

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ
КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Відділення транспорту та інженерної механіки

Циклова комісія зварювальних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

на тему: Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
стояка рекламного щита

Виконав: студент II курсу, групи ПМ-422ск
Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Віталій СІНЬКЕВИЧ

Керівник

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

Рецензент

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Відділення	транспорту та інженерної механіки
Циклова комісія	зварювальних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень	фаховий молодший бакалавр
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
Марія ДРАНІВСЬКА

« 11 » травня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

СІНЬКЕВИЧУ Віталію Сергійовичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
стояка рекламного щита

Керівник роботи ПІДГУРСЬКИЙ Микола Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від 20. 04. 2026 року № 4/9-200

Термін подання студентом роботи 19.06.2026р.

Вихідні дані до роботи креслення виробу, базовий технологічний процес
виготовлення виробу

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу
(конструкції) та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного
виробу (конструкції)

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварного виробу
(конструкції) і витрат матеріалів та електроенергії

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при
виготовленні виробу чи конструкції

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Пожежна безпека на зварювальній дільниці

5.2 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення стояка рекламного щита

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення стояка рекламного щита – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення стояка рекламного щита – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення складально-зварювального кондуктора – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення роликового обертача – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний розділ	Наталія ІГНАТОВА, викладач	(підпис)	(підпис)
		(дата)	(дата)
Охорона праці	Геннадій ГОРЯЧЕК, викладач	(підпис)	(підпис)
		(дата)	(дата)

Дата видачі завдання 18.05.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	21.05.2026	
2	Технологічний розділ	25.05.2026	
3	Конструкторський розділ	03.06.2026	
4	Організаційно-економічний розділ	08.06.2026	
5	Охорона праці	11.06.2026	
6	Графічна частина	15.06.2026	
7	Перевірка на плагіат	19.06.2026	

Студент

(підпис)

Віталій СІНЬКЕВИЧ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення стояка рекламного щита є вдосконалення вже наявного заводського варіанту зі зміною способу зварювання, обладнання, матеріалів та інших виробничих операцій. В загальному технологія виготовлення конструкції представлена заготівельними, складальними, зварювальними, опоряджувальними, допоміжними та контрольними операціями. Виконання економічних розрахунків дозволяє оцінити можливість доцільності застосування даного технологічного процесу у виробництві. Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці займають важливе місце у технологічних процесах виготовлення конструкцій, оскільки від цього безпосередньо залежить здоров'я працівників підприємства.

ANNOTATION

Welding processes have an important part in the manufacture technology of metal constructions. Complication of metal constructions can be of different levels. The feature of technological process are the improvement of factory process of billboard stand manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	7
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	11
1.3.4 Вимоги до складання	12
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	12
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	15
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	16
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	17
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	22
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	25
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	27
2.6.1 Заготівельні операції	27
2.6.2 Складальні операції	28
2.6.3 Складально-зварювальні операції	29

					<i>КР.422.23.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сінькевич В.			Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготовлення стояка рекламного щита Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Підгурський					4	66
Реценз.						ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
Н. Контр.		Залуцька						
Затв.		Дранівська						

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	29
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	30
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	30
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	31
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	34
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	34
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	36
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	38
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	38
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	43
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	47
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	47
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	53
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	54
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	55
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	58
5.1	Пожежна безпека на зварювальній дільниці.	.	.	.	.	.	58
5.2	Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення						
	стояка рекламного щита	.	.	.	.	.	61
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	63
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	64
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	66

ВСТУП

Зварювання – це процес утворення нероз’ємних з’єднань матеріалів шляхом встановлення міжатомних зв’язків між деталями. Він здійснюється місцевим нагріванням, пластичною деформацією або їх поєднанням. Метод дозволяє з’єднувати як однорідні, так і різнорідні метали та їхні сплави, а також метали з окремими неметалевими матеріалами (керамікою, графітом, склом) і пластмасами.

Зварювання – це економічно ефективний, продуктивний і значною мірою механізований процес, який широко використовується в усіх сферах машинобудування.

Фізична сутність зварювання полягає у формуванні міцних міжатомних і міжмолекулярних зв’язків на поверхнях заготовок. Для цього необхідно:

- очистити зварювальні поверхні від забруднень, оксидів та сторонніх атомів;
- активувати поверхневі атоми, щоб полегшити їх взаємодію;
- зблизити поверхні настільки, щоб відстань між ними була співмірною з міжатомною у матеріалі.

Види зварювання класифікують за формою енергії, що використовується для утворення з’єднання. Виділяють три основні класи: термічний, термомеханічний і механічний.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Стояк рекламного щита складається з труби, підшви, сегмента та кутників. Для забезпечення високої міцності й жорсткості конструкцію виготовляють зі сталі марки 16ГС.

Для виготовлення стояка рекламного щита застосовують листовий прокат: сегмент товщиною 16 мм та підшву товщиною 20 мм. Використовується також профільна труба діаметром 325 мм зі стінкою 10 мм. Загальна висота конструкції становить 4,5 м.

Стояк слугує опорою для рами рекламного щита, призначеного для розміщення зовнішньої реклами. Загальний вигляд конструкції наведено на рисунку 1.1.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

До конструкції та її зварювання висуваються такі технічні вимоги:

- дотримання заданих розмірів;
- вибір режиму зварювання відповідно до типу з'єднання, товщини деталей, марки сталі та зварювальних матеріалів;
- очищення швів від шлаку;
- подальша обробка конструкції лише після проходження контролю якості;
- правлення після зварювання допускається за умови збереження міцності з'єднань.

Згідно зі стандартом, лицеві поверхні мають бути очищені від бризок. У конструкторській документації необхідно зазначати такі поверхні.

Грунтування та фарбування виконують лише після приймання виробу контролем. Правлення після зварювання допускається за умови збереження міцності з'єднань. На конструкції має бути тавро зварника,

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майстра чи бригадира, а додаткові технічні вимоги зазначаються у кресленнях.

