

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 Розробка технологічного процесу складання та зварювання
кінцевої балки мостового крана ГП-32

Виконав: студент VI курсу, групи ІФ-314м

Спеціальності 131 Прикладна механіка,

Освітня програма (спеціалізація)

6.050504 Зварювання

спеціальності

Технологія та устаткування зварювання

Коханов І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Биковський О.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Климов О.В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інженерно-фізичний
Кафедра Обладнання і технології зварювального виробництва
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 О.В. Овчинников
« 16 » 12 20 19 року

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

Коханов І.В.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка технологічного процесу складання та зварювання кінцевої балки мостового крана ВП-32 т з проектуванням дільниці

керівник проекту (роботи) Биковський О.Г.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 29 » 11 20 19 року № 18

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 17 грудня 1019 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення кінцевої балки мостового крана ГП-32 т

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Призначення, конструкція і матеріал кінцевої балки мостового крана ГП-32 т; 2 Технічні умови на виготовлення та приймання зварного виробу; 3

Розробка технології виготовлення виробу; 4 Розробка пристосування для переміщення робота при зварюванні кінцевої балки; 5 Техніко – економічні розрахунки; 6 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1. Кінцева балка; 2. Технологічна послідовність збирання зварювання кінцевої балки; 3. Параметри режиму зварювання; 4. Самохідний складальний портал; 5. Двостійковий базрамний кантувач; 6. Установка для зварювання поясних швів; 7. План дільниці; 8. Показники ефективності та результативності

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

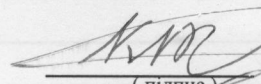
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	Биковский О.Г.	01.09/19	16.12.19
5	Круглікова В.В.	10.09-19	16.12.19
6	Нестеров О.В.	04.10/19	10.12.19

7. Дата видачі завдання « 02 » вересня 2019 року.

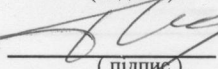
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз вихідних даних	02 – 16 вересня	
2	Призначення, конструкція і матеріал кінцевої балки мостового крана ГП-32 т	16 – 30 вересня	
3	Технічні умови на виготовлення та приймання зварного виробу	30 вересня – 28 жовтня	
4	Розробка технології виготовлення виробу	28 жовтня – 18 листопада	
5	Техніко – економічні розрахунки	18 листопада – 02 грудня	
6	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	02 – 13 грудня	
7	Графічна частина	16 вересня – 13 грудня	

Студент(ка)

 Коханов І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

 Биковський О.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 103 с., 26 табл., 16 рис., 5 дод., 14 джерел.

КІНЦЕВА БАЛКА, МОСТОВИЙ КРАН, РОБОТИЗОВАНЕ ЗВАРЮВАННЯ.

Об'єкт дослідження – технологічний процес зварювання в середовищі захисних газів кінцевої балки мостового крану ГП-32 т.

Мета дипломного проекту – розробити технологію складання та роботизованого зварювання кінцевої балки мостового крану; спроектувати ділянку 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 M710iC/12L, механізм подачі ESAB Aristo RoboFeed 3004w, джерело живлення ESAB Origo Mig 4002c, універсальний двостійковий безрамний кантувач.

Розроблена маршрутна карта технологічного процесу. Спроектована ділянка складання та зварювання кінцевої балки.

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

ABSTRACT

Explanatory note: 103 p., 26 tab., 16 fig., 5 additional, 14 sources.

END BEAM, OVERHEAD CRANE, ROBOTIC WELDING.

The object of research is the technological process of welding in the environment of protective gases of the end beam of the bridge crane GP-32 t.

The aim of the diploma project is to develop the technology of Assembly and welding of the robotic end beam of the bridge crane; to design the site of Assembly and welding.

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

For robotic welding of belt seams of the final beam was designed installation which includes: work FANUC M710iC/12L, feed mechanism ESAB Aristo RoboFeed 3004w, power supply ESAB Origo Mig 4002c, universal double-column frameless tilter.

The route map of technological process is developed. The site of Assembly and welding of the end beam is designed.

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

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Призначення, конструкція і матеріал кінцевої балки мостового крана	
ГП-32 т.....	10
1.1 Умови експлуатації кінцевої балки.....	12
1.2 Труднощі, пов'язані зі зварюваністю матеріалу і шляхи їх подолання...	15
1.3 Аналіз технології складання та зварювання виробу на базовому підприємстві.....	16
1.4 Альтернативної варіант технологічного процесу складання і зварювання виробу.....	18
2 Технічні умови на виготовлення та приймання зварного виробу.....	20
2.1 Технічні умови на складання, зварювання, контроль якості.....	20
2.2 Вимоги до основного матеріалу.....	21
2.3 Вимоги до зварювальних матеріалів.....	22
3 Розробка технології виготовлення виробу.....	25
3.1 Підготовка кромок.....	25
3.2 Вибір електродних матеріалів.....	26
3.3 Вибір параметрів режиму зварювання.....	27
3.4 Технологія і техніка складання та зварювання кінцевої балки.....	29
3.5 Зварювальні напруження і деформації, заходи боротьби з ними.....	33
3.6 Контроль якості зварного виробу.....	35
4 Розробка пристосування для переміщення робота при зварюванні кінцевої балки.....	38
4.1 Технічна характеристика прийнятого стандартного обладнання і оснащення.....	38
4.2 Компонування установки з уніфікованих вузлів.....	46

5 Техніко – економічні розрахунки.....	48
5.1 Організація виробництва продукції.....	48
5.1.1 Технічне нормування операцій.....	48
5.1.2 Розрахунок кількості обладнання та площі ділянки.....	50
5.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки.....	53
5.2 Планування витрат на виробництво.....	55
5.2.1 Матеріальні витрати.....	55
5.2.2 Вартість основних засобів.....	57
5.2.3 Фонд оплати праці.....	59
5.2.4 Собівартість виробу.....	64
5.2.4.1 Прямі витрати.....	64
5.2.4.2 Непрямі витрати.....	65
5.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок.....	70
5.3.1 Ефективність та результативність.....	71
6 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	74
6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	74
6.2 Заходи забезпечення безпеки.....	75
6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	84
6.4 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	87
6.4.1 Заходи по забезпеченню пожежної безпеки.....	87
6.4.2 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	88
ВИСНОВКИ.....	93
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	94
Додаток А Маршрутка карта.....	96
Додаток Б Специфікація «Кінцева балка».....	100
Додаток В Специфікація «Самохідний портал».....	101
Додаток Г Специфікація «Двостійковий безрамний кантувач».....	102
Додаток Д Специфікація «Установка для зварювання пясних швів».....	103

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 напольно-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 тонажних 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 кінцевих 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 машинний, що спричинить за собою поліпшення якості зварних конструкцій.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ, КОНСТРУКЦІЯ І МАТЕРІАЛ КІНЦЕВОЇ БАЛКИ МОСТОВОГО КРАНА ГП-32 Т

Кінцева балка (рис. 1.1) є опорним елементом головної балки мостового крана і являє собою жорстку зварену металеву конструкцію, найчастіше коробчастого перерізу, з встановленою на ній ходової частини крана. Металева конструкція кінцевої балки складається з двох поясів 1, 6, двох вертикальних стінок 10 і діафрагм 9, розміщених всередині балки. Основні параметри і елементи кінцевих балок уніфіковані за групами вантажопідйомності, що дозволило створити типові технологічні процеси їх виготовлення [1]. Для установки ходової частини крана до кінцевих балках приварюють посадочні плати 4 з обробленими поверхнями, до яких за допомогою болтів кріплять букси з ходовими колесами.

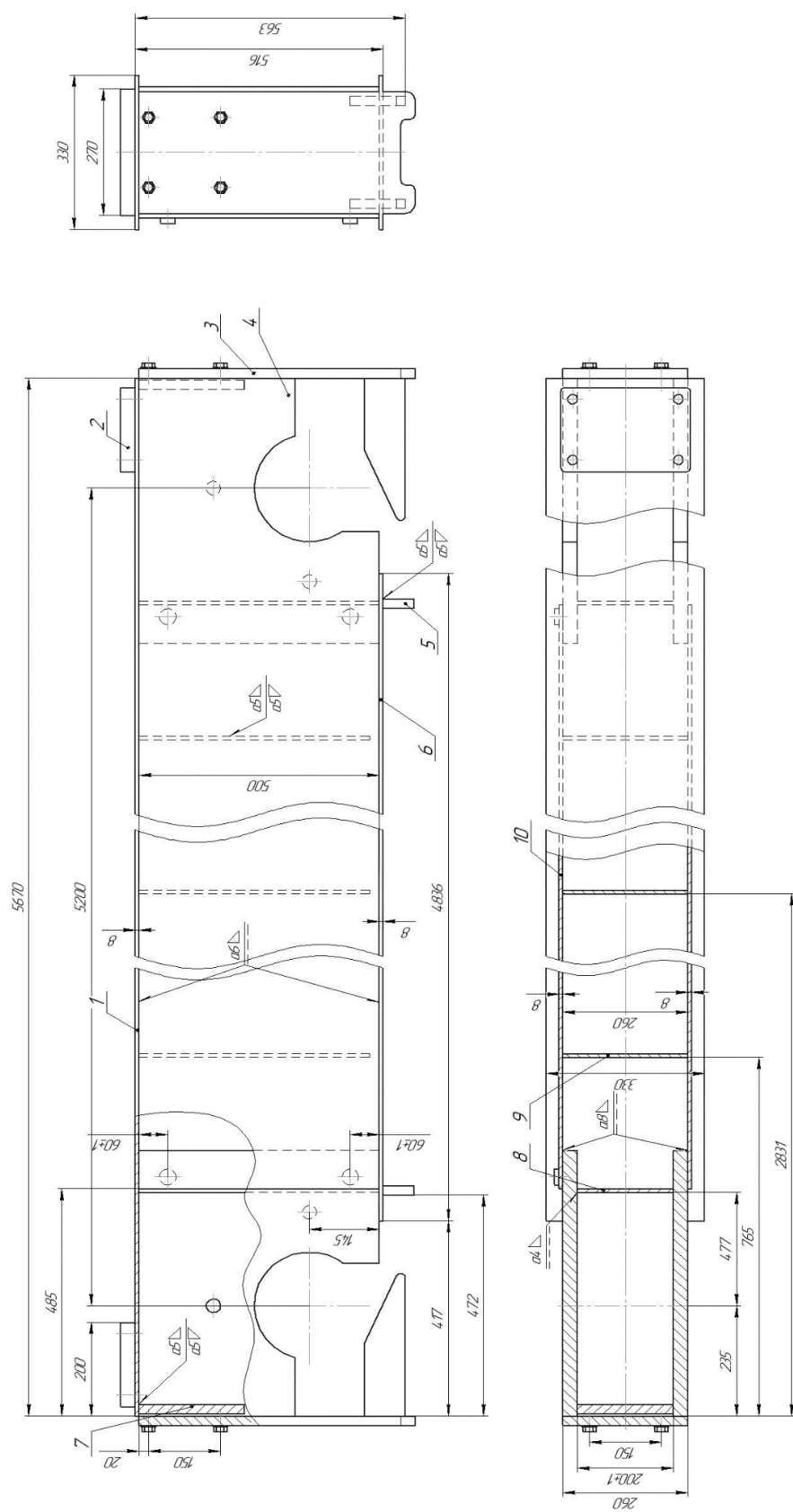
Матеріалом для елементів металоконструкцій кінцевої балки служить листовий прокат зі сталі 9MnSi5 (аналог 09Г2С). Хімічний склад і механічні властивості сталі 9MnSi5 представлені в табл. 1.1 і табл. 1.2 відповідно.

