями, зняття або відкриття можливе тільки за допомогою спеціальних пристроїв.

Розташування струмоведучих частин на недоступній висоті. Висота розташування визначається значенням напруги: при напрузі до 1000 В – не менше 3,5 м, при напрузі більше 1000 В – не менше 6 м. Зварювальні проводи

мають бути гнучкими з гнучкою та міцною ізоляцією, довжина дроту до електродотримача ≤ 3 м.

Захисне заземлення або занулення. Принцип дії захисного заземлення або занулення полягає у зниженні до безпечних значень напруги дотику, яка обумовлена замиканням на корпус. Електрообладнання необхідно заземлювати або занулювати у відповідності з ПУЕ – 2015 «Правила улаштування електроустановок». Огороджувальні пристрої та інші металеві неструмоведучі частини повинні бути заземлені.

При роботах, що пов'язані з можливістю ураження електричним струмом необхідно використовувати індивідуальні засоби захисту: сухі брезентові рукавиці, роба, взуття.

Використовувати на робочих місцях при зварюванні діелектричні килимки згідно ГОСТ 4997 – 75 «Килими діелектричні гумові. Технічні умови», ізолюючі підставки і інші електрозахистні засоби, що забезпечують електробезпеку. Для попередження працівників про можливість ураження електричним струмом на ділянках зварювання повинні бути вивішені попереджувальні написи, плакати та знаки безпеки.

Загальні технічні умови» в відповідності з НПАОП 40.1 – 1.01.97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок». Для виключення можливості враження електричним струмом, передбачено проведення навчання з електробезпеки, атестації на відповідну групу електробезпеки та отриманням посвідчення встановленого зразку, відповідно НПАОП 0.00.4.12 – 05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», проводити періодичний контроль ізоляції не рідше одного разу на рік виміром її активного опору при випробуванні підвищеною напругою протягом 1 хвилини.

Перед початком роботи перевірити наявність і справність: огорожень і запобіжних пристроїв, струмоведучих частин електричної апаратури (пускатів, трансформаторів, кнопок і інших), заземлювальних пристроїв, захисних

блокувань. При виявленні несправностей до роботи не приступати, про несправності повідомити своєму безпосередньому керівнику.

в) для виключення механічного травмування передбачається ряд заходів: наявність знаків безпеки; проведення навчання і перевірки знань з охорони праці; забезпечення працівників спеціальним одягом і спеціальними засобами індивідуального захисту.

Робітники зварювальних ділянок повинні забезпечуватись захисним спецодягом та індивідуальними захисними засобами згідно ГОСТ 12.4.103 – 83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация», брезентові захисні костюми згідно ГОСТ 12.4.221 – 2002 «ССБТ Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования», рукавиці брезентові згідно ГОСТ 12.4.010 – 75 «ССБТ Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия», спеціальне взуття (ботинки, напівсапоги) із захисними носками згідно ДСТУ 10998-74 «ССБП Взуття спеціальне шкіряне для захисту від механічних пошкоджень», спеціальні окуляри захисні - ГОСТ 12.4.038 – 83.

Перед початком роботи необхідно: оглянути робоче місце, привести його в порядок, звільнити проходи і не захащувати їх, оглянути, привести в порядок і надіти засоби індивідуального захисту, переконатися в тому, що підлога суха;

г) для попередження руйнування судин під тиском слід виконувати наступні вимоги ДНАОП 0.00 – 1.07 – 94 «Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском»:

Недопуск балонів без відповідного маркування або з нечітким маркуванням: на верхній сферичній частині горловини марковані: номер, ємність балону, робочий та випробувальний тиск, дата випробування та дата наступного випробування, наявність паперового сертифікату. Важливим є забарвлення балонів;

Балони повинні зберігатися в спеціальних приміщеннях, які є легкоруйнуючимися. Допускаються зберігання балонів під навісом. Зберігання в одному приміщенні кисневих та ацетиленових балонів неприпустимо;

Зберігання в вертикальному положенні на спеціальних пристосуваннях з кріпленням хомутами;

Переміщення балонів допускається тільки в спеціальних візках. При транспортуванні наявність запобіжного ковпака є обов'язковою;

Експлуатація балонів потребує певного часу витримки в умовах ділянки для вирівнювання температури;