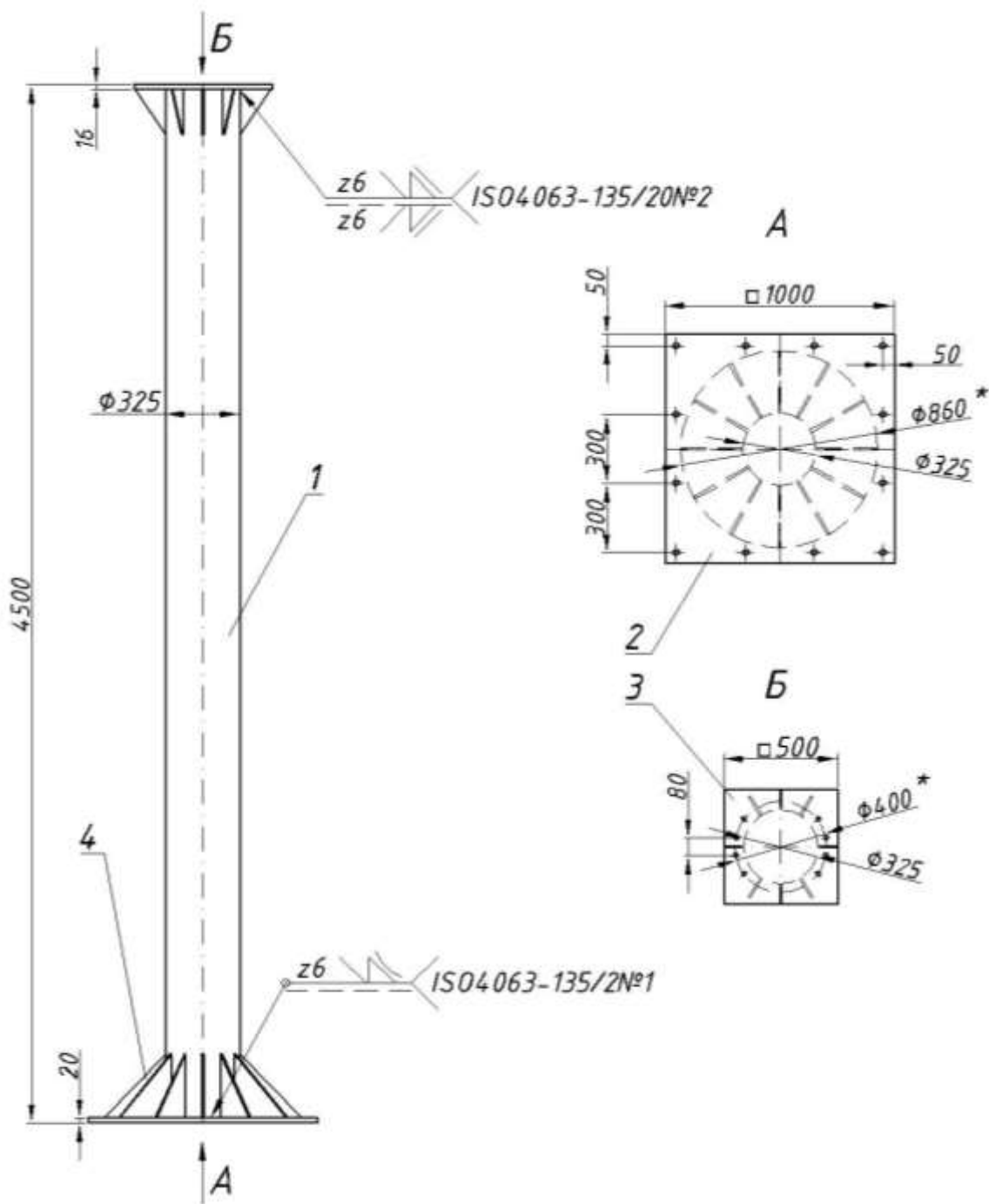


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд стояка рекламного щита

1 – труба, 2 – підшва, 3 – сегмент, 4 – кутник

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для виготовлення стояка рекламного щита застосовується конструкційна низьколегована сталь марки 16ГС. Її механічні властивості наведені в таблиці 1.1, а хімічний склад – у таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі 16ГС [1]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 , %
	МПа		
	не менше		
Прокат гарячекатаний	230	420	21

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі 16ГС [1]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu
			не більше				
0,12 – 0,18	0,9 – 1,2	0,44 – 0,7	0,035	0,040	0,30	0,30	0,30

Зварюваність – одна з ключових технологічних характеристик сталі, що визначає здатність матеріалу утворювати з'єднання, яке відповідає вимогам конструкції та умовам експлуатації. Технологічна зварюваність оцінюється як ступінь відповідності властивостей зварного шва властивостям основного металу.

Зварюваність металу визначають за результатами розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю (C_e) [2, с.127]:

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де C, Mn, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст відповідного елемента в сталі, %.

Отже:

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_e = 0,18 + \frac{1,2}{6} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,49 \quad \%$$

Оскільки еквівалентний вміст вуглецю перевищує 0,45, для запобігання утворенню тріщин перед зварюванням застосовують попередній підігрів до 350 °С.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Для отримання якісних зварних з'єднань необхідно застосовувати сертифіковані матеріали та напівфабрикати. У разі виявлення зовнішніх дефектів або відсутності сертифікатів їх допускають до виробництва лише після проведення хімічного аналізу, механічних випробувань та перевірки на зварюваність.

Напівфабрикати та деталі слід зберігати у закритих приміщеннях. Поверхневі дефекти сприяють накопиченню вологи й забруднень, що прискорює утворення іржі та знижує корозійну стійкість металу. Для її підвищення необхідно забезпечити чистоту поверхні та ретельно згладжувати дрібні нерівності.

Усі матеріали та напівфабрикати повинні супроводжуватися сертифікатами постачальника або паспортами. За їх відсутності допуск у виробництво можливий лише після випробувань для визначення характеристик. Якість і властивості матеріалів підтверджуються сертифікатами виробника, а при їх нестачі – висновками заводської лабораторії.

Зварювальний дріт перевіряють на чистоту поверхні та зберігають у середовищі, що виключає його забруднення й окислення. Захисні гази контролюють на відсутність шкідливих домішок і вологи.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Шорсткість поверхні – це показник нерівностей, виражений числовими значеннями, що характеризують відхилення на базовій довжині від ідеально гладкої поверхні заданої форми.

Міцність деталей значною мірою визначається шорсткістю поверхні. Руйнування при змінних навантаженнях часто спричинене концентрацією напружень у місцях нерівностей.

Основні вимоги:

- 1) зменшення шорсткості знижує ризик утворення поверхневих тріщин від втоми металу;
- 2) розміри деталей повинні відповідати кресленням у межах допусків;
- 3) низька шорсткість часто необхідна для забезпечення привабливого зовнішнього вигляду та зручності очищення поверхні.

Під час виготовлення та проектування стояка рекламного щита необхідно забезпечити точність геометричних розмірів і форми виробу. Це досягається шляхом:

- розроблення конструкції з урахуванням технологічних особливостей виробництва;
- правильного оформлення всіх зварних з'єднань із дотриманням вимог до обробки, підготовки кромки та допусків;
- застосування технологій, що запобігають виникненню напружень і деформацій.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Конструкція стояка та розташування зварних з'єднань повинні забезпечувати:

- виконання зварювання відповідно до встановлених вимог;

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- зручне розміщення нагрівальних пристроїв у разі місцевого підігрівання;
- можливість контролю якості зварних швів передбаченими методами;
- умови для проведення ремонту.

Властивості зварних з'єднань мають відповідати характеристикам основного металу, тому встановлюють мінімально допустимі показники міцності, ударної в'язкості та пластичності.

1.3.4 Вимоги до складання

Складання деталей і вузлів для зварювання слід виконувати у спеціальних пристосуваннях, стендах чи установках, що забезпечують точність виготовлення конструкції. Розміри основних деталей, які визначають габарити вузлів та виробу, необхідно встановлювати з урахуванням усаджування металу.

Прихоплення елементів конструкції слід виконувати лише у визначених місцях та у послідовності, встановленій технологічним процесом.

Під час складання під зварювання основний метал у місцях з'єднання слід очищати від іржі, мастила, вологи, окалини та інших забруднень, що можуть спричинити дефекти у зварних швах.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварного виробу гарантується за умови дотримання таких вимог:

- під час проектування проводити аналіз технологічності;
- витримувати параметри режиму зварювання;
- забезпечувати точність складання;
- використовувати лише якісні матеріали;
- здійснювати контроль зварювання відповідними методами;
- виключати наявність дефектів у зварних з'єднаннях.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи

Для виготовлення стояка рекламного щита застосовують заготовки з труби 325×10 та листовий прокат товщиною 16 і 20 мм.

Технологічний процес виготовлення стояка включає основні операції: розмічування, різання, підготовка кромки, складання, зварювання, зачищення, транспортування і контроль якості.

Розмічування деталей виконують на спеціальних станах. Матеріал ріжуть газополуменевим або механічним способом (кутові шліфувальні машинки). Кромки готують на стругальних верстатах. Заготовки очищають механічними та хімічними методами: забруднення, іржу й окалину видаляють шліфувальними машинками, а поверхню виробу знежирюють і травлять хімічними засобами.

Вимоги стосовно заготовок:

- можливість зварювання у складально-зварювальних пристосуваннях;
- зручний доступ до зон зварювання;
- виконання робіт у нижньому положенні;
- розташування швів на ділянках, що не зазнали значних пластичних деформацій під час попередніх операцій;
- отримання заданих кресленням розмірів та можливість їх контролю.

Стояк рекламного щита виготовляють методом напівавтоматичного дугового зварювання в захисних газах.

Зварювання виконують напівавтоматом Edon ECO MIG-287, призначеним для механізованого дугового процесу.

Зварювання виробу виконують на постійному струмі прямої полярності. Відстань від торця дроту до поверхні становить 1–3 мм, кут нахилу – 75°. Такий режим забезпечує стабільність процесу та формування якісного шва. Роботи проводять кутом уперед зварювальним дротом марки Св-08А.

Параметри режиму зварювання наведені в таблиці 1.3.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Таблиця 1.3 – Параметри режиму зварювання

Катет шва, мм	6
Діаметр електроду, мм	2,0
Швидкість зварювання м/год	26-28
Витрати газу л/хв	16-18
Струм зварювання, А	280-300

Контроль якості зварних з'єднань виробу включає три етапи:

1. Попередній контроль: перевірка кваліфікації зварювальника, стану обладнання та оснащення, наявності технічної документації, якості матеріалу заготовок, вимірювальних пристроїв та інструментів.