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

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Fe
≤0,11	0,55 – 0,75	1,05 – 1,25	≤0,025	≤0,025	≤0,15	≤0,15	≤0,10	Основа

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 9MnSi5 при T = 20°C згідно EN 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 – верхній пояс; 2 – опорна пластина; 3 – кінцева пластина; 4 – посадочний платик; 5 – упор; 6 – нижній пояс; 7 – пластина; 8 – поперечна стінка; 9 – діафрагма; 10 – поздовжня стінка

Рисунок 1.1 – Кінцева балка мостового крана ГП-32 т

1.1 Умови експлуатації кінцевої балки

Кінцева балка є складовою частиною мостового крана, призначеного для виконання вантажно-розвантажувальних і транспортних операцій в цехах сучасних промислових підприємств, на монтажних і контейнерних майданчиках, на відкритих і закритих складах.

Мостовий кран – найпоширеніший вид промислового вантажопідйомного обладнання. Конструкція крана дозволяє максимально повно включити кожен квадратний метр виробничого приміщення сферу його потенційної діяльності. Вільно переміщаючись в напрямках вперед-назад і вправо-вліво, мостові крани використовують також і будівельну висоту приміщення і доставляють вантажі практично в будь-яку точку робочого простору. Крім того, мостовий кран займає вкрай мало корисної площі приміщення, так як основні елементи його конструкції розташовані у верхньому ярусі робочого приміщення. Незважаючи на великі навантаження і інтенсивний режим експлуатації, мостові крани вважаються відносно металоємним обладнанням. Область застосування мостових кранів дуже широка. Мостові кранові конструкції – невід'ємна частина технологічного устаткування в машинобудуванні, на підприємствах хімічної і нафтопереробної промисловості, у великих транспортних вузлах і складських приміщеннях, на теплоелектростанціях і підприємствах харчової промисловості.

За своїм призначенням всі мостові крани діляться на пристрої загального і спеціального призначення. Перші в якості вантажозахватного елемента використовують гак, а другі – різні функціональні пристосування: грейфер, електромагніт, металургійний кран. Електричні тельфери вже багато років вважаються кращим рішенням для мостового крана.

За конструкцією моста крани поділяються на одно- і двобалочні:

- двобалочний мостовий кран відрізняється більшою, в порівнянні з однобалочним конструкцією, стійкістю і більш важким режимом роботи. Міст, по якому переміщається вантажний візок, являє собою конструкцію з двох

паралельно розташованих ходових балок, які спираються на кінцеві. Мостові крани двобалочного зразка також вважаються більш продуктивними по вантажопідйомності;

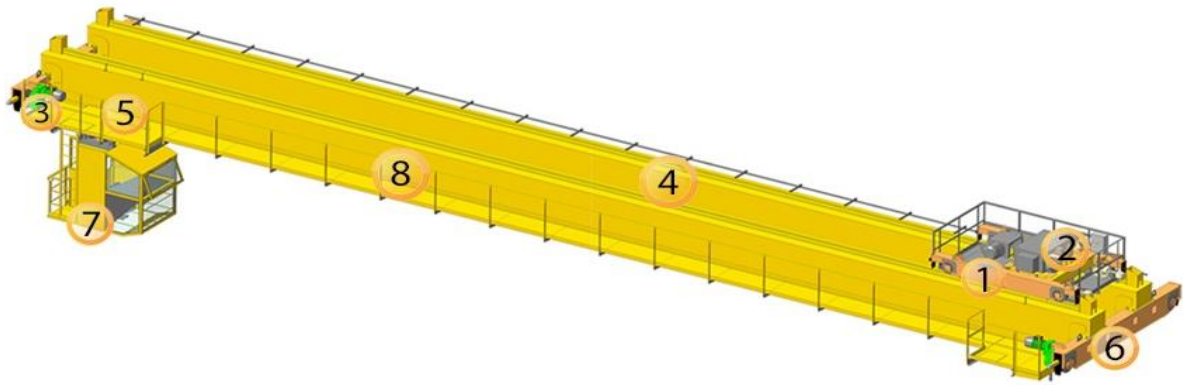
– кран мостовий однобалочний, що має також іншу, більш поширену назву «кран-балка», має в основі конструкції моста всього одну пролітну балку двотаврового перерізу, яка спирається на перпендикулярно розташовані кінцеві балки. До переваг даного типу кранів відносяться менша ціна конструкції, її легкість, простота монтажу і обслуговування, в порівнянні з двобалочним мостовим краном. Однак вантажопідйомність їх поступається більш надійним і стійким двобалочним кранам.

Залежно від того, яким чином мостовий кран утримується на підкранових шляхах, розрізняють два типи мостових конструкцій:

– опорний мостовий кран спирається колесами на рейки кранового шляху. Така конструкція вважається більш надійною і безпечною, а її недоліком є складність монтажу і висока ціна;

– підвісний мостовий кран підвішується знизу до балок рейкового шляху. Ця конструкція вважається економічною, але значно поступається опорній в вантажопідйомності і режимах роботи.

Мостовий кран (рис. 1.2) складається: з вантажопідйомного візка 1, механізму підйому 2, механізму пересування 3 і з мосту 4 який представляє собою дві головні коробчасті балки, приєднані до кінцевих балках 6, в які вмонтовані приводні і не приводні колеса. Управління всіма механізмами крана здійснюється з кабіни 7, прикріпленої до мосту крана. Електродвигуни всіх механізмів крана живляться від цехових тролей. На головних балках моста є прохідні і непрохідні галереї. Прохідні галереї 8 пов'язані з кабіною через люк виходу на настил моста. Вони служать для огляду обладнання на мосту і візку. На другій головній балці непрохідні галереї, уздовж яких розташований допоміжний токопідвід [3].



Умовні позначки:

- 1 – візок механізму підйому;
- 2 – механізм підйому;
- 3 – привід пересування крана;
- 4 – міст;
- 5 – площадка обслуговування;
- 6 – кінцева балка;
- 7 – кабіна управління;
- 8 – прохідна галерея.

Рисунок 1.2 – Мостовий кран ГП-32 т

В процесі експлуатації кінцева балка відчуває статичні, динамічні і вібраційні навантаження від ваги вантажу, головної балки, механізмів підйому і пересування, кабіни, а також від власної ваги. Навантаження через кінцеву балку передається з головної балки на букси, потім на колеса і рейки. Вона постійно сприймає навантаження від маси вантажу, що перевозиться, а також сприймає згинальний момент від діючої маси вантажу, що перевозиться. Кінцева балка в умовах експлуатації піддається впливу температури в межах від -25°C до $+40^{\circ}\text{C}$.

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

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

Під зварюваністю матеріалів розуміється комплексна технологічна характеристика металу або сплаву, яка відображає їх реакцію на процес зварювання і показує придатність даного матеріалу для отримання надійного зварного з'єднання.

Легуючі елементи роблять істотний вплив на показники зварюваності сталей. Збільшення вмісту елементів, що підвищують гартування, супроводжується зниженням опору зварних з'єднань утворенню холодних тріщин. Елементи, зміцнюючи твердий розчин, сприяють, як правило, зниженню ударної в'язкості металу в зоні термічного впливу зварних з'єднань [4].

Для оцінки схильності сталей до утворення холодних тріщин користуються показником еквівалент вуглецю C_e , який розраховується за емпіричною формулою [4]:

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

Тут символи позначають зміст відповідних хімічних елементів у відсотках.

$$C_e = 0,11 + \frac{1,25}{20} + \frac{0,15}{10} + \frac{0,15}{15} = 0,20$$

Стали у яких $C_e \leq 0,20$ відносяться до групи добре зварюваних сталей і зварюються без обмежень, в широкому діапазоні режимів зварювання незалежно від товщини металу, жорсткості конструкцій, температури навколишнього середовища в звичайних виробничих умовах без попереднього підігріву.

При виготовленні повнорозмірних балок мостового крана всі основні операції по заготівлі листових елементів і подальшому спільному збиранню і

зварюванні виконують у механізованих потокових лініях. Вузьким місцем виробництва таких балок коробчастого перерізу є виконання таврового з'єднання діафрагм і стінок кутовими швами. Невелика відстань між стінками ускладнює автоматичне зварювання в горизонтальному положенні, а вручну зварнику доводиться виконувати ці шви у вкрай незручному становищі. Особливу увагу при виконанні цієї операції слід звернути на забезпечення ефективної витяжної місцевої вентиляції практично замкнутого простору всередині балки.

1.3 Аналіз технології складання та зварювання виробу на базовому підприємстві

На базовому підприємстві ПАТ «Запоріжжкран» технологія складання та зварювання кінцевої балки виконується в сім етапів.

Перший етап. На складальний портал АРМ 600х1500 укладають лист верхнього пояса кінцевої балки (див. рис. 1.1, поз. 1) і перевіряють паралельність по торцях швелером стенду. Розмічають верхній пояс для установки діафрагм згідно з кресленням. В першу чергу від краю пояса відкладається креслярський розмір до центру балки – цей розмір є базовим при подальшій розмітці місць для установки діафрагм, так як розмітка ведеться від центру балки. Перевіряють перпендикулярність ліній розмітки до поясів косинцем або різницею діагоналей (за допомогою нівеліра).

Встановлюють на розмітку магнітний куточок і підганяють під нього діафрагму (див. рис. 1.1, поз. 9), так щоб куточок знаходився на розмітці. Вивіряють діафрагми з двох сторін по прямовису. Виконують першу прихватку по центру діафрагми і знову перевіряють положення за допомогою прямовису. Потім роблять прихватку по центру діафрагми з протилежного боку. Зварювання діафрагм з верхніх поясів виконують за допомогою напівавтомата FASTMIG M 520 фірми Kemppi.

Другий етап. На верхній пояс з привареними діафрагмами по розмітці встановлюють вертикальні стінки (див. рис. 1.1, поз. 10) за допомогою траверси і притискають їх до діафрагм і верхнього поясу за допомогою гідроприжимів на порталі. За допомогою напівавтомата FASTMIG M 520 прихвачують вертикальні стінки до верхнього поясу, а потім до діафрагм. Перевіряють геометричні розміри на відповідність кресленню.