Для з'єднання вентиля балона з технологічним обладнанням використовують гнучкі шланги. З'єднання виконуються обмідненим гайковим ключем для уникнення іскроутворення. Особливу увагу слід приділяти усуненню жирових та масляних забруднень. Перед комутацією слід продути вентиль, відкривши його на $\frac{1}{4}$ оберту;

Відстань від будь-якого джерела тепловипромінення ≥ 5 м. Відкриття вентиля має бути плавним. Тиск на манометрі редуктора не має перевищувати технологічний. Протікання газу неприпустиме (перевірити пробою на омилування);

Випрацьовувати повністю газ не можна (залишковий тиск має складати 1...2 атм). Для виключення надмірного підвищення тиску внаслідок надмірного нагріву балонів (40 °C) необхідно передбачати спреєрне охолодження.

При зварюванні в середовищі захисних газів можна застосовувати тільки редуктори згідно ГОСТ Р 54791 – 2011 «Обладнання для газового зварювання, різання та споріднених процесів» з справними манометрами.

При експлуатації редуктора можуть виникнути наступні несправності:

Самоплив – поступання газу при закритому вентилі, – такий редуктор має бути заміненим;

Замерзання редуктора – відігрівання відкритим полум'ям заборонено, лиш гарячою водою;

Спрацьовуваність різьби на штуцерній або відкидній гайці – потребує негайної заміни.

д) для захисту від впливу ультрафіолетового опромінення передбачено використання щитків зі світوفільтрами ГОСТ 12.4.035 – 78 «ССБТ Щитки защитные лицевые для электросварщиков. Технические условия», захисних окулярів типу ГС – 3, ГС – 7, ГС – 12 або встановлення світوفільтрів в камері наплавлення;

е) для виключення термічних опіків передбачено використання індивідуальних захисних засобів, зокрема, рукавиці брезентові – ГОСТ 12.4.010 – 75 ССБТ «Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия»;

є) виключенню шкідливого впливу ультразвуку на організм дефектоскопіста сприяє: робота на справних дефектоскопах; розміщення устаткування в окремих приміщеннях; проектування системи блокування, що відключає генератор джерела ультразвуку при порушенні звукоізоляції; застосування дистанційного керування; застосування індивідуальних засобів захисту у виді протишумних навушників із вкладишем, що відбиває, чи протишумних касок.

Не приступати до роботи, якщо звуковий тиск в навушниках телефону перевищує 60 – 65 дБ на частоті 4 кГц при тривалості впливу не більш 8 годин. Контроль рівня звукового тиску проводити на робочому місці не рідше одного разу на рік у нормованому частотному діапазоні з верхньою граничною частотою, яка була чи дорівнює робочій частоті дефектоскопів; виміру рівня звукового тиску робити в робочій позі дефектоскопіста на відстані 5 см від його вуха при характеристиці вимірювального приладу «ШВИДКО».

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

ж) для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища на ділянці для зварювання передбачено влаштування загально обмінної механічної вентиляції згідно ДСТУ 12.4.021 – 75 «Система стандартів безпеки труда. Системы вентиляционные. Общие требования», а також пристрої системи водяного або парового опалення згідно СНиП 2.04.05 – 91 «Строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование», враховувалися вимоги згідно ГОСТ 12.1.005 – 88 «Система стандартів безпеки труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» і СН 245 – 71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий», що забезпечує оптимальні параметри, які вказані в таблиці 6.1.

Таблица 6.1 – Метеорологічні умови в приміщенні ділянки

Період року	Температура, С °	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	18-22	40-60	0,1-0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1-0,4

Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях приведені в таблиці 6.2.

Таблица 6.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони у виробничих приміщеннях.

Молібден, мг/м ³	Окис вуглецю, мг/м ³	Окис заліза, мг/м ³	Хромовий ангідрид, мг/м ³
2	20	4	0,01

Для зменшення концентрації шкідливих речовин на робочих місцях до гранично допустимих, застосовані місцеві витяжні панелі і фільтровитяжні агрегати, витяжні шафи та ін., згідно СНиП 2.04.05 – 91 «Строительные нормы. Отопление, вентиляция и кондиционирование».

Для визначення необхідного повітрообміну у виробничому приміщенні при загальнообмінній вентиляції необхідно провести розрахунок з урахуванням трьох аспектів:

- кількості працівників у приміщенні;
- величини надлишкової теплоти, яка виділяється у приміщенні;
- наявності виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони.