2. Операційний контроль: оцінка підготовки деталей, процесу складання та виконання зварювання.

3. Кінцевий контроль: застосування методів перевірки якості зварних з'єднань відповідно до стандартів, з урахуванням можливих дефектів та технічних вимог.

З огляду на виявлені недоліки слід:

- удосконалити процеси різання та зачищення заготовок для виготовлення стояка рекламного щита;
- розробити й впровадити технологію зварювання, що забезпечить вищу продуктивність та зменшить розбризкування металу;
- модернізувати ручні затискні пристрої;
- впровадити сучасніше виробниче обладнання.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

При виготовленні даного зварного виробу можливе застосування таких способів зварювання:

1. Ручне дугове зварювання (РДЗ): забезпечує якісне з'єднання, але потребує значних трудових витрат та оббивання шлаку.

2. Напівавтоматичне зварювання під флюсом: дає міцні шви, проте також вимагає видалення шлаку; ефективне для середніх довжин, тоді як шви стояка є короткими.

3. Напівавтоматичне зварювання в захисних газах: найдоступніший спосіб, не потребує очищення від шлаку, зменшує витрати ручної праці порівняно з попередніми методами.

4. Газове зварювання: можливе, але якість нижча; потребує використання горючих газів та спеціальної апаратури, суворого дотримання техніки безпеки; характеризується низькою продуктивністю та малою швидкістю.

З огляду на форму, геометричні та конструктивні параметри виробу, оптимальним є застосування напівавтоматичного зварювання в середовищі захисного газу, яке вирізняється доступністю та мобільністю.

Основні технічні переваги зварювання в середовищі захисного газу: простота виконання процесу, можливість застосування як у напівавтоматичному, так і в автоматичному режимі, зварювання швів у різних просторових положеннях, висока швидкість та якість отриманих з'єднань.

Для виготовлення стояка рекламного щита застосовують напівавтоматичне зварювання у середовищі вуглекислого газу. Схема процесу наведена на рисунку 2.1.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

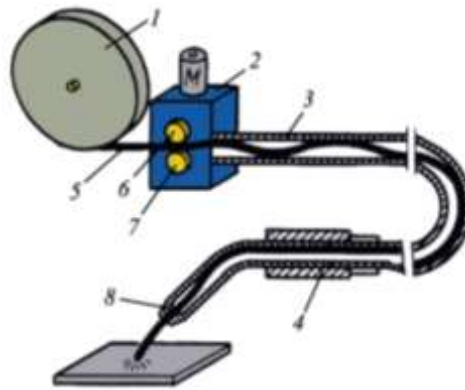


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі [3, с.163]

1 - котушка; 2 - механізм для подавання дроту; 3 - рукав; 4 -тримач; 5 - зварювальний дріт; 6 - коробка швидкостей ведучого та притискувального ролика; 7 –притискувальний ролик; 8 - наконечник; М - електродвигун

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Вибір зварювальних матеріалів є ключовим етапом технологічної розробки. Лише правильно підібрані основні та допоміжні матеріали забезпечують отримання високоякісних з'єднань із рівномірністю шва та основного металу. Від цього залежають механічні й фізико-хімічні властивості шва, що мають відповідати вимогам надійності конструкції під час експлуатації.

Під час вибору зварювальних матеріалів необхідно враховувати такі вимоги:

- забезпечення формування шва без пор;
- отримання з'єднань із високою технологічною міцністю.

Як захисний газ застосовують вуглекислий газ, що є найдоступнішим серед інших. При напівавтоматичному зварюванні основним матеріалом виступає зварювальний дріт, а допоміжним – CO₂. Для виготовлення стояка

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

використовується вуглекислий газ вищого сорту з допустимим вмістом домішок не більше 0,2%.

Для запобігання утворенню пор під час зварювання вуглецевих сталей у середовищі CO₂ було розроблено близько 30 марок електродного дроту. Їх класифікація ґрунтується на властивостях металу шва, що визначають придатність дроту для конкретних марок сталі відповідно до технічних умов та державних стандартів (ДСТУ). Ці характеристики відображаються в умовному позначенні дроту, структура якого встановлена стандартом.

Для зварювання виробу використовується дріт марки Св-08ГС. Він забезпечує високу міцність при достатній пластичності та рівномірності шва з основним металом завдяки якісному легуванню й ефективному розкисленню зварювальної ванни.

Хімічний склад зварювального дроту наведений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08ГС [4 ,с.87]

Марка дроту	Вміст, %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08ГС	0,10	1,40-1,70	0,60-0,85	0,20	0,25	0,025	0,030

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

При визначенні параметрів режиму зварювання необхідно забезпечити отримання швів заданих розмірів, форми та якості. Тому доцільніше виконувати не вибір, а розрахунок параметрів. Стояк рекламного щита зварюється тавровими з'єднаннями, тож розрахунок проводиться для кутового шва з катетом 6 мм. Схема такого з'єднання наведена на рисунку 2.2.

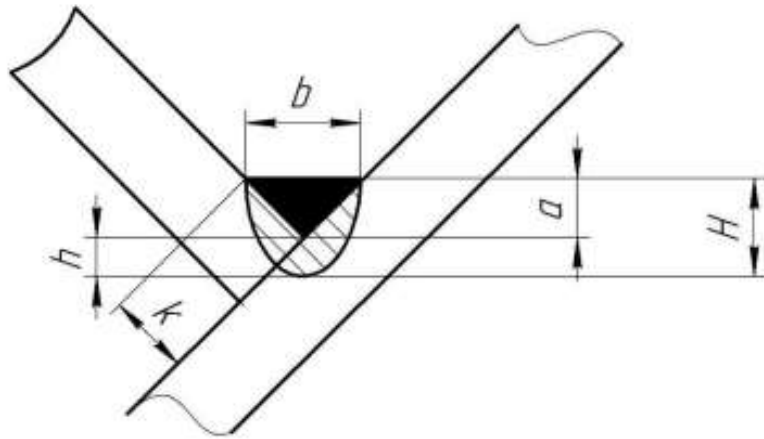


Рисунок 2.2 - Схема кутового з'єднання

K - катет шва; H - висота шва; a - висота наплавленого металу; h - глибина проплавлення основного металу; b - ширина шва

MAG 135 T6 передбачає виконання зварювання у середовищі вуглекислого газу з обов'язковим скосом однієї кромки.

Під час розрахунку параметрів режиму зварювання слід забезпечити отримання катета шва заданої величини.

Визначаємо площу наплавленого металу F_n за формулою [4, с.196]:

$$F_n = \frac{K^2}{2}, \quad (2.1)$$

де K – катет шва, $K=6$ мм,

$$F_n = \frac{6^2}{2} = \frac{36}{2} = 18 \quad \text{мм}^2.$$

Визначаємо висоту наплавленого металу h_n за формулою [4, с.192]:

$$h_n = \sqrt{F_n}, \quad (2.2)$$

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_n = \sqrt{18} = 4,243 \text{ мм.}$$

Визначаємо ширину шва l , за формулою [4, с.192]:

$$l = \sqrt{2K^2}, \quad (2.3)$$

$$l = \sqrt{2 \cdot 36} = 8,485 \text{ мм.}$$

Визначаємо загальну висоту шва H за формулою [4, с.193]:

$$\psi_m = \frac{l}{H}. \quad (2.4)$$

Тоді:

$$H = \frac{l}{\psi_m}, \quad (2.5)$$

попередньо вибравши значення ψ_m , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], приймаємо $\psi_m=1,3$.

Отже:

$$H = \frac{8,485}{1,3} = 6,527 \text{ мм.}$$

Менше значення ψ_m відповідає великим струмам, відповідно великій продуктивності зварювання.

Визначаємо глибину проплавлення h_0 , за формулою [4, с.192]:

$$h_0 = H - h_n, \quad (2.6)$$

$$h_0 = 6,527 - 4,243 = 2,284 \text{ мм.}$$

Для зварювання виробу із низьколегованої сталі з катетом 6 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 1,6 мм.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо зварювальний струм $I_{зв}$ за формулою [4, с.192]:

$$I_{зв} = \frac{h_0}{K_a} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,35$ [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{2,284}{1,35} \cdot 100 = 169,222 \quad I_{зв} \approx 170 \quad \text{А.}$$

Отже, приймаємо силу зварювального струму 170 А.