Виконують зварювання внутрішньої частини балки за допомогою напівавтомата FASTMIG M 520 і пред'являють балку ВТК для контролю зварних швів.

Третій етап. Розмічають за шаблонами місця установки посадкових пластиків (див. рис. 1.1, поз. 4) і поперечних стінок (див. рис. 1.1, поз. 8). Встановлюють на розмітки магнітні куточки і підганяють під них платики і поперечні стінки, так щоб кут знаходився на розмітці. Перевіряють по прямовісу положення пластиків і поперечних стінок. Виконують першу прихватку по центру деталей і знову перевіряють положення за допомогою схилу. Зварювання поперечних стінок з верхніх поясів і бічними стінками виконують за допомогою напівавтомата FASTMIG M 520.

Четвертий етап. За допомогою крана встановлюють нижній пояс (див. рис. 1.1, поз. 6) на балку, прихвачують одну зі сторін пояса починаючи від центру балки. Перевіряють геометричні розміри балки і прихвачують другу сторону пояса також від центру балки.

П'ятий етап. За допомогою мостового крана встановлюють балку на кантувач і виконують зварювання поздовжніх швів балки під шаром флюсу з допомогою трактора A2 Multitrac фірми ESAB.

Шостий етап. По розмітці встановлюють пластини (рис. 1.1, поз. 7) і фіксують їх за допомогою магнітних куточків, за допомогою прямовісу перевіряють їх положення і приварюють напівавтоматом FASTMIG M 520. Пред'являють балку ВТК для остаточного контролю зварних швів.

Сьомий етап. За допомогою мостового крана подають балку на радіально-свердлильний верстат для свердління отворів під кріплення ходової частини крана і кінцевих пластин (рис. 1.1, поз. 3).

1.4 Альтернативної варіант технологічного процесу складання і зварювання виробу

Для збільшення продуктивності праці і, як наслідок, зменшення собівартості виробу пропонуємо внести в базову технологію виготовлення кінцевої 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 [5].

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 ТА ПРИЙМАННЯ 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 різак. 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 кінцевої балки використовують листовий прокат зі сталі 9MnSi5 поставляється по EN 10025-2: 2004.

Вхідний листовий прокат 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, розкатаних забруднень і катаної окалини. Усунення неприпустимих 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 ризик, видимих неозброєним оком, на границі зони зачистки не повинно бути уступів;

- на поверхні прокату в зоні катаних крайок не повинно бути розшарувань, рванин, тріщин, полон, забруднень, вказаної окалини, волосовин і ризик, 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 реброва кривизна на 1 м довжини смуги не повинні перевищувати 2 мм;

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

- неплотинність ширококутового прокату не повинна перевищувати 0,3% ширини і довжини.

2.3 Вимоги до зварювальних матеріалів

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.

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 кристалізується 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, % по масі [7]

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	S	P	V
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 [7]:

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

- поверхня дроту повинна бути чистою і гладкою, без тріщин, розшарувань, полон, раковин, забоїн, окалини, іржі, масла 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 виключенням слідів мильною мастила без графіту і сірки.

Газова суміш для зварювання поставляється по ДСТУ ISO 14175-2010, і до неї пред'являються наступні вимоги [8]:

– 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 [8]

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

3 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБУ

3.1 Підготовка кромок

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

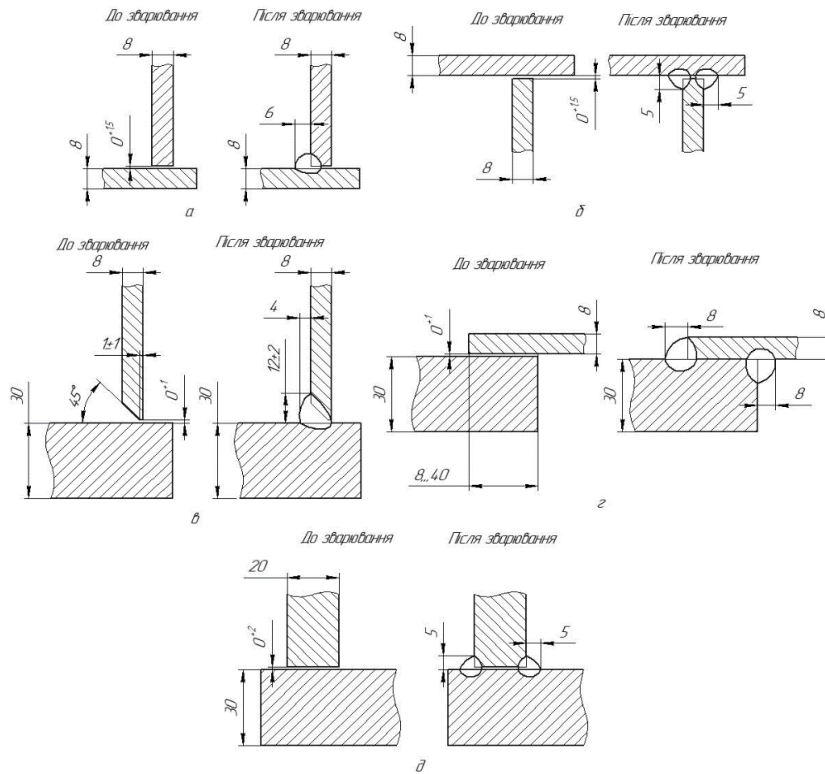
Безпосередньо перед складанням під зварювання кромки деталей і прилеглі до них ділянки завширшки від 30 мм до 50 мм зачищаються від іржі, окалини, фарби, масла та інших забруднень.

Зачистку виконують пневматичною машиною, забезпеченою сталевною дротяною щіткою або абразивним кругом. Мастило і фарбу видаляють тканиною, змоченою в ацетоні. Чистоту кромок 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 кромок [6].

На зварювальних кромках поперечної стінки (див. рис. 1.1, поз. 8) виконують фаску під кутом 45° з притупленням (1 ± 1) мм. Фаски виконують за допомогою кромкофрезерної машини.

Конструктивні елементи підготовлених кромок зварюваних деталей і геометричні розміри зварного шва повинні відповідати ДСТУ ISO 9692-1 – 2016 (рис. 3.1) [9].



- а – нижній і верхній пояс з поздовжніми стінками;
- б – діафрагма з поздовжніми стінками і верхнім поясом;
- в – поперечна стінка з посадковими платиками;
- г – посадковий платик з поздовжньою стінкою;
- д – пластина з посадковими платиками.

Рисунок 3.1 – Підготовка кромки під зварювання і геометричні розміри зварних швів

3.2 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

C	Si	Mn
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

3.3 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 режими 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 [10].

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 [11].

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

Таблиця 3.3 – Параметри режиму напівавтоматичного зварювання [12]

Тип зварного з'єднання	Діаметр дроту d , мм	Сила струму $I_{зв}$, А	Напруга U_d , В	Витрата захисного газу, л/хв
Таврове	1,6	340 – 360	34 – 35	14 – 16
Напусткове	2	400 – 450	31 – 34	18 – 20

Параметри режиму роботизованого зварювання поздовжніх швів балки в суміші захисних газів 92%Ar + 8%CO₂ 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/ч	Витрата захисного газу, л/хв
1,6	350 – 370	34 – 36	24 – 32	18 – 22

3.4 Технологія і техніка складання і зварювання кінцевої балки

Технологічний процес виготовлення зварних конструкцій складається з окремих операцій, основні з яких заготівельні, складальні, зварювальні, контрольні. Схема технологічної послідовності складання і зварювання кінцевої балки мостового крана представлена на рис. 3.2.

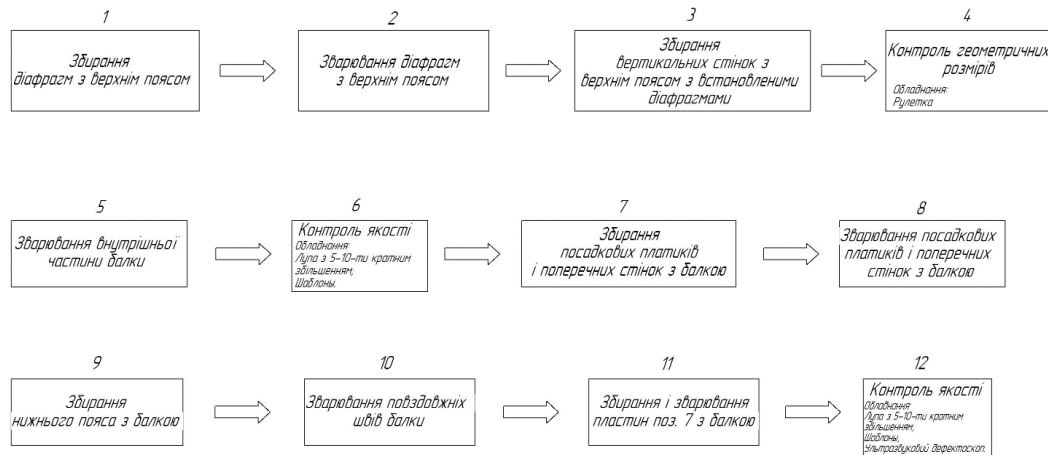


Рисунок 3.2 – Технологічна послідовність складання і зварювання кінцевої балки

Складання кінцевої балки повинно бути досить точним; особлива увага приділяється симетрії розташування та взаємної перпендикулярності поясів і стінок.

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

На складальний портал АРМ 600х1500 укладають лист верхнього пояса кінцевої балки і перевіряють паралельність по торцях швелером стенду. Розмічають верхній пояс для установки діафрагм згідно ескізу (рис. 3.3).

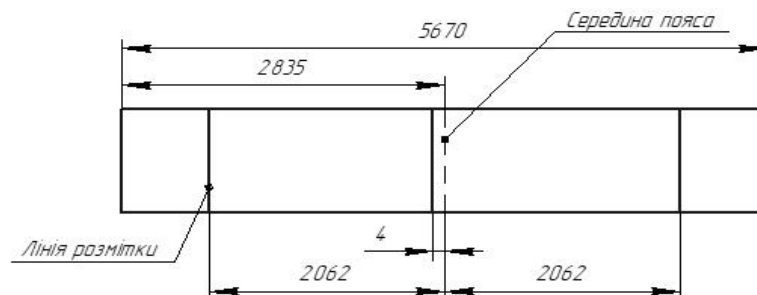


Рисунок 3.3 – Схема розмітки верхнього пояса для установки діафрагм

В першу чергу від краю пояса відкладається креслярський розмір до центру балки – цей розмір є базовим при подальшій розмітці місць для установки діафрагм, так як розмітка ведеться від центру балки. Перевіряють перпендикулярність ліній розмітки до поясів косинцем або різницею діагоналей (за допомогою нівеліра).