Розрахунок необхідного повітрообміну в залежності від кількості працівників у приміщенні:

$$L_1 = l \times n = 40 \cdot 10 = 400 \quad (6.1)$$

де, l – мінімальна подача повітря на одного працівника відповідно до санітарних норм (при вільному об'ємі приміщення, що припадає на одного, до 20 м^3 – $l = 30 \text{ м}^3/\text{год}$, при вільному об'ємі приміщення більше 40 м^3 на одного працівника допускається неорганізована природна вентиляція).

n – кількість працівників у приміщенні.

Розрахунок повітрообміну за умови виділення надлишкової теплоти:

$$L_v = \frac{Q \times 3600}{C \times \rho \times (t_{\text{вид}} - t_{\text{пр}})} = \frac{12 \cdot 3600}{1 \cdot 1,2 \cdot (33,1 - (-8))} = 875,9 \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.2)$$

де, Q – надлишок теплоти в виробничому приміщенні, кВт;

C – масова теплоємність припливного повітря, що дорівнює $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

ρ – густина припливного повітря, що дорівнює $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$;

$t_{\text{вид}}$ – температура видаляемого з приміщення повітря, $^\circ\text{C}$;

$t_{\text{пр}}$ – температура припливного (зовнішнього) повітря, °С.

Температуру видаляемого з приміщення повітря знаходять за виразом:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{норм}} + \Delta t \times (H_{\text{ц}} - 2) = 25 + 1,5 \cdot (7,4 - 2) = 33,1 \text{ °С} \quad (6.3)$$

де, $t_{\text{норм}}$ – нормована (оптимальна) температура в приміщенні;

Δt – градієнт температури, що приймається для виробничих приміщень рівним 1,5 град/м;

$H_{\text{ц}}$ – відстань від підлоги до центра витяжних проїомів, м.

$$H_{\text{ц}} = H - 1 = 8,4 - 1 = 7,4 \text{ м} \quad (6.4)$$

де, H – висота приміщення, м.

Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин (газів, парів, пилу), що надходять у робочу зону, з метою розбавлення їх до гранично допустимих концентрацій:

$$L_3 = \frac{G \times 3600}{q_{\text{ГДК}} - q_{\text{пр}}} = \frac{30 \cdot 3600}{20 - 6} = 7714,3 \text{ м}^3/\text{год} \quad (6.5)$$

де, G – кількість шкідливих речовин, що виділяються у виробничому приміщенні,

мг/с;

$q_{\text{ГДК}}$ – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в приміщенні, мг/м³;

$q_{\text{пр}}$ – концентрація шкідливих речовин у припливному повітрі, що подається в приміщення. При розрахунку приймати:

$$q_{\text{пр}} = 0,3 \times q_{\text{ГДК}} = 0,3 \cdot 20 = 6 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \quad (6.6)$$

Для забезпечення встановлених норм мікрокліматичних параметрів і чистоти повітря в дослідницькій лабораторії використовується кондиціонер. У приміщенні повинен забезпечуватися приплив свіжого повітря, кількість якого становить від 50 м³ до 60 м³ на одну людину.

Для забезпечення цих умов передбачено піддавати повітря яке подається в лабораторію двоступеневому очищенню в системі кондиціонування.

Для попереднього очищення використовуються фільтри другого і третього класів (типу ФСВУ, ФППУ), а для остаточної очистки – фільтри тонкого очищення першого і другого класів (типу ФПП, ФЯП).

з) Для забезпечення достатнього освітлення передбачено проектування та застосування бокового та верхнього природного, штучного рівномірного освітлення згідно ДБН В.2.5 – 28 – 2006 «Природне і штучне освітлення».

Приміщення лабораторії повинне мати природне і штучне освітлення. Штучне освітлення може бути як загальне, так і комбіноване. Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення документів має бути 300 – 500 лк. Для підсвічування документів допускається застосування світильників місцевого освітлення. Робочі місця слід розміщувати таким чином, щоб монітор комп'ютера був орієнтований бічною стороною до світлових прорізів, а природне світло падало переважно ліворуч.

Блесткость усувається раціональним розміщенням робочих місць і вибором відповідного світильника. Світильники місцевого освітлення повинні мати непрозорий відбивач із захисним кутом не менше 40°.