Визначаємо швидкість подачі електродного дроту за формулою [5,с.212]:

$$V_{н.д.} = \frac{\alpha_p \cdot I_{зв}}{F_{ел} \cdot \rho}, \quad (2.8)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=12$ г/А·год [5, с.212];

ρ – густина електродного дроту, для сталі $\rho=7,8 \cdot 10^3$ кг/м³;

$F_{ел}$ – площа поперечного перерізу електрода, яка визначається за формулою:

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} = 2 \quad \text{мм}^2.$$

Отже:

$$V_{н.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 170}{2 \cdot 10^{-6} \cdot 7,8 \cdot 10^3} = 108,454 \quad \text{м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}=110$ м/год.

Розраховуємо напругу на дузі за формулою [4, с.194]:

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot I_{36}}{1000 \cdot \sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.9)$$

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 170}{1000 \cdot \sqrt{1,6}} \pm 1 = 30,75 \pm 1 \quad \text{В.}$$

Приймаємо $U_{\partial} = 31$ В.

Визначаємо швидкість зварювання за формулою [4, с.194]:

$$V_{36} = \frac{A}{I_{36}}, \quad (2.10)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, в даному випадку для $d_e = 1,6$ мм – $A = 2,5 \cdot 10^3 \text{ А} \cdot \text{м/год}$ [4, с.194]:

$$V_{36} = \frac{2,5 \cdot 10^3}{170} = 14,7 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв} = 15$ м/год.

Перевіряємо діаметр електродного дроту за формулою [4, с.193]:

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{I_{36}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де γ – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 1 мм $\gamma = 75 \dots 300 \text{ А/мм}^2$ [4, с.193],

$$d_e = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{170}{90}} = 1,553 \quad \text{мм,}$$

що є допустимо.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Виліт електродного дроту приймаємо $l_d = 17$ мм [6, с.103].

Витрати захисного газу $Q_g = 17$ л/хв. [6, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

П А Р А М Е Т Р			значення
назва	символ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	170
Напруга на дузі	U_d	В	31
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	1,6
Виліт електрода	l_d	мм	17
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	15
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	110
Витрати захисного газу	Q_g	л/хв	17

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Для зварювання стояка рекламного щита застосовується комбінований інверторний напівавтомат Jasic MIG-500 N215II JET.

Jasic MIG-500 N215II JET – інверторний апарат великої потужності для виконання напівавтоматичного (MIG), аргонодугового (TIG) та ручного дугового зварювання (MMA). Обладнання складається з двох корпусів: саме джерело та окремо механізм подавання дроту. Таке рішення надає можливість проведення зварювання на відстані від джерела. Зварювальний апарат призначений для використання в промислових умовах. Тому механізм подавання дроту відповідний – чотирироликівий. Можна під'єднати пальник з шланг-пакетом довжиною 5 м і довше. За рахунок цього відстань, на яку можна

відійти від джерела, можна збільшити. Роз'єм підключення пальника (класичний KZ-2) винесений на панель механізму подавання дроту. Апарат працює з дротом суцільного перетину діаметрами 1.0, 1.2, 1.6 мм. Допускається використання катушок з дротом вагою до 15 кг [7].

При виконанні аргонодугового зварювання з контактним підпалом (TIG Lift) потрібен пальник, оснащений вентилям подачі газу. Ще одна з переваг апарату – це інтегрована функція синергетичного керування. Її використання передбачає мінімальне втручання зварника в налаштування зварювального процесу. Щоб задіяти режим синергетики, потрібно лише обрати основні параметри (діаметр зварювального дроту, тип захисного газу, зварювальний струм), а далі апарат самостійно підбирає напругу з попередньо встановлених налаштувань. У випадку, коли синергетичні налаштування не задовольняють, можна повернутись до ручного введення усіх параметрів [7].

Управління апаратом відбувається за допомогою панелі керування з ручками-енкодерами та кнопками. У центрі великий сучасний дисплей, який виводить цифрові параметри на екран: силу струму, швидкість подавання дроту, напругу зварювання за допомогою ручок-енкодерів, які розташовуються по центру панелі, налаштовуються наступні значення параметрів зварювання: сила зварювального струму / струм зварювального кратера струм форсажу дуги (для MMA режиму) / напругу зварювання кратера. Зліва розташовані кнопки, які відповідають за вибір: типу зварювання (MMA/MIG/TIG) типу захисного газу (типу захисного газу (CO₂/MIX) діаметру дроту (1.0 / 1.2 / 1.6 мм) активування синергетичного керування. Справа на панелі керування розташована ще одна ручка-енкодер, що відповідає за керування індуктивністю (жорсткістю дуги). А також кнопки: для вибору режиму роботи джерела (2T/4T) протягування дроту повернення налаштувань апарату до заводських. Швидкість подавання дроту та зварювальна напруга налаштовуються на панелі корпусу механізму подавання дроту. Також в апараті передбачений такий режим роботи, як «розумний газ».

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Його функція полягає в тому, що апарат сам встановлює потрібну величину продування захисним газом по завершенню роботи в залежності від обраної величини зварювального струму, та режим зварювання із зварюванням кратера та без нього [7].

Jasic MIG-500 N215II JET живиться від промислової трифазної мережі 380 В. В комплекті [7]:

- джерело MIG-500 N215II JET – 1 шт.;
- механізм подавання дроту WF-12 – 1 шт.;
- шланг-пакет з'єднувальний (5 м) - 1 шт.;
- клемма маси з кабелем, 3 м – 1 шт.;
- паспорт (інструкція з експлуатації) – 1 шт [7].

Технічні характеристики напівавтомату представлені у таблиці 2.3, а його загальний вигляд на рисунку 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата Jasic MIG-500 N215II JET [7]

Характеристика	Значення
Ємність котушки для зварювального дроту, кг	15
Максимальна швидкість подачі дроту, м/хв	24
Мінімальна швидкість подачі дроту, м/хв	1,5
Максимальне відхилення напруги, %	15
Максимальний діаметр дроту, мм	1,6
Мінімальний діаметр дроту, мм	1,0
Максимальний зварювальний струм, А	500
Мінімальний зварювальний струм, А	60
Напруга живильної мережі, В	380
Номінальна споживана потужність, кВт	21,8
Тривалість навантаження, %	60
Ступінь захисту IP	21
Тип підключення рукава	Євро роз'єм



Рисунок 2.3 – Зварювальний напівавтомат Jasig MIG-500 N215II JET [7]

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Основним завданням контролю є визначення наявності чи відсутності дефектів у зварних швах, а також встановлення їхніх розмірів і характеру. Отримана інформація дає змогу, по-перше, оцінити можливість ремонту, а по-друге – визначити причини виникнення дефектів та розробити заходи для їх запобігання.

Зовнішній огляд ДСТУ EN ISO 17637:2017 Неруйнівний контроль зварних швів. Візуальний контроль з'єднань виконаних зварюванням плавленням здійснюють для визначення дефектів поверхонь зварних швів. Виконується візуально, часто з використанням лупи 10-кратного збільшення. Перед оглядом зварний шов і пришовну зону по 20 мм з кожного боку зачищають від шлаку, бризок і забруднення. Стилки паропроводів з аустенітних сталей піддають механічній і хімічній обробці. Розміри зварного шва і дефектних ділянок визначають вимірювальним інструментом і спеціальними шаблонами [8, с.332].

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В основі радіаційних методів контролю ДСТУ EN ISO 17636:2014 «Неруйнівний контроль зварних швів. Радіографічний контроль. Частина 1. Способи контролю рентгенівським і гаммавиpromінюванням із застосуванням плівки. Частина 2. Способи контролю рентгенівським і гаммавиpromінюванням із застосуванням цифрових детекторів» лежить застосування іонізаційних рентгенівських променів і гаммавиpromінювання, які мають електромагнітну природу. Їх енергія велика порівняно зі світловою, що й обумовлює високу проникність. Випромінювання утворюється в рентгенівській трубці. При пропусканні струму з вольфрамового катода внаслідок нагрівання до високої температури починається емісія електронів у напрямку анода, виготовленого у формі пластин із вольфраму або з молібдену, внаслідок чого з'являється гальмівне випромінювання, яке має неперервний спектр [8, с.335].