Встановлюють на розмітку магнітний кутник так що б кут знаходився на розмітці (рис. 3.4, а) і підганяють під нього діафрагму (рис. 3.4, б). Вивіряють діафрагми з двох сторін по прямовису. Зібрані деталі з'єднують короткими швами – прихватками, щоб зафіксувати деталі в заданому положенні і забезпечити постійний і рівномірний зазор між ними. Виконують першу прихватку по центру діафрагми і знову перевіряють положення за допомогою прямовису. Потім роблять прихватку по центру діафрагми з протилежного боку. Прихвачування виконує кваліфікований зварник в середовищі захисних газів, тими ж зварювальними матеріалами і на тих же режимах, що і зварювання. Довжина прихваток має становити 24 мм, а відстань між ними 80 мм. Катет шва прихваток повинен бути від 2 мм до 3 мм і при накладенні основного шва щоб уникнути непроварів прихватки повинні бути переплавлені [13].

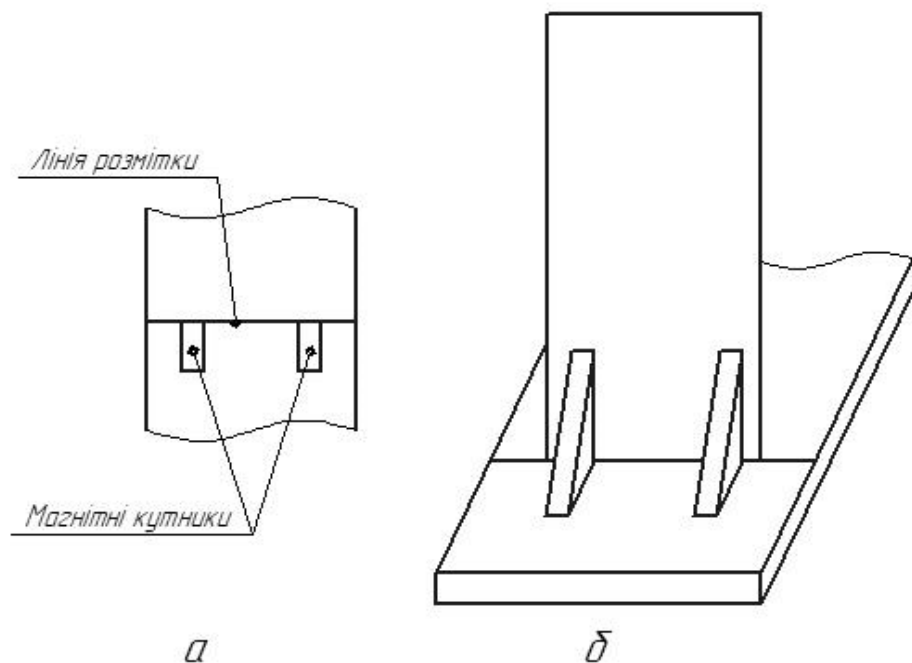


Рисунок 3.4 – Схема постановки діафрагм

Після прихвачування діафрагм прибирають магнітні кутники і виконують зварювання діафрагм з верхніх поясів 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° . Електрод або направляють точно в кут, або зміщують на 1 – 1,5 мм на горизонтальну полку.

На верхній пояс з привареними діафрагмами по розмітці встановлюють вертикальні стінки за допомогою траверси і притискають їх до діафрагм і верхнього поясу за допомогою пневмоприжимів на порталі (рис. 3.5). За допомогою напівавтомата в середовищі захисних газів прихвачують вертикальні стінки до верхнього поясу, а потім до діафрагм. Після цього притиски відводяться і портал пересувається вздовж балки до місця наступних прихваток на крок прихватки від 350 мм до 400 мм.

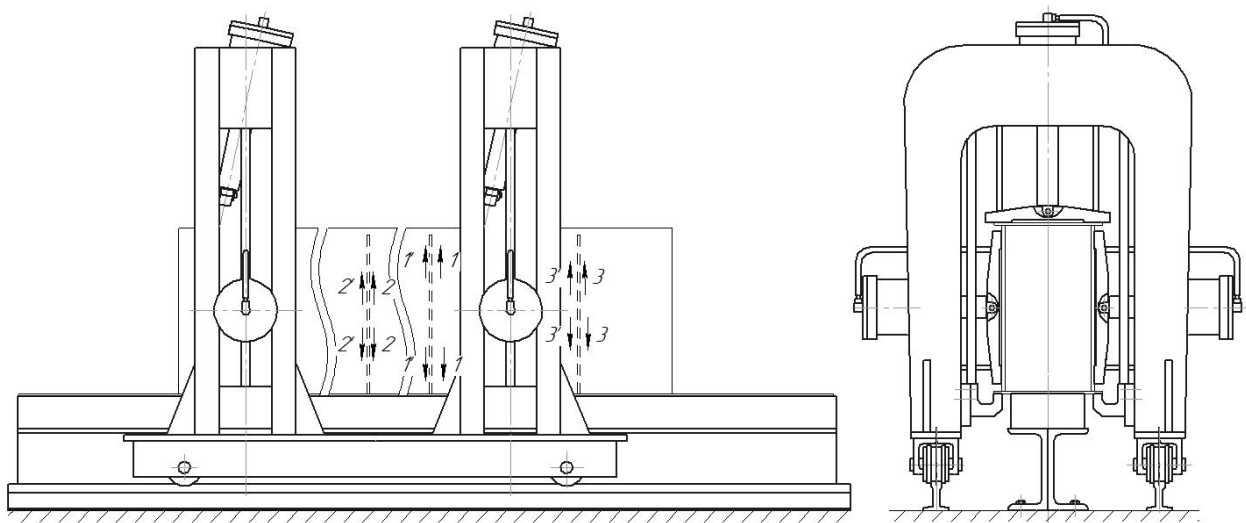


Рисунок 3.5 – Складання вертикальних стінок з верхнім поясом

Довжина прихваток стінок до верхнього поясу має становити 80 мм. Катет шва прихваток повинен бути від 2 мм до 3 мм і при накладенні основного шва щоб уникнути непроварів прихватки повинні бути переплавлені [13].

Після прихватки відводять портал і виконують зварювання внутрішньої частини балки згідно послідовності показаної на рис. 3.5. Після чого пред'являють балку ВТК для контролю зварних швів.

Розмічають за шаблонами місця установки посадкових платиків і поперечних стінок. Встановлюють на розмітки магнітні кутники і підганяють під нього платики і поперечні стінки, так що б кут знаходився на розмітці. Перевіряють по прямовісу положення платиків і поперечних стінок. Виконують першу прихватку по центру деталей і знову перевіряють положення за допомогою прямовису, потім виконують остаточну прихватку. Розміри і крок прихваточних швів такі ж, як і при прихвачуванні діафрагм. Зварювання поперечних стінок і посадкових платиків з верхніх поясів і бічними стінками виконують в середовищі захисних газів.

За допомогою крана встановлюють нижній пояс на балку, і притискають його до стінок за допомогою вертикальних притисків складального порталу. Прихоплюють одну зі сторін пояса починаючи від центру балки. Перевіряють геометричні розміри балки і прихоплюють другу сторону пояса також від центру балки. Розміри і крок прихваточних швів такі ж, як і при прихватці стінок до верхнього поясу.

З допомогою мостового крана встановлюють балку на кантувач і виконують зварювання поздовжніх швів балки в середовищі захисних газів на роботизованому комплексі, який складається з робота FANUC M710iC/12L з встановленими пальником ESAB Aristo RT, механізмом подачі дроту Aristo RoboFeed 3004w і зварювального джерела ESAB Origo Mig 4002c.

Після зварювання поясних швів балку транспортують на ділянку контролю якості для остаточного контролю якості зварних швів.

3.5 Зварювальні напруження і деформації, заходи боротьби з ними

При зварюванні балок коробчастого перерізу можуть виникнути як загальні деформації (вигин і вкорочення всієї балки), так і місцеві деформації

поясів або стінок. 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 взаємного врівноваження можливих деформацій від послідовно виконуваних швів, а замикачі з'єднання, що створюють жорсткий контур у виробі, зварювати в останню чергу.

Процес зварювання діафрагм з бічними стінками починають з приварки середньої діафрагми від середини до країв (рис. 3.6). Потім приварюються крайні діафрагми.

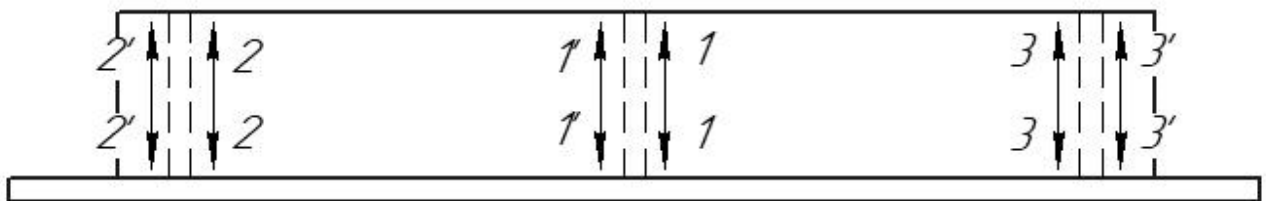


Рисунок 3.6 – Послідовність зварювання діафрагм

Для балок коробчастого перерізу раціональною є послідовність виконання поясних швів, зазначена на рис. 3.7.

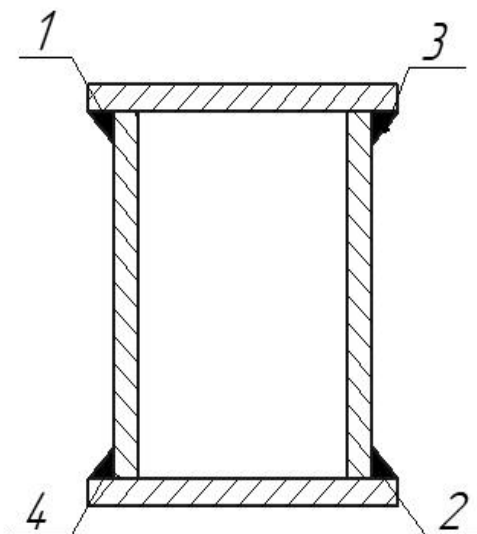


Рисунок 3.7 – Послідовність виконання поясних швів

Правильний вибір послідовності виконання поясних швів дозволяє зменшити до необхідних розмірів загальну деформацію балки.

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 [6]. Розміри і форма зварних швів перевіряється за допомогою шаблонів, і повинна відповідати вимогам ДСТУ ISO 9692-1 – 2016 (див. рис. 3.1).

Візуальний огляд зварних швів виконують із застосуванням лупи з 5 – 10-ти 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;
- підрізи і поглиблення між валиками підварити, попередньо зачистивши місця підварки;
- дефектні ділянки – тріщини, незаплавлені кратери, пори, неметалеві включення і непровари видалити до «здорового» 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 механічною 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 [6].