Необхідно регулювати положення світильника так, щоб на екрані монітора не виникало відблисків. Періодично слід регулювати яскравість екрану, при необхідності перевіряючи її спеціальним приладом (яркоміром). Рівень штучного освітлення слід регулярно перевіряти з допомогою люксометра.

Згідно СНиП 11 – 4 – 79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования» проектування природного і штучного освітлення

здійснюється з урахуванням особливості технологій і габаритів дільниці. У виробничих одноповерхових приміщеннях з висотою 6 м освітлення – верхнє природне, штучне освітлення – система загального освітлення, при цьому світильники вбудовані в стелю.

Рівні освітлення, встановлені відповідно до діючих нормативних документів і становлять 150 лк, для забезпечення загального освітлення і для освітлення підсобних приміщень згідно СНиП 11 – 4 –79 «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». Для освітлення дільниці для наплавлення використовуємо люмінесцентні лампи, які, незважаючи на свої недоліки, мають ряд переваг:

- а) значна світловіддача (в 5-7 разів більше ламп розжарювання);
- б) великий термін служби (6-14 тисяч годин);

Рекомендовано використовувати лампи типу ДРЛ потужністю 250 Вт – з розрахунку 1 лампа на 5 – 6 м² виробничої площі.

6.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

6.4.1 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки

Заходи з пожежної безпеки Заходи з пожежної безпеки визначаються відповідно до вимог НАПБ А.01.001 –2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». Категорію виробництва за пожежною небезпекою (А, Б, В, Г, Д) споруд (приміщень) цеху (ділянки, підстанції) визначають на основі аналізу речовин і матеріалів, що використовуються у виробництві, відповідно до вимог ДСТУ Б В. 1.1 – 36 : 2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» і СНиП 2.09.02 – 85* «Производственные здания». Відповідно до категорії виробництва з пожежної небезпеки та вимогами ДБН В. 1.1 – 7 : 2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», визначають ступінь вогнестійкості

приміщення цеху (дільниці, підстанції). Шляхи евакуації працівників на випадок пожежі (переходи, евакуаційні виходи) передбачають згідно вимог ДБН В.1.1 – 7 : 2016 «Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги».

58 Максимальну відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу визначають згідно п. 2.29 (табл. 2) СНиП 2.09.02 –85* «Производственные здания». Відповідність обладнання, силових і освітлювальних мереж вимогам пожежної безпеки в першу чергу залежить від відповідності ступеня захисту їх оболонок (ІР) класу пожежанебезпечної зони (П-I, П-II, П-IIa и П-III) визначених згідно НПАОП 40.1 – 1.32 – 01 «Правила будови електроустановок.

Електрообладнання спеціальних установок». Засоби виявлення займань та пожеж передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5 – 56:2014 «Системи протипожежного захисту». В даний час можуть використовуватися: - охоронно-пожежна сигналізація (ОПС) неадресного типу; - порогова охоронно-пожежна сигналізація; - адресно-порогова охоронно-пожежна сигналізація. Наприклад. Для побудови неадресної пожежної сигналізації в інтегрованій системі охорони «Оріон» можна застосувати наступні приймальноконтрольні прилади з контролем радіальних шлейфів сигналізації: - «Сигнал-20П»; - «Сигнал-20М»; - «Сигнал-10»; – «С2000 – 4». Всі прилади, за винятком «Сигнал – 20П», можуть працювати в автономному режимі. Для організації пожежної сигналізації, зазвичай в системі застосовується мережевий контролер – пульт «С2000М» (або «С2000»). Пульт може виконувати функції відображення подій, що відбуваються в системі, управління реле. Залежно від типу підключених пожежних сповісвачів, при програмуванні конфігурацій приладів шлейфам може бути присвоєно один з типів: - пожежний димовий з розпізнаванням подвійного спрацювання; - пожежний комбінований однопороговий; - пожежний тепловий двохпороговий.

59 Охоронно-пожежна сигналізація неадресного типу – «PERCoPU01» влаштована на неадресних (порогових) датчиках. Обладнання розраховане на цілодобову роботу і відповідає необхідним вимогам пожежної безпеки.