Ультразвуковий метод ДСТУ EN ISO 17640:2018 «Неруйнівний контроль зварних швів. Ультразвуковий контроль, методи, рівні контролювання та оцінювання» базується на відбитті напрямленого пучка високочастотних звукових коливань (0,8–2,5 МГц) від металу зварного шва й існуючих у ньому дефектів у вигляді несуцільностей [8, с.341].

Ультразвукові (УЗ) коливання збуджуються спеціальним п'єзоелектричним перетворювачем, який перетворює електричні коливання в механічні. Такий процес відбувається внаслідок перебудови кристалів, розташованих у пластині з кварцу, титанату барію тощо, осі яких під дією струму повертаються в металі, при цьому змінюються лінійні розміри пластини. Зміни ідуть безперервно одна за одною, утворюючи хвилю [8, с.341].

Реєстрація і вимірювання магнітних полів і їх неоднорідностей дає змогу контролювати феромагнітні матеріали. У намагніченій деталі магнітні силові лінії мають визначену направленість. Ці лінії обминають дефект, магнітна

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

проникність якого у тисячі разів менша проникності основного металу, й утворюють поле розсіювання [8, с.351].

Дефекти, розташовані вздовж магнітних ліній, не є суттєвими перешкодами розповсюдженню потоку, тому важко визначаються. Навпаки, дефекти, які розташовані у напрямку, перпендикулярному до магнітних ліній, визначаються значно легше [8, с.351].

Для контролю стояка рекламного щита буде використовуватись зовнішній та ультразвуковий контроль якості.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення стояка включає низку заходів серед яких виконання підготовчих робіт – розроблення конструкторської документації, підбір матеріалів та виконання різних заготівельних операцій. Також до технологічного процесу відносяться складальні і зварювальні операції, опоряджувальні, допоміжні роботи та контроль якості.

2.6.1 Заготівельні операції

Для виготовлення заготовок, що входять до складу виробу, виконуються такі операції:

- розмічування;
- різання;
- розроблення кромки.

Для виконання розмічування застосовуються ручні інструменти: рулетка, лінійка, шаблони та маркер.

Різання деталей із листового прокату та труб виконується за допомогою стрічкової пили Optisaw SD 280V (див. рисунок 2.4).

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 – Загальний вигляд стрічкової пили

Розроблення кромки виконується на поперечно-стругальному верстаті 7307ТД (див. рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Загальний вигляд поперечно-стругального верстата 7307ТД

2.6.2 Складальні операції

Перед складанням проводиться візуальна перевірка відповідності заготовок вимогам креслення. Під час складання забезпечується правильне взаємне розташування деталей, яке вони повинні мати у готовому виробі. Конструкція має бути достатньо жорсткою й міцною, щоб уникнути деформацій під час зварювання. Для складання та зварювання стояка застосовуються складально-зварювальні кондуктори.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Складання конструкції виконується у такій послідовності:

- встановити трубу, підшову та сегмент у пристосуванні, зафіксувати їх упорами й притискачами, після чого виконати прихоплення у визначених місцях;
- далі встановити кутники на раніше зварену частину (трубу з підшовою та сегментом), виконати їх прихоплення та провести остаточне зварювання.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Відповідно до розрахованих параметрів режиму зварювання здійснюється налагодження напівавтомата: встановлюють силу струму, витрату захисного газу та швидкість подачі зварювального дроту.

Під час складання, коли елементи виробу встановлені у проектне положення, виконують прихоплення в місцях майбутніх швів. Після цього здійснюється повне зварювання конструкції.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Після зварювання виконують зачищення швів та видалення бризок металу з поверхні конструкції. Для опоряджувальних операцій застосовують прозорі окуляри WURTH Standart, слюсарний молоток HAISSER 500 г, зубило 25×220 мм, ручну металеву щітку Expert Tools та кутову шліфувальну машину Bosch Professional GWS 2200 (див. рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Загальний вигляд кутової шліфувальної машини Bosch Professional GWS 2200

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2.6.5 Допоміжні операції

Перед початком зварювання виконують налагодження обладнання: регулюють витрату захисного газу та встановлюють параметри необхідного режиму.

Під час перевантажувальних та підіймально-транспортних робіт виконують установа́лення деталей у складальному кондукторі, переміщення заготовок на робоче місце, транспортування готових конструкцій на ділянку контролю якості, а також ґрунтування, фарбування й розміщення продукції на складі. Для переміщення використовується мостовий однобалочний кран (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд однобалочного мостового крану

2.6.6 Контроль якості

Контрольні операції охоплюють комплекс перевірок на всіх етапах виготовлення зварної конструкції, зокрема:

- контроль вхідних матеріалів;
- контроль зварювальних матеріалів;
- перевірку якості заготівельних, складальних, опоряджувальних та зварювальних операцій;
- контроль зварних з'єднань і готової продукції.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Зовнішнім оглядом перевіряють форму та розташування швів відповідно до креслення, а також наявність дефектів і деформацій конструкції. Додатково проводять вибірковий ультразвуковий контроль ехо-імпульсним методом із використанням дефектоскопа A1214 Expert (рисунок 2.8), що дозволяє оцінити якість продукції.



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд ультразвукового дефектоскопу A1214 Expert

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії

Нормування витрат зварювальних матеріалів проводиться для визначення їх кількості, необхідної для виготовлення конструкції, а також для забезпечення економного та раціонального використання у виробництві. Загальні правила нормування витрат і відходів та методи їх визначення встановлені стандартом ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [9].

При механізованому зварюванні плавким електродом у захисних газах нормують витрати зварювального дроту та захисного газу.

Визначаємо масу наплавленого металу за формулою [9, с.6]:

$$Q_n = \alpha_n \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.12)$$

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де α_n – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_n=10$ г/Атод;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}=170$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=11,1$ м.

Отже:

$$Q_n = 15 \cdot 170 \cdot 11,1 \cdot 10^{-3} = 28,305 \quad \text{кг.}$$

Визначасмо витрати присаджувального матеріалу за формулою [9, с.7]:

$$H_{ел} = Q_p + Q_{nn}; \quad (2.13)$$

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

$$Q_p = Q_n \cdot K_p, \quad (2.14)$$

де K_p – коефіцієнт витрат зварювального дроту, $K_p=0,7$;

$$Q_p = 28,305 \cdot 0,7 = 19,814 \quad \text{кг,}$$

Q_{nn} – маса наплавленого металу,

$$Q_{nn} = Q_n \cdot K_0, \quad (2.15)$$

де K_0 – коефіцієнт витрат зварювального дроту, $K_0=0,5$;

$$Q_{nn} = 28,305 \cdot 0,5 = 14,153 \quad \text{кг.}$$

Отже:

$$H_{ел} = 19,814 + 14,153 = 33,966 \quad \text{кг.}$$

Визначасмо норми витрат захисного газу за формулою [9, с.10]:

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H_z = Q_p \cdot K_z, \quad (2.16)$$

де K_z – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_z=0,85\dots0,9$;

$$H_z = 19,814 \cdot 0,85 = 16,841 \quad \text{л/хв.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_n \cdot \eta_n \cdot K_n}, \quad (2.17)$$

де U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

K_n – коефіцієнт корисної дії джерела дуги, $K_n=0,75$;

$$E = \frac{31}{15 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,062 \quad \text{кВт.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{36} \cdot t_0}{\eta_n \cdot K_n}, \quad (2.18)$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,067$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 31 \cdot 170 \cdot 0,067}{0,9 \cdot 0,75} = 5,23 \quad \text{кВт} \cdot \text{год.}$$

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

На зварювальних пристосуваннях виконують повне зварювання виробів, попередньо закріплених прихопленням.

Розробка складально-зварювальної оснастки є одним з етапів технологічної підготовки виробництва нових зварних конструкцій. Вихідними даними для розробки пристроїв є ряд документів, які конструктор повинен уважно вивчити та проаналізувати [10, с.23].

1. Технічне завдання на проектування або модернізацію пристрою.
2. Креслення виробу та технічні умови на виготовлення [10, с.23].