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 очищають 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.

4 РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ РОБОТА ПРИ ЗВАРЮВАННІ КІНЦЕВОЇ БАЛКИ

4.1 Технічна характеристика прийнятого стандартного обладнання та оснащення

Зняття фаски перед зварюванням виконують на кромкофрезерній машині AutoCUT 500. 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 листа 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. 4.1.

Таблиця 4.1 – 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. Ультразвуковий дефектоскоп УД3701 дозволяє виявляти різні внутрішні дефекти у виробах і конструкціях з усіляких матеріалів. Звичайно, найбільш поширеним є використання дефектоскопа для контролю якості металевих виробів та зварних з'єднань. Технічні характеристики дефектоскопа представлені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики ультразвукового дефектоскопа NOVOTEST УД3701

Параметр	Значення
Затримка, мкс	0 – 1000 з кроком 20 нс
Максимальна товщина контролюваного матеріалу, мм	6000
Частота повторення ЗІ, Гц	10 – 100
Час роботи, год.	20
Діапазон робочих температур, °С	-30...+55
Розміри, мм	50x150x250
Маса, кг	1,1

Для прихвачування напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисних газів використовують напівавтомат FastMig m 520. Серія FastMig M — 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. 4.1, а його технічні характеристик в табл. 4.3.



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд напівавтомата FastMig M 520

Таблиця 4.3 – 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	620x210x445

Для роботизованого зварювання поясних швів використовують робота FANUC M710iC/12L (рис. 4.2). Це універсальний робот малої

вантажопідйомності з довгою рукою. Нова модель шестиосевого робота малої і середньої вантажопідйомності ідеально підходить для будь-якої сфери застосування, де потрібні маніпуляції з вантажем до 12 кг і є необхідність у довгій руці 3,1 м. Технічні характеристики робота представлені в табл. 4.4.



Рисунок 4.2 – Зовнішній вигляд робота FANUC M710iC/12L

На роботі встановлено пальник ESAB Aristo RT (рис. 4.3) 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 4.3 – Зовнішній вигляд пальника ESAB Aristo RT для роботизованого зварювання

В якості джерела живлення для роботизованого зварювання використовують ESAB Origo Mig 4002с (рис. 4.4), 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. 4.4.



Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд джерела живлення ESAB Origo Mig 4002с

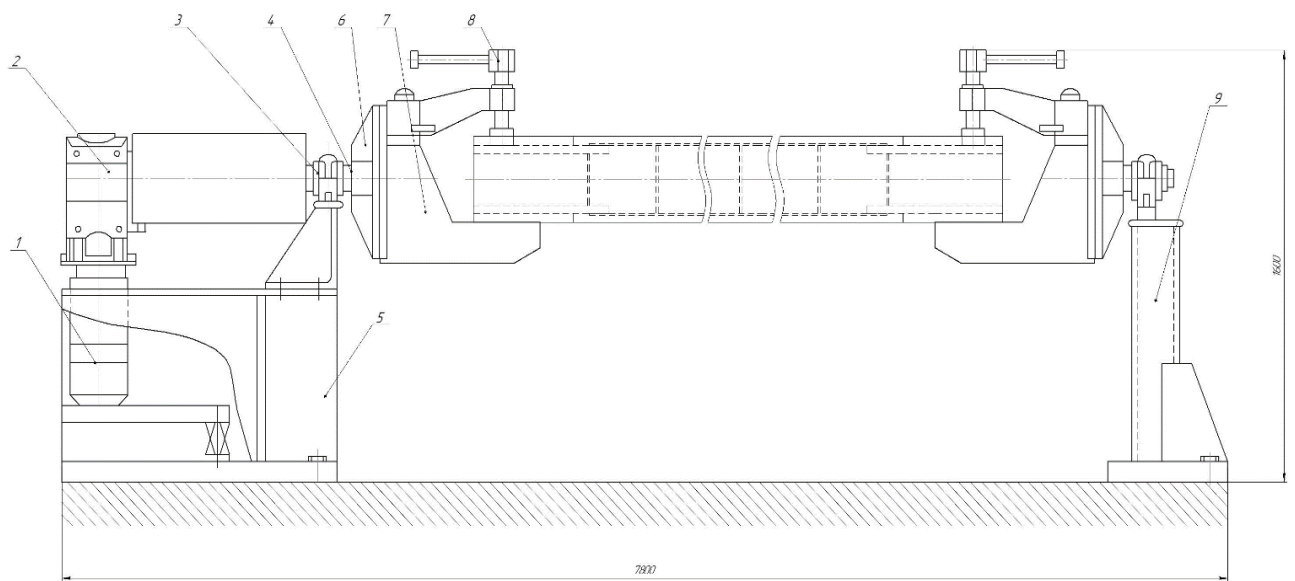
В якості механізму подачі дроту при роботизованому зварюванні використовують ESAB Aristo RoboFeed 3004w, це комплексна установка подачі, яка містить систему регулювання приводу і робочі функції продувки газом і

поштовхової подачі дроту вперед-назад. Цифрове керування джерела живлення дозволяє проводити точне регулювання швидкості за допомогою цифрового енкодера на швидкостях 0,8 – 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 3004w представлені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Технічні характеристики роботизованого комплексу для зварювання поясних швів

Параметр	Значення
Робот FANUC M710iC/12L	
Максимальне навантаження на кисть, кг	12
Досяжність, мм	3123
Кількість осей, шт.	6
Повторюваність, мм	±0,09
Середнє споживання енергії, кВт	2,5
Маса, кг	540
Джерело живлення ESAB Origo Mig 4002c	
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	800x640x835
Механізм подачі ESAB Aristo RoboFeed 3004w	
Швидкість подачі дроту, м/хв	0,8 – 30
Діапазон діаметрів дроту, мм	0,8 – 1,6
Маса, кг	7,3

Для кантування зварюваної балки в процесі зварювання поясних швів використовується двостійковий безрамний кантувач (рис. 4.5). Конструкція кантувача включає дві стійки приводну і підтримуючу. На приводній стійці 5 змонтований механізм приводу кантувача, що включає електродвигун 1 і редуктор 2. Обертаючий момент від редуктора передається на шпindel 4 через втулочно-пальцеву муфту 3. Шпindel 4 встановлений на планшайбі 6, яка кріпиться до опорної площадки 7. Опорна площадка 7 кріпиться до підтримуючої стійки 9. Гвинтовий затиск 8 кріпиться до шпинделя 4. Довжина кантувача становить 7800 мм, а висота підтримуючої стійки становить 1200 мм.



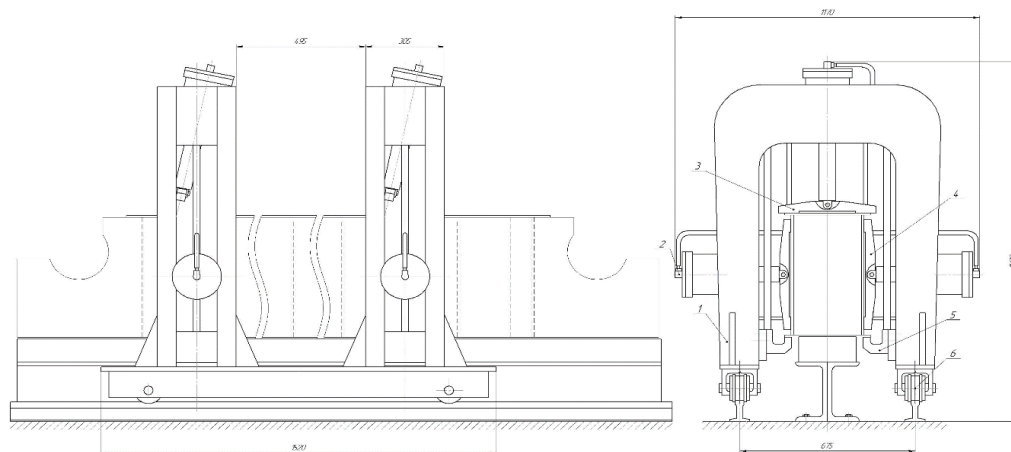
Умовні позначки:

- 1 – електродвигун;
- 2 – редуктор;
- 3 – муфта;
- 4 – шпindel;
- 5 – приводна стійка;
- 6 – планшайба;
- 7 – опорна площадка;
- 8 – гвинтовий затиск;
- 9 – підтримуюча стійка

Рисунок 4.5 – Двостійковий безрамний кантувач

На другому кінці шпинделя змонтована планшайба 6 із захватом для закріплення зварюваного вузла. Захват включає консольний опорний майданчик 7 і поворотний гвинтовий притиск 8. На підтримуючій стійці 9 змонтовано аналогічний захват. Цей захват з'єднаний з віссю, кінець якої розміщений в підшипниковому щиті стійки.

Для складання на прихватках кінцевої балки використовують самохідний портал (рис. 4.6).



Умовні позначки:

- 1 – рама;
- 2 – розподільний кран;
- 3 – вертикальний пневмоприжим;
- 4 – горизонтальний пневмоприжим;
- 5 – захват;
- 6 – колесо

Рисунок 4.6 – Самохідний портал для складання балки

Портал складається з двох зварних рам 1, які переміщуються на колесах 6, вертикального 3 і горизонтальних 4 пневмоприжимів і захватів 5. Захвати і вертикальний притиск складають замкнуту силову систему, що розвантажує раму і ходові колеса portalу від вертикальних зусиль. Повітря від цехової мережі підводиться до пневмоциліндр притисків через розподільні крани 2. Технічні характеристики самохідного portalу представлені в табл. 4.5 [14].