До складу системи ОПС входить панель PERCo – PU01 1-01, блок управління і індикації PERCo – AU02 1 – 01 та програмне забезпечення PERCo-S – 20. Панель PERCo-PU01 1 – 01 системи ОПС призначена для прийому сповіщень від шлейфів сигналізації з пожежними та охоронними сповіщувачами або інших приладів, перетворення сигналів, видачі сповіщень про пожежу і/або проникненні з включенням оповіщення та інших виконавчих пристроїв і передачі сповіщень на пульт централізованого спостереження. Система ОПС на неадресних (порогових) сповіщувачах PERCoPU01 дозволяє: – контролювати стан пожежних, охоронних шлейфів сигналізації; – видавати повідомлення про пожежу та/або проникненні на блоці індикації; – включати систему оповіщення та інші виконавчі пристрої комплексної системи безпеки; – передавати повідомлення на Пульт централізованого спостереження, якщо він передбачений проектом. Разом із системою ОПС можуть працювати такі види охоронних датчиків, як: – інфрачервоні, що реагують на рух; – магнітоконтатні, що реагують на розмикання дверей; – акустичні, що реагують на розбивання скла. Порогова охоронно – пожежна сигналізація – «PERCo-PU01» може працювати як автономно, так і в складі комплексної системи безпеки PERCo – S – 20 спільно з відеоспостереженням, контролем доступу і системою підвищення ефективності управління. Істотно розширюються можливості по управлінню обладнанням і обробці інформації, що надходить при наявності модулів «Моніторинг» або «Центральний пост» на моніторі охоронця автоматично видається інформація про пожежу із зазначенням місця його виникнення на графічному плані підприємства.

В охоронюваних приміщеннях встановлюються порогові пожежні або охоронні сповіщувачі, які об'єднуються в шлейфи сигналізації і підключаються до панелі PERCo – PU01 1 – 01. Для побудови адресно-порогової пожежної сигналізації «Оріон» 60 застосовуються: – приймально-контрольний прилад «Сигнал-10» з адреснопороговим режимом шлейфів сигналізації; – димовий оптико-електронний пороговий-адресний сповіщувач «ДІП-34ПА»; – тепловий максимально-диференційний порогового-адресний сповіщувач «С2000-ІІ-ПА»;

– ручний порогового-адресний сповіщувач «ІПР 513-3ПА». Адресно-порогова ПС з використанням приладу – «Сигнал-10». При підключенні зазначених сповіщувачів в один адресно-пороговий шлейф «Сигнал-10», може підключатися до 10 адресних сповіщувачів, кожен з яких здатний повідомляти за запитом приладу свій поточний стан. Прилад здійснює періодичне опитування адресних сповіщувачів, забезпечуючи контроль їх працездатності та ідентифікації несправного сповіщувача або такого, що викликає сумнів. «Сигнал-10» сприймає такі типи повідомлень від адресних сповіщувачів: «Норма», «Запильний, потрібне обслуговування», «Несправність», «Пожежа», «Ручна пожежа», «Тест», «Відключення». Кожен адресний сповіщувач розглядається як додаткова адресна зона приладу. При роботі приладу спільно з мережевим контролером кожен адресу зону можна зняти з охорони і взяти на охорону. При взятті на охорону або зняття з охорони порогового-адресного шлейфу автоматично знімаються або беруться ті адресні зони, які належать шлейфу.

При цьому адресні зони, які не мають прив'язки до шлейфу, при взятті або зняття порогового-адресного шлейфу не змінюють свого стану. Системи пожежного водопостачання, автоматичного пожежогасіння та первинні засоби пожежогасіння передбачаються з урахуванням особливостей пожежної небезпеки кожного виробництва. Системи пожежного водопостачання передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5 – 64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво», ДБН В.2.5 – 74 : 2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди» і ДБН В.2.5 – 75:2013 «Каналізація зовнішні мережі та споруди». Системи автоматичного пожежогасіння передбачаються згідно вимог ДБН В.2.5 – 56 : 2014 «Системи протипожежного захисту». Первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники різних видів) б1 передбачаються згідно вимог «Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників», зареєстрованих МЮ України 23.02.2018 г. за № 225/31677, в залежності від площі приміщення і класу пожежі (найбільш ймовірного).

6.4.2 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Одним з основних заходів у сфері захисту населення і територій від НС техногенного та природного характеру є проведення евакуаційних заходів.

Постановою КМ України № 1432 від 26.10. 2001 року затверджено Положення про порядок проведення евакуації населення у разі загрози або виникнення НС природного та техногенного характеру.