Аналіз цієї документації дозволяє одержати інформацію про наступне [10, с.23]:

- технічні умови на виготовлення зварного виробу;
- точність зварної конструкції;
- технологічність конструкції виробу;
- габарити, вага виробу та характер розташування деталей у вузлах;
- конфігурація і розміри деталей, що входять в складальну одиницю;
- точність виготовлення заготовок та стан їх поверхонь;
- характер розташування та протяжність зварних швів;
- можливість легкого установлення деталей при складанні виробу;
- можливість легкого знімання складеного виробу з пристрою;
- доступність до місць постановки прихоплень, зварювання або наплавлення [10, с.23].

Технологічні зварні конструкції дозволяють використовувати більш прості та дешеві пристрої для їх виготовлення [10, с.23].

3. Технологічний процес виготовлення виробу [10, с.23].

а) Технологія виготовлення заготовок.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вивчаються способи виготовлення заготовок. Відхилення в заготовках можуть бути у вигляді відхилень розмірів та спотворення форми поверхні. Перші відхилення впливають на вибір типу фіксуєчих пристроїв, а інші - на конструкцію притискачів [10, с.23].

б) Технологія складання та зварювання виробу [10, с.23-24]:

- найліпші бази фіксування для одержання необхідної точності;
- послідовність фіксування та зварювання деталей, що дає можливість виявити більш раціональний шлях розміщення фіксаторів та притискачів;
- положення пристрою в процесі складання виробу та необхідність повороту пристрою;
- найдоцільніше положення вузла при складанні в пристрої для зручності постановки прихоплень;
- способи забезпечення жорсткості деталей та вузлів в процесі складання та зварювання;
- можливість та доцільність використання механічно оброблених отворів або поверхонь деталей;
- способи автоматичного зварювання;
- необхідність застосування пристроїв для переміщення зварюваних виробів або зварювальних апаратів;
- технічна характеристика устаткування та посадочні місця, за допомогою яких технологічна оснастка буде сполучатись з устаткуванням.

Раціональний технологічний процес складання та зварювання проробляється на рівні маршрутного або розгорнутого технологічного процесу та ретельно вивчається розробником пристрою [10, с.24].

4. Виробнича програма випуску.

Вона визначає складність пристрою, необхідність і доцільність оснащення його механізмами для комплексної механізації та автоматизації. Вибір типу пристрою залежить від способу складання та зварювання, конструкції виробу, матеріалу деталей, вимог до якості складання та зварювання, необхідної точності розмірів та заданої продуктивності [10, с.24].

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При цьому необхідно враховувати необхідність суттєвого зменшення трудомісткості складальних та допоміжних робіт, забезпечення стабільної якості виробів, полегшення та поліпшення умов праці робітників, усунення стомливих та монотонних ручних робіт.

5. Креслення аналогічних пристроїв.

6. Стандарти на деталі та механізми пристроїв.

7. Довідкова та нормативно-технічна література [10, с.24].

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Процес складання зварювального виробу включає послідовні операції:

- подавання деталей або вузлів до місця складання;
- встановлення їх у складальному пристосуванні у визначеному положенні;
- закріплення деталей та виконання зварювання.

Подавання й установлення здійснюється універсальним або спеціальним транспортним обладнанням. Положення деталей визначають установчі елементи пристосування чи суміжні деталі, а закріплення забезпечують затискні елементи.

Отже, головне призначення складального обладнання у зварювальному виробництві – забезпечення фіксації та надійного закріплення деталей.

Для складання та зварювання стояка рекламного щита застосовують складально-зварювальні кондуктори й роликові обертачі.

Складально-зварювальний кондуктор – це пристрій із площинною або просторовою рамою (плитою), на якій розташовані установчі та затискні елементи. У ньому виконують складання й зварювання виробу, тому основа кондуктора має бути достатньо жорсткою та міцною, щоб витримувати зусилля, що виникають під час зварювання.

Зварювальний кондуктор забезпечує встановлення виробу у зручне положення для зварювання та його обертання. Для виготовлення стояка

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосовують спеціальний кондуктор зі змінними пристосуваннями, що відзначається універсальністю, простотою конструкції, компактністю та низькою вартістю. Знімні елементи швидко закріплюються на основі, а обертання виробу здійснюється навколо осі, розташованої поблизу центра ваги, за допомогою роликового обертача.

Отже, складання та зварювання цієї конструкції виконують на складально-зварювальному кондукторі й роликовому обертачі.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

Всі вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблицях 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1 - Характеристика стояка рекламного щита

Показник	Одиниці вимірю- вання	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	ø325x4500	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат 16ГС	кг	258	
зварювальний дріт Св-08ГС	кг	4	
захисний газ (СО ₂ вищого сорту)	кг	3	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	8,5	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь 16ГС	грн	37,56	37,37
зварювальний дріт Св-08ГС	грн	124,5	124,3
захисний газ (СО ₂ вищого сорту)	грн	36,45	36,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	34	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення
стояка рекламного щита

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка шаблон лінійка маркер	270 1550 172 78	IV	$\frac{3,7}{3,5}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Стрічкова пила Optisaw SD 280V	107000			IV	$\frac{3,8}{3,4}$
Розроблення кромek	$\frac{3}{П}$	Попереочно-стругальний верстат 7307 ТД	560000	молоток	264	IV	2,0
Складання	$\frac{3}{П}$	Складально-зварювальн. кондуктор, роликовий обертач	1261500	молоток	264	IV	$\frac{5,8}{5,1}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зв. напівавтом. Jasic MIG-500 N215II JET	117000			IV	$\frac{5,7}{5,0}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Bosch Professional GWS 2200	8500	диск зачисний щітка молоток	73 65 264	III	$\frac{3,7}{3,4}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Ультразв. дефектоскоп A1214 Expert	188000			V	3,1
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Кран одно-балочний 10 т	2135000			IV	2,2

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 27,8;

по проекту 25,5;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,2;

по проекту 2,2.

Загальна штучна норма часу: по заводу 30,0;

по проекту 27,7.

Для виготовлення стояка рекламного щита застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [11, с.9]:

$$\Phi_{yc} = D_{роб} \cdot S \cdot g \cdot (1 - K_p), \quad (4.1)$$

де $D_{роб}$ ~ кількість робочих днів в році, $D_{роб} = 253$ дні;

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

K_p - нормативний коефіцієнт простою устаткування в ремонті, обумовлений конструктивними та виробничими характеристиками, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,08) \approx 1862_{год}.$$

Потреба в устаткуванні (робочих місцях) розраховується по кожній операції технологічного процесу або по сумі трудомісткості операцій, що виконуються на однотипному устаткуванні.

Розрахунок проводять за формулою [11, с.10]:

$$n = \frac{T_{шт} \cdot B_{пр}}{\Phi_{yc} \cdot K_{вн}}, \quad (4.2)$$

де $T_{шт}$ - штучний час на операції, що виконуються на однотипному устаткуванні, нормованих в машино-год. (таблиця 4.2);

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання, $K_{вн}=3,1$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 3600 шт.$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні стояка рекламного щита становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,31 \approx 2 шт.,$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,5 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,18 \approx 2 шт.$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,8 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,37 \approx 2 шт.,$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,12 \approx 2 шт.$$

Для виконання розроблення кромки кількість робочих місць становить (за двома варіантами):

$$n = \frac{2,0 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 1,25 \approx 1 шт.$$

Для виконання складання кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{5,8 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,62 \approx 4 \text{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,1 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,18 \approx 3 \text{шт}.$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,56 \approx 4 \text{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,0 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 3,12 \approx 3 \text{шт}.$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,7 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,31 \approx 2 \text{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 2,12 \approx 2 \text{шт}.$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу (за двома варіантами):

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$n = \frac{3,1 \cdot 3600}{1862 \cdot 3,1} = 1,93 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [11, с.12]:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 3600 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

$N_{кр}$ - кількість кранових операцій на один i -тий об'єкт;

$t_{кр}$ - тривалість одної операції, год;

Φ_n - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

$K_{кр}$ - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{3600 \cdot 1 \cdot 0,5}{2100 \cdot 0,7} = 1,24 \approx 1 \text{шт.}$$