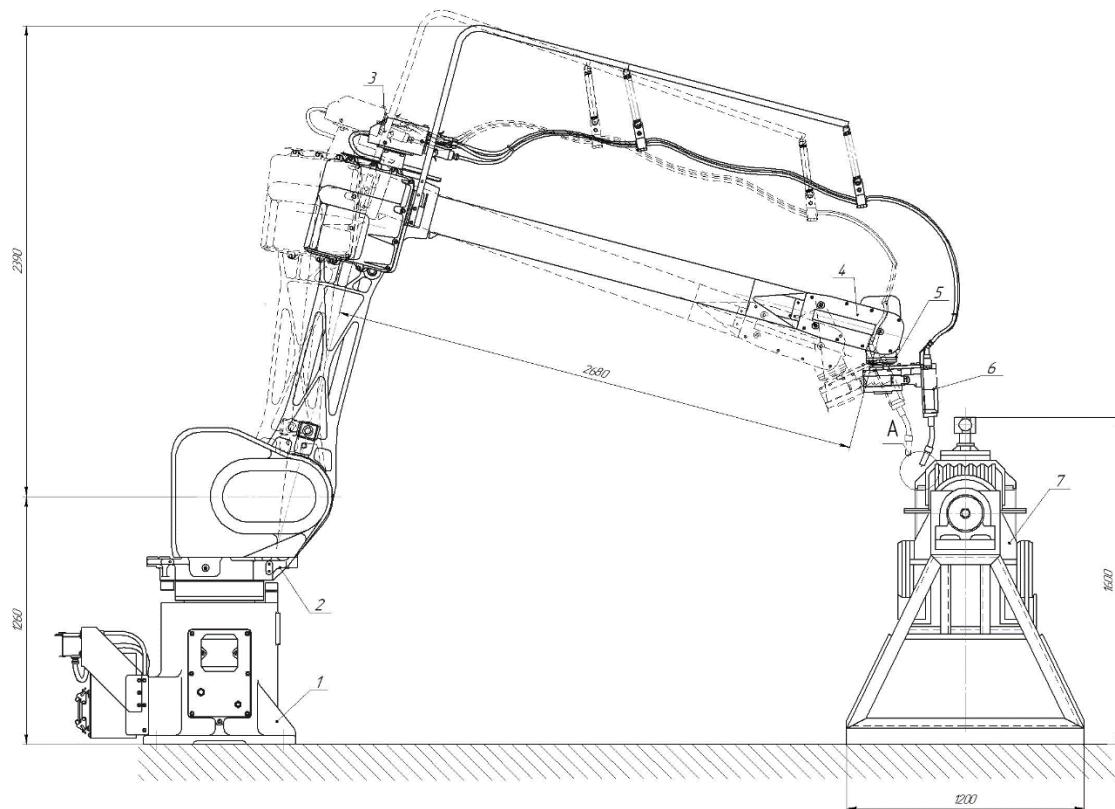
Таблиця 4.5 – Технічні характеристики самохідного порталу

Параметр	Значення
Розміри зібраних балок, мм:	
висота	500 – 780
ширина	200 – 430
Кількість притисків, шт.:	
вертикальних	2
горизонтальних	4
Зусилля притиснення, кгс	1000

4.2 Компонування установки з уніфікованих вузлів

Зварювання поясних швів кінцевий балки мостового крана виконують на роботизованій установці, що складається з шестиосевого робота FANUC M710iC/12L і універсального двостійкового безрамного кантувача (рис. 4.7).

Робот закріплений на підставці 1 і може обертатися навколо своєї осі на каруселі 2, зварювальний пальник 6 кріпитися на кисті робота 5 яка знаходиться на кінці руки 4. На вершині робота встановлений механізм подачі 3 для подачі дроту. Завдяки шести незалежним сервоприводам встановлених на кожній із шести осей, кисть робота в процесі зварювання переміщається з високою точністю $\pm 0,09$ мм по всій довжині шва. Кожна вісь при русі займає необхідне положення для забезпечення точного руху по заданій траєкторії.



Умовні позначки:

- 1 – підставка;
- 2 – карусель;
- 3 – механізм подачі;
- 4 – рука;
- 5 – кість;
- 6 – зварювальний пальник;
- 7 – кантувач.

Рисунок 4.7 – Роботизована установка для зварювання поясних швів

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

У розділі представлені організація виробництва, планування витрат на виробництво, ефективність і результативність для дільниці складання і зварювання кінцевої балки.

5.1 Організація виробництва продукції

5.1.1 Технічне нормування операцій

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

- пронормувати операції технологічного процесу;
- встановити готову виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання та виробничу площу дільниці;
- 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 кінцевої балки мостового крану представлені в табл. 5.1

Таблиця 5.1 – Технічне нормування операцій

№ Операції	Найменування операції	Норма штучного часу за старою технологією, н/год	Норма штучного часу за новою технологією, н/год
5	Підготовка кромek	0,66	0,66
10	Складання діафрагм з верхнім поясом	0,85	0,85
15	Зварювання діафрагм з верхнім поясом	0,38	0,38
20	Складання бічних стінок з верхнім поясом	0,72	0,72
25	Контроль геометричних розмірів	0,25	0,25
30	Зварювання внутрішньої частини балки	0,53	0,53
35	Перевірити якість зварних швів візуальним оглядом	0,45	0,45
40	Збирання посадочних платиків і поперечних стінок з балкою	0,73	0,73
45	Зварювання посадочних платиків і поперечних стінок з балкою	0,79	0,79
50	Збирання нижнього пояса з балкою	0,40	0,40
55	Зварювання поясних швів	2,05	1,07
60	Збирання і зварювання пластин поз.7 з балкою	0,77	0,77
65	Остаточний контроль якості	1,05	1,05
Всього		9,63	8,65

На основі визначених норм часу по виготовленню виробу встановлюємо річну виробничу програму виробів в натуральних одиницях та в нормо-годинах. Розрахунок виробничої програми діляниці наведений в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Виробнича програма виробу за рік

Найменування виробу	Норма часу на одиницю виробу, н/год	Виробнича програма	
		Одиниць	н/год
Кінцева балка	8,65	300	2595

5.1.2 Розрахунок кількості обладнання та площі діляниці

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою:

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

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;

$F_{\text{до}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, годин.

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

$$K_3 = \frac{G_o}{G_{po}} \quad (5.2)$$

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:

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

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

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

Для виконання технологічного процесу збирання та зварювання кінцевої балки мостового крану необхідно наступне обладнання: напівавтомата FastMig M 520, робота FANUC M710iC/12L, випрямляч ESAB Origo Mig 4002c з подаючим механізмом ESAB Aristo RoboFeed 3004w, двостійковий безрамний кантувач, самохідний портал для збирання. Усі розрахунки по обладнанню наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – 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	0,83	1	0,83	27	27
Робота FANUC M710iC/12L	0,17	1	0,17	2,5	2,5
Випрямляч ESAB Origo Mig 4002с з подаючим механізмом ESAB Aristo RoboFeed 3004w	0,17	1	0,17	22	22
Двостійковий безрамний кантувач	0,17	1	0,17	10	10
Самохідний портал для збирання	0,82	1	0,82	8	8
Усього	2,16	5	0,43	-	69,5

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

5.1.3 Розрахунок чисельності персоналу дільниці

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

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

де R_o – чисельність основних виробничих робітників;

m – кількість видів робіт;

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

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

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

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

Дійсний річний фонд часу роботи робітника визначається за формулою:

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

де $F_{ном}$ – береться для однозмінного режиму 2080 год;

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

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

Чисельність допоміжних робітників по професіям розраховується за нормами обслуговування.

Чисельність керівників та спеціалістів дільниці розраховується за штатним розкладом. Загальна чисельність персоналу дільниці наведена в таб. 5.4.

Таблиця 5.4 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність, осіб	У тому разі за розрядом						У т.ч. за змінami	
		I	II	III	IV	V	VI	I	II
Робітники:									
Основні									
1. Слюсар	1				1			1	
2.Зварювальник напіваавтоматичного 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	

5.2 Планування витрат на виробництво

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

5.2.1 Матеріальні витрати

Вартість основних та допоміжних матеріалів розраховується на основі норм використання та цін. Крім того необхідно враховувати транспортно-заготівельні витрати (від 5% до 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 табл. 5.5.

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 табл. 5.6.

Таблиця 5.5 – 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.
Верхній пояс	1	3060	300	964
Опорна пластина	2	300	600	189
Кінцева пластина	2	610	600	385
Посадковий платик	4	1740	1200	2192
Упор	2	65	600	81
Нижній пояс	1	2610	300	823
Пластина	2	180	600	114
Поперечна стінка	2	165	600	104
Діафрагма	3	165	900	156
Повздовжня стінка	2	3850	600	2426
Усього	-	-	-	7434

Таблиця 5.6 – 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	89,3 кг	26790 кг	49	1312,71
Захисний газ, 92%Ar + 8%CO ₂ , ДСТУ ISO 14175-2010	3700 л	1110000 л	0,1	111
Усього	-	-	-	1423,71

5.2.2 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. 5.7) 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 5.7 – Розрахункова вартість обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн.	Кількість одиниць	Балансова вартість, грн.
Напівавтомата FastMig M 520	90200	1	99220
Робота FANUC M710iC/12L	540000	1	594000
Випрямляч ESAB Origo Mig 4002c з подаючим механізмом ESAB Aristo RoboFeed 3004w	156000	1	171600
Двостійковий безрамний кантувач	110000	1	121000
Самохідний портал для збирання	210000	1	231000
Усього	1106200	5	1216820

Розрахунок вартості основних засобів, амортизаційних відрахувань, структури основних засобів наведено в табл. 5.8.

Таблиця 5.8 – 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

5.2.3 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 формами оплати праці.

Заплановані доплати і премії приймаються у розмірі від 50% до 60% від основної заробітної плати. Премії з прибутку складають для робітників – 15% до основної заробітної плати, для керівників і спеціалістів – 40%.

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

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

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:

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

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. 5.9.

Таблиця 5.9 – Розрахунок розцінки за операціями

Найменування операції	Норма часу, н-годин	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Підготовка кромки	0,66	IV	50	33
Складання діафрагм з верхнім поясом	0,85	V	65	55,25
Зварювання діафрагм з верхнім поясом	0,38	V	65	24,7
Складання бічних стінок з верхнім поясом	0,72	V	65	46,8

Продовження таблиці 5.9

Контроль геометричних розмірів	0,25	IV	50	12,5
Зварювання внутрішньої частини балки	0,53	V	65	34,45
Перевірити якість зварних швів візуальним оглядом	0,45	IV	50	22,5
Збирання посадочних пластиків і поперечних стінок з балкою	0,73	V	65	47,45
Зварювання посадочних пластиків і поперечних стінок з балкою	0,79	V	65	51,35
Збирання нижнього пояса з балкою	0,40	V	65	26
Зварювання поясних швів	1,07	V	65	69,55
Збирання і зварювання пластин поз.7 з балкою	0,77	V	65	50,05
Остаточний контроль якості	1,05	IV	50	52,5
Усього	8,65	-	-	526,10

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

$$З_{\text{погод.}} = C_1 \cdot K_{\text{тар.сер.}} \cdot F_{\text{др}} \cdot R_{\text{доп}} \quad (5.8)$$

де C_1 – часова тарифна ставка 1-го розряду;

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

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

$$K_{\text{тар.сер.}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i \cdot R_{\text{доп.}i}}{R_{\text{доп}}} \quad (5.9)$$

де m – кількість розрядів допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду;

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

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

$$З_{\text{погод.}} = 48 \cdot 1,5 \cdot 1830,4 \cdot 2 = 263578 \text{ грн.}$$

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

Фонд оплати праці наведено в табл. 5.10.