Евакуація – комплекс заходів щодо організованого вивезення (виведення) населення з районів (місць) зон можливого впливу наслідків НС і розміщення його у безпечних районів (місцях) у разі виникнення безпосередньої загрози життю та заподіяння шкоди здоров'ю людей.

Залежно від обстановки, яка склалася на час НС техногенного та природного характеру, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна евакуація – комплекс заходів, що здійснюється для всіх категорій населення в окремих регіонах держави у разі виникнення НС техногенного та природного характеру. Вона проводиться шляхом вивезення основної частини населення з міст і небезпечних районів усіма видами наявних транспортних засобів на відповідній адміністративній території та виведення найбільш витривалої його частини пішки.

Часткова евакуація – комплекс заходів, що здійснюється для захисту окремих категорій населення у разі виникнення НС техногенного та природного характеру. Вона проводиться завчасно для визначених категорій: студентів, учнів, вихованців дитячих будинків разом з викладачами, пенсіонерів та інвалідів, з обслуговуючим персоналом і членами їх сімей, а також хворих разом з лікувальними закладами і їх персоналом. Вона проводиться з використанням транспортних засобів за графіком.

Залежно від масштабів і особливостей надзвичайних ситуацій рішення про проведення евакуації населення приймають:

- на загальнодержавному рівні – Кабінет Міністрів України;
- на регіональному рівні – голова ОДА;
- на міському рівні – голова Київської держадміністрації, голова РДА;
- на об'єктовому рівні – керівник об'єкту.

Порядок проведення евакуації

З отриманням рішення (сигналу) про проведення евакуації евакуаційні комісії уточнюють завдання керівникам об'єктів щодо проведення евакуаційних заходів, контролюють стан оповіщення населення, його збору, формування колон (через начальників маршрутів), забезпечують переміщення їх до пунктів евакуації, а також разом з транспортними службами - готовність транспортних засобів до перевезень, уточнюють порядок їх використання, підтримують постійний зв'язок з начальниками маршрутів та з органами виконавчої влади безпечних районів, інформують їх про хід евакуації.

У райони розміщення евакуаційних органів та населення, яке підлягає евакуації, направляються представники евакуаційних комісій для вирішення питань приймання, розміщення і життєзабезпечення евакуйованого населення.

Об'єктові евакуаційні комісії:

- організовують оповіщення, реєстрацію та облік населення, уточнюють дані про транспортні засоби, що виділяються об'єктові, термін їх подачі, маршрути та порядок руху;
- видають начальникам піших і транспортних колон витяги із схем маршрутів, забезпечують засобами зв'язку та інструктують їх;
- організовують і контролюють посадку евакуйованого населення на транспортні засоби і відправку колон;
- надають необхідну інформацію органам виконавчої влади у безпечних районах;
- інформують районні евакуаційні комісії про хід евакуації.

Керівники житлово-експлуатаційних організацій здійснюють оповіщення непрацюючого населення про порядок проведення евакуації, разом з працівниками органів внутрішніх справ та охорони здоров'я забезпечують прибуття на збірні евакуаційні пункти громадян, які з поважних причин не можуть самостійно прибути на ці пункти.

Начальники збірних евакуаційних пунктів уточнюють з керівниками підприємств та організацій чисельність евакуйованого населення і порядок його відправлення, організовують реєстрацію та облік населення, формують піші і транспортні колони, здійснюють посадку населення на транспортні засоби, доповідають евакуаційній комісії району, міста, району у місті про його відправлення та інструктують начальників ешелонів і старших колон, організовують надання медичної допомоги евакуйованому населенню, охорону громадського порядку.

Евакуація особового складу збірних евакуаційних пунктів організовується після проведення евакуаційних заходів згідно з окремим рішенням керівника відповідного органу виконавчої влади.

Керівник органу виконавчої влади і евакуаційна комісія безпечного району, організовують підготовку пунктів висадки, розгортають приймальний евакуаційний пункт, уточнюють кількість прибулих і порядок подачі транспортних засобів для їх вивезення з пунктів висадки, а також з проміжних пунктів евакуації до пунктів розміщення, контролюють роботу керівників об'єктів безпечних районів з прийому і розміщення евакуйованого населення.

У разі оголошення евакуації громадяни самостійно на міських транспортних засобах, які у цей період працюють цілодобово, прибувають на збірні евакуаційні пункти. Працівники цих пунктів розподіляють громадян, які підлягають евакуації, за транспортними засобами, інструктують їх і забезпечують посадку на транспортні засоби.