Приймаємо один мостовий однобалочний кран для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [11, с.13]:

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{B \cdot \sum_1^y T_{um} i}{\Phi_{ef} \cdot K_{вн}}, \quad (4.4)$$

де r_{oi} - кількість основних працівників i -тої професії, чол;

$\sum_1^y T_{um} i$ - штучна норма часу по i -тим операціям, год;

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 3600$ шт;

Φ_{ef} - ефективний річний фонд часу роботи одного робітника, приймається 1850 год;

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн} = 3,1 \dots 3,2$;

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,7}{1850 \cdot 3,1} = 2,32 \approx 2 \text{ чол.},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,5}{1850 \cdot 3,1} = 2,2 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,8}{1850 \cdot 3,1} = 2,39 \approx 2 \text{ чол.},$$

- за проектним варіантом:

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,4}{1850 \cdot 3,1} = 2,13 \approx 2 \text{чол.}$$

Кількість робітників для розроблення кромок становить (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 2,0}{1850 \cdot 3,1} = 1,26 \approx 1 \text{чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,8}{1850 \cdot 3,1} = 3,64 \approx 4 \text{чол.},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,1}{1850 \cdot 3,1} = 3,2 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,7}{1850 \cdot 3,1} = 3,58 \approx 4 \text{чол.},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 5,0}{1850 \cdot 3,1} = 3,14 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,7}{1850 \cdot 3,1} = 2,23 \approx 2 \text{чол.},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,4}{1850 \cdot 3,1} = 2,12 \approx 2 \text{чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{3600 \cdot 3,1}{1850 \cdot 3,1} = 1,95 \approx 2 \text{чол.}$$

Виходячи з кількості транспортних засобів приймаємо необхідну кількість транспортувальників $r_{oi} = 1$ чол.

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
розмічувальники	2	2	IV	IV
різальники	2	2	IV	IV
кромкувальники	1	1	IV	IV
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	2	2	III	III
контролери	2	2	V	V
транспортувальники	1	1	III	III
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	24	22	—	—

					<i>КР.422.23.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обчислення калькуляції собівартості виробу) та на програму (для визначення об'ємних економічних характеристик). В калькуляцію собівартості виробу безпосередньо включаються затрати по оплаті праці основних (виробничих) робітників.

Основна заробітна плата основних робітників визначається за формулою [11, с.18]:

$$Z_{oo} = \sum_{i=1}^y C_{pi} \cdot T_{um}, \quad (4.5)$$

де y - кількість технологічних операцій;

C_{pi} - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для відрядної оплати праці, грн.

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [11, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [11, с.18]:

$$Z_{oo} = Z_{oo} (D_1 + D_2), \quad (4.6)$$

де D_1 - доплата за шкідливість, грн, $D_1 = 12...24 \%$, приймаємо $D_1 = 20 \%$; D_2 - інші доплати, грн, $D_2 = 15...20 \%$, приймаємо $D_2 = 15 \%$.

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [11, с.18]:

$$Z_{no} = Z_{oo} \cdot P, \quad (4.7)$$

де P - розмір премій та надбавок, грн, $P = 40 \%$.

Для визначення річного фонду оплати праці основних робітників результати розрахунків за формулами (4.5), (4.6) та (4.7) множаться на кількість виробів (B).

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{\text{оо}} = 2,9 \cdot 57 \cdot 3,7 = 611,61 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 611,61 \cdot (0,2 + 0,15) = 214,06 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 611,61 \cdot 0,4 = 244,64 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,9 \cdot 57 \cdot 3,5 = 578,55 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 578,55 \cdot (0,2 + 0,15) = 202,49 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 578,55 \cdot 0,4 = 231,42 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,8 \cdot 58 \cdot 3,8 = 617,12 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 617,12 \cdot (0,2 + 0,15) = 215,99 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 617,12 \cdot 0,4 = 246,85 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2,8 \cdot 58 \cdot 3,4 = 552,16 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 552,16 \cdot (0,2 + 0,15) = 193,26 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 552,16 \cdot 0,4 = 220,86 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці кромкувальників (за двома варіантами):

$$З_{\text{оо}} = 5,4 \cdot 57 \cdot 2 = 615,6 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 615,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 215,46 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 615,6 \cdot 0,4 = 246,24 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 1,9 \cdot 57 \cdot 5,8 = 628,14 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 628,14 \cdot (0,2 + 0,15) = 219,85 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 628,14 \cdot 0,4 = 251,26 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 1,9 \cdot 57 \cdot 5,1 = 552,33 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 552,33 \cdot (0,2 + 0,15) = 193,32 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 552,33 \cdot 0,4 = 220,93 \text{ грн}.$$

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2 \cdot 59 \cdot 5,7 = 672,6 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 672,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 235,41 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 672,6 \cdot 0,4 = 269,04 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 2 \cdot 59 \cdot 5,0 = 590 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 590 \cdot (0,2 + 0,15) = 206,5 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 590 \cdot 0,4 = 236 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3 \cdot 57 \cdot 3,7 = 632,7 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 632,7 \cdot (0,2 + 0,15) = 221,45 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 632,7 \cdot 0,4 = 253,08 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 3 \cdot 57 \cdot 3,4 = 581,4 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 581,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 203,49 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 581,4 \cdot 0,4 = 232,56 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 3,6 \cdot 58 \cdot 3,1 = 647,28 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 647,28 \cdot (0,2 + 0,15) = 226,55 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 647,28 \cdot 0,4 = 258,91 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{\text{оо}} = 5 \cdot 57 \cdot 2,2 = 627 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 627 \cdot (0,2 + 0,15) = 219,45 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 627 \cdot 0,4 = 250,8 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [11, с.19]:

$$З_{\text{од}} = r_{\text{д}} \cdot C_p \cdot \Phi_{\text{еф}}, \quad (4.8)$$

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Z_{од}$ - основна заробітна плата допоміжних робітників, грн;

r_{∂} - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

C_p - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

Додаткова заробітна плата ($Z_{од}$) та премії і надбавки ($Z_{нд}$) допоміжних робітників розраховується так само, як для основних робітників (формули 4.6, 4.7).

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 68,5 \cdot 1850 = 126725 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 126725 \cdot 0,35 = 44353,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 126725 \cdot 0,4 = 50690 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 68,5 \cdot 1850 = 253450 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 253450 \cdot 0,35 = 88707,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 253450 \cdot 0,4 = 101380 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 68,5 \cdot 1850 = 126725 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 126725 \cdot 0,35 = 44353,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 126725 \cdot 0,4 = 50690 \text{ грн}.$$

Для інженерно-технічних робітників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу, розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих за формулою[11, с.19]:

$$Z_{он} = r_n \cdot O_m \cdot 12, \quad (4.9)$$

де $Z_{он}$ - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн;

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

Додаткова заробітна плата (Z_{dn}) та премії і надбавки (Z_{nn}) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 12000 \cdot 12 = 144000 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 144000 \cdot 0,35 = 50400 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 144000 \cdot 0,4 = 57600 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 10600 \cdot 12 = 127200 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 127200 \cdot 0,35 = 44520 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 127200 \cdot 0,4 = 50880 \text{ грн}.$$

Результати розрахунків затрат по оплаті праці основних, допоміжних, інженерно-технічних робітників та молодшого обслуговуючого персоналу приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії робітників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Осн. робітники:						
розмічувальники	309474,66	292746,3	108316,13	102461,21	123789,86	117098,52
різальники	312262,72	279392,96	109291,95	97787,54	124905,09	111757,18
кромкувальники	155746,8		54511,38		62298,72	
складальники	635677,68	419218,47	222487,19	146726,47	254271,07	167687,39
зварювальники	680671,2	447810	238234,92	156733,5	272268,48	179124
зачищувальники	320146,2	294188,4	112051,17	102965,94	128058,48	117675,36
контролери	327523,68		114633,29		131009,47	
транспортувальники	158631		55520,85		63452,4	

Продовження таблиці 4.5

Доп. робітники:						
налагоджувальники	126725		44353,75		50690	
ремонтники	253450		88707,5		101380	
електрики	126725		44353,75		50690	
ІТР	144000		50400		57600	
МОП	127200		44520		50880	
Разом	3678233,94	3153357,61	1287381,88	1103675,16	2210488,58	2000538,04

4.5 Калькуляція собівартості виробу

В розрахунках по визначенню порівняльної економічності варіантів використовується калькуляційний розріз затрат, при якому всі затрати на виробництво групуються відносно до калькуляційних одиниць.