Таблиця 5.10 – 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	157830	78915	236745	23675	260420	7234	57292
Допоміжні робітники	2	263578	131789	395367	39537	434904	18121	95679
Керівники	1	96000	48000	144000	38400	182400	15200	40128
Спеціалісти	1	78000	39000	117000	31200	148200	12350	32604
Усього	7	595408	297704	893112	132812	1025924	13227	225703

5.2.4 Собівартість виробу

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

5.2.4.1 Прямі витрати

1. Основні та допоміжні матеріали – 1423,71 тис. грн.
2. Купівельні комплектуючі вироби та напівфабрикати – 7434 тис. грн.
3. Основна заробітна плата основних робітників – 157830 грн.
4. Додаткова заробітна плата основних робітників – 78915 грн.
5. Відрахування до єдиного соціального внеску – 57292 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:

$$З = Sk \cdot W \quad (5.10)$$

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

W – річні витрати електроенергії яка споживається обладнанням.

$$W = \sum P_d \cdot F_{до} \cdot \eta_s \quad (5.11)$$

де $\sum P_d = 69,5$ кВт – сумарна потужність двигунів;

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

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

$$W = 69,5 \cdot 1872 \cdot 0,8 = 104083 \text{ кВт} \cdot \text{годин}$$

$$З = 2,68 \cdot 104083 = 278942 \text{ грн.}$$

5.2.4.2 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:

$$E_s = C \cdot F_{до} \cdot W \cdot K_3 \cdot K_s \quad (5.12)$$

де C – ціна 1 кВт електроенергії, грн.;

K_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

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

$$E_s = 2,68 \cdot 1872 \cdot 69,5 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 223154 \text{ грн.}$$

– вартість освітлювальної енергії розраховується за формулою:

$$E_{os} = \frac{C \cdot q \cdot S \cdot F_{os}}{1000} \quad (5.13)$$

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:

$$Q_{\text{п}} = \frac{d_{\text{т}} \cdot T_o \cdot V \cdot \text{Ц}_{\text{п}}}{540 \cdot 1000} \quad (5.14)$$

де $d_{\text{т}} = 14$ ккал/чол - питома витрата тепла на 1 м^3 будівлі;

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

$V = 1137,5 \text{ м}^3$ – 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 – 3240 грн.

2. Заробітна плата допоміжних робітників, керівників, спеціалістів та відрахування до єдиного соціального внеску – 933915 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 – 69074 грн.

Складаємо кошторис загально виробничих витрат, який наведено в табл.

5.11.

Таблиця 5.11 – Кошторис загальновиробничих витрат

Найменування статей витрат	Сума, грн.
1. Утримання обладнання, робочих місць, будівель та споруд, інвентарю	283199
2. Заробітна плата допоміжних робітників, керівників, спеціалістів та відрахування до єдиного соціального внеску	933915
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	69074
Усього	1450558

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

Розраховується процент загальновиробничих витрат за формулою:

$$\alpha = \frac{\Sigma \text{ЗВВ}}{\text{ЗПо}} \cdot 100 \quad (5.15)$$

де ЗВВ – загальновиробничі витрати;

ЗПо – заробітна плата основних робітників.

$$\alpha = \frac{1450558}{260420} \cdot 100 = 557\%$$

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

$$ЗВВі = \frac{\alpha}{100} \cdot Зoi \quad (5.16)$$

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

$$ЗВВі = \frac{557}{100} \cdot 526,10 = 2930 \text{ грн.}$$

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. 5.12.

Таблиця 5.12 – Калькуляція собівартості зварювальних робіт

Статті витрат	Витрати	
	всього витрат, грн.	на один., грн.
1. Основні та допоміжні матеріали	1423710	4745
2. Купівельні комплектуючі та напівфабрикати	7434000	24780
3. Основна заробітна плата основних робітників	157830	526

Продовження таблиці 5.12

4. Додаткова заробітна плата основних робітників	78915	263
5. Відрахування до єдиного соціального внеску основних робітників	57292	191
6. Паливо та енергія на технологічні цілі	278942	930
7. Загальновиробничі витрати	1450558	4835
8. Собівартість виробнича	10881247	36270
9. Адміністративні витрати	632112	2107
10 Витрати на збут	217625	725
11. Собівартість повна	11730984	39103

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

$$C_{\text{пр}} = C_i + П + \text{ПДВ} \quad (5.17)$$

де C_i – повна собівартість одиниці продукції, грн.;

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

ПДВ – податок на додану вартість (20%).

$$C_{\text{пр}} = 39103 + 9775 + 7820 = 56698 \text{ грн.}$$

5.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

Порівняльна економічна ефективність полягає у визначенні найбільш економічного варіанта рішення господарської задачі.

Показник приведених витрат:

$$З = Ci + E_n \cdot Ki \quad (5.18)$$

Показник приведених витрат за проектною технологією:

$$З_2 = 39103 + 0,15 \cdot 4759 = 39817 \text{ грн.}$$

Показник приведених витрат за базовою технологією:

$$З_1 = 39503 + 0,15 \cdot 2847 = 39930 \text{ грн.}$$

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:

$$E = З_1 - З_2 \quad (5.19)$$

$$E = (39930 - 39817) \cdot 300 = 33900 \text{ грн.}$$

5.3.1 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:

$$ПП = \frac{C_n}{R} = \frac{11730984}{7} = 1675855 \text{ грн./осіб} \quad (5.20)$$

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

R – чисельність персоналу, осіб.

8. Фондовіддача, грн./грн.:

$$f = \frac{C_n}{\Phi_{\text{осн}}} = \frac{11730984}{1427566} = 8,22 \text{ грн./грн.} \quad (5.21)$$

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

9. Коефіцієнт завантаження обладнання ділянки;

10. Фондомісткість, грн./грн.:

$$f' = \frac{\Phi_{\text{осн}}}{C_n} = \frac{1427566}{11730984} = 0,12 \text{ грн./грн.} \quad (5.22)$$

11. Собівартість одиниці продукції, грн.;

12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.

Розрахунок показників ефективності та результативності наведений в табл. 5.13.

Таблиця 5.13 – Показники ефективності та результативності

Найменування показника	Значення показника
1. Річний випуск виробів:	
– в натуральному вимірі, одиниць	300
– за трудомісткістю, нормо-годин	2595
– в грошовому виміру, грн.	11730984
2. Виробнича площа ділянки, м ²	216
3. Вартість основних засобів, грн.	1427566
4. Спискова чисельність персоналу усього, осіб:	
– основні робітники	3
– допоміжні робітники	2
– керівники і спеціалісти	2
5. Фонд оплати праці, грн.	1025924
6. Середня заробітна плата на місяць, грн.	13227
7. Продуктивність праці одного працівника, грн./осіб	1675855
8. Фондовіддача	8,22
9. Коефіцієнт завантаження обладнання ділянки	0,43
10. Фондомісткість	0,12
11. Собівартість одиниці продукції, грн.	39103
12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.	33900

Отриманий економічний ефект у розмірі 33900 грн. показує, що технологія зварювання кінцевої 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 кінцевої балки мостового крана методом зварювання у середовищі захисних газів.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

а) недоліки щодо організації навчання та перевірки знань з охорони праці, проведення інструктажів та надання інформації про можливі небезпеки;

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) електроофтальмія, причинами якої є ультрафіолетове випромінювання зварювальної дуги, що може призвести до ушкодження органів зору;

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

ж) 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;

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

и) неправильні дії персоналу в умовах надзвичайних ситуацій різного характеру, причинами яких є не підготовленість 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.

Розробка програм спеціальної теоретичної та практичної підготовки зварників здійснюється УАКЗ або атестаційною комісією. Програми, розроблені атестаційною комісією, підлягають узгодженню в УАКЗ.

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 (пускарів, трансформаторів, кнопок і інших), заземлювальних пристроїв, захисних блокувань. При виявленні несправностей до роботи не приступати, про несправності повідомити своєму безпосередньому керівнику.

Виконаємо розрахунок основних параметрів захисного заземлення.

Визначення необхідного опору штучного заземлювача R_u , Ом, якщо передбачається використання також природного заземлювача R_u , за формулою:

$$R_u = \frac{R_e R_3}{R_e - R_3} = \frac{12 \cdot 4}{12 - 4} = 6 \text{ Ом} \quad (6.1)$$

де R_e – опір розтіканню струму природних заземлювачів, Ом;

R_3 – розрахунковий нормований опір заземлювального пристрою (ЗП), Ом.

Визначення розрахункового питомого опору ґрунту за формулою:

$$\rho_B = \rho_{\text{вим}} \cdot \psi = 110 \cdot 1,3 = 143 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (6.2)$$

де ρ_B – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;

$\rho_{\text{вим}}$ – питомий опір землі, отриманий у результаті вимірів, Ом·м;

ψ – коефіцієнт сезонності, що враховує промерзання чи висихання ґрунту.

Обчислення опору розтіканню струму одиночного вертикального заземлювача, Ом. Для стрижневого заземлювача круглого перерізу, заглибленого в ґрунт розрахункова формула має вигляд:

$$R_B = \frac{\rho}{2\pi l_B} \left(\ln \frac{2 \cdot l_B}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t_B + l_B}{5 \cdot t_B - l_B} \right) \quad (6.3)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;

l_B – довжина вертикального стрижня, м;

d – діаметр перерізу стрижня, м;

t_B – відстань від поверхні ґрунту до середини довжини вертикального стрижня, яка обчислюється за формулою:

$$t_B = 0,8 + \frac{1}{2} l_B = 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 3 = 2,3 \text{ м} \quad (6.4)$$

$$R_B = \frac{143}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{5 \cdot 2,3 - 3} \right) = 48,5 \text{ Ом}$$

Розрахувати наближену (мінімальну) кількість вертикальних стрижнів:

$$n' = \frac{R_B}{R_u} = \frac{48,5}{6} = 8 \text{ шт.} \quad (6.5)$$

де R_B – опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача, Ом;

R_u – необхідний опір штучного заземлювача, Ом.

Якщо виходити з розмірів контуру:

$$n = \frac{P}{a} = \frac{32}{3} = 11 \text{ шт.} \quad (6.6)$$

де P – периметр прямокутника (приміщення), м. Який визначається за формулою:

$$P = 2 \cdot (L + B) = 2 \cdot (11 + 5) = 32 \text{ м} \quad (6.7)$$

де L – довжина приміщення, м;

B – ширина приміщення, м;

a – відстань між стрижнями, обумовлена зі співвідношення, м:

$$a = k \cdot l_B = 1 \cdot 3 = 3 \text{ м} \quad (6.8)$$

де l_B – довжина вертикального стрижня, м;

k – коефіцієнт кратності, який дорівнює 1, 2, 3 (для заглиблених стаціонарних заземлювачів).

Отриману кількість стрижнів округляють до більшого довідкового значення: $n = 12$ шт.

Визначення довжини горизонтальної смуги при конфігурації групового заземлювача – контур:

$$l_{\Gamma} = 1,05 \cdot a \cdot n = 1,05 \cdot 3 \cdot 12 = 37,8 \text{ м} \quad (6.9)$$

де n – кількість вертикальних стрижнів;

a – відстань між вертикальними стрижнями, м.