У разі виникнення аварії на хімічно або радіаційно небезпечному об'єкті евакуація населення проводиться у два етапи:

– перший - від місця знаходження людей до межі зони забруднення;

– другий - від межі зони забруднення до пункту розміщення евакуйованого населення в безпечних районах. На межі зони забруднення в проміжному пункті евакуації здійснюється пересадка евакуйованого населення з транспортного засобу, який рухався забрудненою місцевістю, на незабруднений транспортний засіб.

Забруднений транспортний засіб використовується для перевезення населення тільки забрудненою місцевістю.

Евакуація населення із зон можливого катастрофічного затоплення проводиться у першу чергу з населених пунктів, що знаходяться поблизу гребель, хвиля прориву яких може досягнути зазначених населених пунктів протягом менше ніж 4 годин, а з інших населених пунктів - за наявності безпосередньої загрози їх затоплення.

Інформаційне забезпечення евакуйованого населення про порядок дій у різних ситуаціях та про оперативну обстановку здійснюється уповноваженим органом управління з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи і евакуаційним органом з використанням для цього системи оповіщення, засобів радіомовлення і телебачення та із залученням у разі потреби сил і засобів органів МВС.

Евакуйовані громадяни повинні мати при собі паспорт, військовий квиток, документ про освіту, трудову книжку або пенсійне посвідчення, свідоцтво про народження, гроші і цінності, продукти харчування і воду на 3 доби, постільну білизну, необхідний одяг і взуття загальною вагою не більш як 50 кілограмів на кожного члена сім'ї. Дітям дошкільного віку вкладається у кишеню або пришивається до одягу записка, де зазначається прізвище, ім'я та по батькові, домашня адреса, а також ім'я та по батькові матері і батька.

Евакуйоване населення розміщується у придатних для проживання будівлях, які в зимовий період опалюються.

Методичне забезпечення планування та проведення евакуаційних заходів здійснюється МНС.

Таким чином найбільш важливими заходами з охорони праці є:

Для виключення можливості враження електричним струмом, передбачено проведення навчання з електробезпеки, атестації на відповідну групу електробезпеки та отриманням посвідчення встановленого зразку, відповідно НПАОП 0.00.4.12 – 05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», проводити періодичний контроль ізоляції не рідше одного разу на рік виміром її активного опору при випробуванні підвищеною напругою протягом 1 хвилини.

Для виключення механічного травмування передбачається ряд заходів: наявність знаків безпеки; проведення навчання і перевірки знань з охорони праці; забезпечення працівників спеціальним одягом і спеціальними засобами індивідуального захисту.

Робітники зварювальних ділянок повинні забезпечуватись захисним спецодягом та індивідуальними захисними засобами згідно ГОСТ 12.4.103 – 83 «Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация», брезентові захисні костюми згідно ГОСТ 12.4.221 – 2002 «ССБТ Одежда специальная для защиты от повышенных температур теплового излучения, конвективной теплоты. Общие технические требования», рукавиці брезентові згідно ГОСТ 12.4.010 – 75 «ССБТ Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия», спеціальне взуття (ботинки, напівсапоги) із захисними носками згідно ДСТУ 10998 – 74 «ССБП Взуття специальное шкурное для защиты от механических повреждений».

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблялась технологія складання та зварювання пролітної балки мостового крану ГП – 15 т, з проектування зварювальної ділянки.

Базовою технологією зварювання пролітної балки є напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів при зварюванні ребр жорсткості і похилих пластин та автоматичне зварювання під шаром флюсу при зварюванні поясних швів.

Для збільшення продуктивності праці і, як наслідок, зменшення собівартості виробу автоматичне зварювання під шаром флюсу поясних швів було замінено на роботизоване зварювання у середовищі захисних газів.

Для роботизованого зварювання була спроектована установка до складу якої входить: шестиосьовий робот FANUC M – 16iB, механізм подачі ESAB Aristo RoboFeed 3004 w та джерела живлення ESAB Origo Mig 4002c. Для кантування балки при зварюванні використовується універсальний ланцюговий кантувач. Все обладнання зібрано в цілісну установку.

На підставі розробленої технології складена маршрутна карта і спроектована ділянка для складання і зварювання.