Обчислити опір розтіканню струму горизонтальної з'єднуючої смуги R_{Γ} , Ом. У випадку горизонтального смугового заземлювача розрахунок виконується за формулою:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho}{2\pi l_{\Gamma}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\Gamma}^2}{b_c \cdot t_{\Gamma}} \quad (6.10)$$

де ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;

l_{Γ} – довжина горизонтальної смуги, м;

b_c – ширина смуги, м;

t_{Γ} – відстань від поверхні ґрунту до середини ширини гори-зонтальної смуги, яка обчислюється за формулою:

$$t_{\Gamma} = 0,8 + \frac{1}{2} b_c = 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 0,046 = 0,823 \text{ м} \quad (6.11)$$

$$R_{\Gamma} = \frac{143}{2 \cdot 3,14 \cdot 37,8} \cdot \ln \frac{2 \cdot 37,8^2}{0,046 \cdot 0,823} = 6,74 \text{ Ом}$$

Розрахування еквівалентного опору розтіканню струму групового заземлювача:

$$R_{\Gamma} = \frac{R_B R_{\Gamma}}{R_B \cdot \eta_{\Gamma} + R_{\Gamma} \cdot \eta_B \cdot n} = \frac{48,5 \cdot 6,74}{48,5 \cdot 0,326 + 6,74 \cdot 0,55 \cdot 12} = 5,42 \text{ Ом} \quad (6.12)$$

де R_B – опір розтікання струму одиночного вертикального заземлювача, Ом;

R_T – опір розтікання струму горизонтальної смуги, Ом;

η_B, η_T – коефіцієнти використання вертикальних стрижнів і горизонтальної смуги, Ом;

n – кількість вертикальних стрижнів.

Отриманий опір розтіканню струму групового заземлювача не повинен перевищувати необхідний опір.

$$R_T \leq R_{и}$$

$$5,42 \text{ Ом} \leq 6 \text{ Ом}$$

Умова виконується.

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 захаращувати 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»;

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

є) для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища на ділянці для зварювання передбачено влаштування загально обмінної механічної вентиляції згідно ДСТУ 12.4.021-75 «Система стандартів

безопасности 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 стандартов безопасности 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 дільниці

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

Молибден, 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 забезпечення встановлених норм мікрокліматичних параметрів і чистоти повітря в дослідницькій лабораторії використовується кондиціонер. У

приміщенні повинен забезпечується приплив свіжого повітря, кількість якого становить 50-60 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).

ж) 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 люксметра.

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 ділянки 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

Для виключення можливості загорянь, внаслідок порушення правил пожежної безпеки, необхідно проводити інструктаж і перевірку знань правил пожежної безпеки, відповідно до НПАОП 28.52-1.15-60 «Правила по техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах», НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України» і НПАОП 0.00-4.12-05«Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці ».

Ділянка складання і зварювання, згідно НАПББ 03.002 - 2007 «Норми визначення категорій приміщень, будівель і зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відноситься до категорії «Г», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається як «С».

Площа ділянки складає 175 м². Виходячи з цього, згідно НАПБ.03.001-2004 «Типові норми причетності вогнегасників» вибирається три порошкових вогнегасника ємністю 12 літрів.

На ділянці розташований пожежний щит. До складу щита входить:

- вогнегасник - 3 шт.;
- ящик з піском - 1 шт.;
- покривало розміром 2 х 2 - 1 шт.;
- гаки - 3 шт.;
- лопати - 2 шт.;
- лом - 2 шт.;
- сокира - 2 шт.

6.4.2 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях

Цивільний захист на підприємстві, в установі, організації (далі – об'єкті) організується з метою своєчасної підготовки об'єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення заходів по евакуації, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об'єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення НС і оповіщення працівників цих об'єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про

цивільну оборону України" власники таких об'єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах). Відповідно до затвердженої Державної цільової соціальної програми розвитку цивільного захисту, вищезазвані локальні системи мають бути створені до 2013 року на всіх об'єктах підвищеної небезпеки.

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе керівник цього об'єкта, він є начальником ЦЗ об'єкта і підпорядковується своєму старшому начальнику (міністерства чи відомства), а в оперативному відношенні начальнику цивільного захисту міста чи району.

Начальник цивільного захисту об'єкта несе відповідальність за:

- створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на підпорядкованому об'єкті;
- забезпечення захисту персоналу (а на об'єктах підвищеної небезпеки і за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах) під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;
- організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;
- створення і організацію роботи системи оповіщення на об'єкті;
- створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії об'єкта;
- постійну готовність органів управління і невоєнізованих формувань об'єкта до функціонування в мирний і воєнний час;
- фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;
- підготовку і навчання персоналу до дій у НС.

Наказом начальника ЦЗ об'єкта призначаються заступники (як варіант – з евакуації, інженерно-технічної частини, з матеріально-технічного постачання, з оперативних питань).

Органом управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту об'єкта є штаб цивільної оборони та надзвичайних ситуацій (штаб ЦО та НС) (далі – штаб ЦО).

Штаб ЦО очолює начальник штабу, який є першим заступником начальника ЦЗ об'єкта. До складу штабу входять заступники начальника штабу і необхідні спеціалісти. Штаб комплектується як штатними працівниками ЦЗ об'єкта так і посадовими особами підприємства, не звільненими від виконання своїх основних обов'язків.

Начальник штабу ЦО відповідає за безпосередню організацію та функціонування сил і засобів цивільного захисту під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Він має право віддавати розпорядження з питань цивільної оборони, захисту від НС техногенного, природного та воєнного характеру від імені начальника цивільного захисту об'єкту.

Начальник штабу ЦО несе відповідальність за:

- організацію своєчасного оповіщення і збору персоналу об'єкта;
- організацію роботи і узгодженість дій створених на об'єкті органів управління і структурних підрозділів цивільного захисту;
- розробку планової документації з питань цивільного захисту, її своєчасне уточнення і коригування;
- стан готовності особового складу невоєнізованих формувань цивільного захисту до дій за призначенням;
- своєчасне доведення до виконавців рішень начальника цивільного захисту та організацію контролю за їх виконанням;
- організацію збору і аналізу інформації щодо вірогідного виникнення надзвичайних ситуацій, відпрацювання пропозицій щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від їх наслідків;

– виконання заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкта в воєнний час та при виникненні надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру;

– організацію взаємодії з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;

– організацію спеціальної підготовки і підвищення кваліфікації персоналу у сфері цивільної оборони, захисту від надзвичайних ситуацій.

Для виконання завдань цивільного захисту на об'єкті створюються невоєнізовані формування. Вони поділяються на формування загального призначення (наприклад, рятувальні загони, команди, групи) і формування служб (команди, групи, дружини, ланки, пости).

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 діляниць 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».

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті розроблялась технологія складання та зварювання кінцевої балки мостового крану ГП-32 т, з проектування зварювальної ділянки.

Базовою технологією зварювання кінцевої балки є напівавтоматичне зварювання в середовищі захисних газів при зварюванні внутрішньої частини балки 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 M710iC/12L, механізм подачі ESAB Aristo RoboFeed 3004w та джерела живлення ESAB Origo Mig 4002с. Для кантування балки при зварюванні використовується універсальний двостійковий безрамний 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 кінцевої балки дозволить отримати економічний ефект у розмірі 33900 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 / А. Г. Косилова, М. Ф. Сухов. - 2-е изд., перераб. - Москва: Машиностроение, 1982. - 301 с.

2. EN 10025-2:2004 – Технические условия поставки для нелегированных конструкционных сталей

3. Иванченко Ф.К. и др. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. - Вища школа. – Киев, 1978. - 576 с.

4. Сварка и свариваемые материалы: В 3-х т. Т. 1. Свариваемость материалов. Справ. изд. / Под ред. Э. Л. Макарова – М.: Металлургия, 1991, - 528 с.

5. Каримов А.Е., Боченин В.И. Технологии, стандарты, преимущества и особенности применения роботизированной сварки // Молодой учёный. – 2017. - №45 – с. 53-55.

6. Лукьянов В.Ф. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях: учебное пособие для студентов специальности 150202 "Оборудование и технология сварочного производства" / В. Ф. Лукьянов, В. Я. Харченко, Ю. Г. Людмирский. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 314 с.

7. 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

8. ДСТУ ISO 14175-2010 – Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов

9. 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

10. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. - М.: Машиностроение, 1974. - 240 с.

11. Виноградов В.С. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки. Москва: изд. "Высшая школа", "Академия", 1997 г., - 391 с.

12. Биковський О. Г., Пінковський І. В. Довідник зварника. – К.: Техніка, 2002. – 336 с.

13. Сварка и резка материалов: Учеб. пособие / [М. Д. Банов и др.]; Под ред. Ю. В. Казакова. - 3. изд., стер. - М.: Academia, 2003 (ГУП Саратов. полигр. комб.). – 398 с.

14. Гитлевич А.Д. Альбом механического оборудования сварочного производства: / А. Д. Гитлевич, Л. А. Животинский, А. И. Клейнер. - Москва: Высш. школа, 1974. - 159 с.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Разраб.	Коханов	
Провер.	Биковський	
Н.конт.	Шумикін	
Листов 4		Лист 1

	ГКІЮ 186819.000 ПЗ	
	ДП	

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ПОГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

на технологічний процес збирання та зварювання кінцевої
балки мостового крану ГП-32 т

ЗАТВЕРДЖУЮ

Нормоконтроль к.т.н., Шумикін С.О.

Дата

Введено у виробництво

Акт № _____ Дата _____

Зав. кафедрою ОТЗВ д-р техн. наук, проф. Овчинников

Дата 16.12.2019

Комплект документів

відповідає

ТД

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листов 4		Лист 3	
Разраб.			Коханов								ГКІЮ 186819.000 ПЗ			
Пров.			Биковський											
Н. контр.			Шумикін											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код. наименование операции						Обозначение документа			
Б	Код. наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Наименование детали сб. единицы или материала				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
А 22	25 Контроль													
Б 23	Рулетка													
О 24	Виконати контроль геометричних розмірів балки						IV				0,25			
О 25	або бензином і зібрати їх для зварювання.													
Т 26														
А 27	30 Дугове зварювання													
Б 28	Самохідний портал; FastMig М 520													
О 29	Зварювання внутрішньої частини балки						V				0,55			
М 30	ESAB OK Aristorod 12.50													
Р 31	Ізв= 340-360А													
А 32	35 Контроль якості													
Б 33	Шаблони; Лупа													
О 34	Перевірити візуальним оглядом зварні з'єднання						IV				0,5			
О 35	на наявність дефектів													
Т 36														
А 37	40 Збирання													
Б 36	Самохідний портал; FastMig М 520													
О 38	Виконати збирання посадочних платиків з балкою						V				0,33			
Т 39														
40														

[illegible]