Техніко-економічні розрахунки показали, що використання запропонованої технології для зварювання пролітної балки дозволить отримати економічний ефект у розмірі грн.

В проекті передбачені заходи по охороні праці для забезпечення безпеки робітників при роботі на зварювальній ділянці.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Косилова А. Г. Технология производства подъемно-транспортных машин [Текст] / Косилова А. Г., Сухов М. Ф. // Учебное пособие для вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» Вип. 2 – перероб. и доп. – М. : Машиностроение, 1982. – 301 с.
2. EN 10025 – 2:2004. Технические условия поставки для нелегированных конструкционных сталей [Текст] / Взамен DIN EN 10025-2(2003-04) // введ. 2005 – 01 – 04. – 38 с.
3. Акулов А. И. Технология и оборудование сварки плавлением / Акулов А. И., Бельчук Г.А., Демянцевич В. П. – М. : Машиностроение. 1977. - 432 с.
4. Федосов С. А. Основы технологии сварки [Электронный ресурс] / Федосов С.А., Оськин И.Э. – СПб. : Лань, 2011. – 125 с.
5. Гуревич, С. М. Справочник по сварке металлов [Текст] / Гуревич С. М. – Наукова думка, 1981. – 608 с.
6. Сварка и свариваемые материалы: Справочник [Текст] / в 3 т. / Під заг. ред. д-ра техн. наук. Волченко В. Н. – М. : Вид. – во МГТУ им. Баумана Н. Э. 1998.
7. Николаев Г. А. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций [Текст] / Николаев Г. А., Куркин С. А., Винокуров В. А. – Москва: Вища школа, 1971. – 760 с.
8. Каримов А. Е. Технологии, стандарты, преимущества и особенности применения роботизированной сварки [Текст] / Каримов А. Е. // Молодий вчений – 2017. – №45 – С. 53 – 55.
9. ДСТУ ISO 14341-2012. Материалы сварочные. Электродная проволока и наплавленный металл применительно к дуговой сварке плавящимся электродом в защитном газе нелегированных и мелкозернистых сталей. Классификация [Текст] / введ. 2012 – 05 – 03. – 34 с.

10. ДСТУ ISO 14175-2010. Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов [Текст] / введ. 01 – 01 – 2012. – 10 с.
11. ДСТУ ISO 14174-2010. Материалы сварочные. Флюсы для дуговой сварки. Классификация [Текст].
12. ДСТУ ЕН 13479-2010. Материалы сварочные. Общие требования к присадочным материалам и флюсам для сварки металлов плавлением [Текст].
13. Лукьянов, В. Ф. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях: Учебное пособие для студентов специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства» [Текст] / Лукьянов В. Ф., Харченко В. Я., Людмирский Ю. Г. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. – 314 с.
14. СНиП III-18-75 – Металлические конструкции [Текст].
15. Потапьевский А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом [Текст] / А. Г. Потапьевский. – М. : Машиностроение, 1974. – 239 с.
16. ДСТУ ISO 9692-1-2016. Сварка и родственные процессы. Типы подготовки соединений. Часть 1. Сварка ручная дуговая плавящимся электродом, сварка дуговая плавящимся электродом в защитном газе, сварка газовая, сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе и сварка лучевая сталей [Текст] / введ. 01 – 06 – 2018. – 14 с.
17. Виноградов В. С. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки: Учеб. для професс. учеб. [Текст] / В.С. Виноградов. – М. : Вища школа. Видавничий центр «Академія», 2000 – 319 с.
18. Биковський, О. Г. Довідник зварника [Текст] / О. Г. Биковський, І. В. Пінковський. – К. : Техніка, 2002. – 336 с.
19. Банов, М. Д. Сварка и резка материалов: учеб. Пособие [Текст] / М. Д. Банов; под ред. Ю. В. Казакова. – Вид. 3, стер. – М. : Academia, 2003 – 398 с.

Дубл.					Розроб.	Суриков С.М.		
Взам.					Перев.	Савонов Ю.М.		
Подл.					Н.конт.	Шуми́ків С.О.		
					Аркушів 4		Арк. 1	
					ГКІЮ 157920			
					ДП			

МАРШРУТНА КАРТА
Технологія збирання та
зварювання пролітної балки двотаврового
перерізу мостового крану з проектуванням діляниці

ТД

[illegible]

[illegible]