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	2	3
1	З	П
Основні матеріали:	10297,83	10247,41
сталь 16ГС	9690,48	9641,46
зварювальний дріт Св-08ГС	498	497,2
захисний газ – CO ₂ вищого сорту	109,35	108,75
Поворотні відходи	34	
Паливо та енергія на технологічні цілі	533	529,9
Основна заробітна плата основних робітників	805,59	659,79
Додаткова заробітна плата основних робітників	281,96	230,93
Премії та надбавки основних робітників	322,24	263,92
Відрахування на соціальне страхування	19,74	16,17
Відрахування на медичне страхування	35,25	28,87
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	380,18	380,18
Цехові (дільничні) витрати	203,4	203,4
Всього цехова собівартість	12845,19	12526,57

4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	2	2	107000	107000	5350	5350
кромкувальне	1	1	560000	560000	28000	28000
складальне	4	3	1261500	1261500	63075	63075
зварювальне	4	3	117000	117000	5850	5850
зачищувальне	2	2	8500	8500	425	425
контрольне	2	2	188000	188000	9400	9400
транспортне	1	1	2135000	2135000	106750	106750
Інструменти						
молоток	7	6	264	264	13,2	13,2
диск зачисний	2	2	73	73	3,65	3,65
щітка	2	2	65	65	3,25	3,25
рулетка	4	4	270	270	13,5	13,5
лінійка	4	4	172	172	8,6	8,6
шаблон	2	2	1550	1550	77,5	77,5
маркер	8	7	78	78	3,9	3,9
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	7900000	7900000	5	395000	395000
Устаткування:					
різальне	219350	219350	8	17548	17548
кромкувальне	588000	588000	8	47040	47040
складальне	5109075	3847575	7	357635,25	269330,25
зварювальне	473850	356850	6,5	30800,25	23195,25
зачищувальне	17425	17425	8	1394	1394
контрольне	385400	385400	6	23124	23124
транспортне	2241750	2241750	7	156922,5	156922,5
Інструменти:			16		
молоток	1861,2	1597,2		297,79	255,55
диск зачисний	149,65	149,65		23,94	23,94
щітка	133,25	133,25		21,32	21,32
рулетка	1093,5	1093,5		174,96	174,96
лінійка	696,6	696,6		111,46	111,46
шаблон	3177,5	3177,5		508,4	508,4
маркер	627,9	549,9		100,46	87,98
Разом	16942589,6	15563747,6		1030702,34	934737,62

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [11,с.27]:

$$E_{\phi} = ((C_{nz} + E_n \cdot \Phi_{mz}) - (C_{nn} + E_n \cdot \Phi_{mn})) \cdot B, \quad (4.10)$$

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz}=19773,5$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn}=18840,76$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz}=12845,19$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}=12526,57$ грн/шт);

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, ($E_n=0,15$).

$$E_{\phi} = ((19773,5 + 0,15 \cdot 12845,19) - (18840,76 + 0,15 \cdot 12526,57)) \cdot 3600 = 3529918,8 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [11,с.28]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{ocz} - \Phi_{ocn}}{E_{yp}}, \quad (4.11)$$

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}= 62154576$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 59724648$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [11,с.28]:

$$E_{yp} = B \cdot (C_{nz} - C_{nn}), \quad (4.12)$$

$$E_{yp} = 3600 \cdot (19773,5 - 18840,76) = 3357864 \text{ грн;}$$

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{ок}} = \frac{62154576 - 59724648}{3357864} = 0,72 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця виміру	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	3600	3600
Кількість технологічного устаткування	шт	16	14
Собівартість товарної продукції	грн	19773,5	18840,76
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	24	22
- основних робітників	чол	18	16
Фондомісткість продукції	грн/шт	12845,19	12526,57
Умовна річна економія	грн	-	3357864
Річний економічний ефект	грн	-	3529918,8
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,72
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	22476,67	21261,71
- різальники	грн	22679,16	20291,88
- кромкувальники	грн	22623,3	22623,3
- складальники	грн	23084,15	20298,13
- зварювальники	грн	24718,05	21682,5
- зачищувальники	грн	23251,73	21366,45
- контролери	грн.	23787,54	23787,54
- транспортувальники	грн	23042,25	23042,25

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Пожежна безпека на зварювальній дільниці

Пожежна безпека підприємств забезпечується шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження та зменшення негативних наслідків пожеж, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Відповідальність за протипожежний стан підприємств покладається на їх керівників та відповідальних осіб, уповноважених наказом керівництва та посадовою інструкцією. Керівники підприємств зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки;
- розробляти відповідні положення та інструкції;
- організовувати навчання персоналу правилам пожежної безпеки;
- утримувати у справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку;
- створювати службу пожежної безпеки та підрозділи пожежної охорони;
- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж;
- проводити службове розслідування випадків пожеж.

З метою залучення працівників до проведення заходів щодо запобігання пожежам та організації їх гасіння на підприємствах повинні створювати добровільні пожежні дружини та команди. На підприємствах з кількістю працюючих 50 і більше чоловік за рішенням трудового колективу створюються пожежно-технічні комісії.

На кожному підприємстві повинна бути розроблена загальнооб'єктова інструкція про заходи пожежної безпеки й інструкції для усіх вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних приміщень.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На кожному підприємстві повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, яким мають бути визначені відповідні положення: - можливість і місця застосування відкритого вогню та паління; - порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт, у т.ч. зварювальних; - правила проїзду та стоянки транспортних засобів; - місця для зберігання і допустима кількість сировини; - порядок відключення від мережі електрообладнання в разі пожежі; - дії працівників у разі виявлення пожежі тощо.

Для кожного цеху, дільниці, лабораторії чи територій повинна бути розроблена інструкція про заходи щодо пожежної безпеки. Ці інструкції повинні перероблятися на основі аналізу протипожежного стану об'єкта, відповідних наказів і вказівок міністерства, а також при заміні керівника, але не рідше 1 разу в 3 роки.

Усі працівники повинні проходити спеціальні протипожежні навчання. Протипожежне навчання працівників має такі види: протипожежні інструктажі (вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий); спеціальне навчання з пожежно-технічного мінімуму; протипожежні тренування.

На кожному підприємстві повинна бути така документація з пожежної безпеки:

- загальнооб'єктова інструкція про заходи ПБ на підприємстві; - інструкції ПБ в цехах, лабораторіях, майстернях та ін.;
- інструкція з обслуговування установок пожежогасіння; - інструкція з обслуговування установок пожежної сигналізації;
- оперативні плани пожежогасіння на підприємстві; - оперативні карти дій на випадок виникнення пожежі;
- плани та графіки проведення навчань і перевірки знань персоналу.

Кількість вогнегасників та інших первинних засобів пожежогасіння для таких виробничих приміщень і дільниць має вибиратися у відповідності з

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

вищезазначеними Типовими правилами [12]. Приміщення, в яких виконується газове зварювання і різання металів, повинні бути збудовані з елементів конструкцій за IV категорією протипожежної безпеки (протипожежна стійкість – не менше 2 годин).

Місця, призначені для проведення зварювальних робіт та встановлення обладнання мають бути очищені від легкозаймистих матеріалів у радіусі не менше 5 м. Зварювальні роботи за межами виробничого приміщення можуть виконуватися тільки за умови узгодження з заводською протипожежною охороною.

Забороняється виконувати зварювання щойно пофарбованих конструкцій до повного висихання фарби, а також посудин, апаратів, трубопроводів комунікацій, що знаходяться під електричною напругою, підвищеним тиском, заповнених горючими та токсичними матеріалами. Поблизу сховища карбіду кальцію мають бути розташовані засоби пожежогасіння (сухий пісок, вуглекислотні вогнегасники, тетрахлорні або порошкові вогнегасники). В місцях зберігання карбіду кальцію повинні бути добре видимі плакати такого змісту: «Не використовувати воду для гасіння пожежі», «Для відкривання барабанів використовувати неіскровий інструмент».

З метою пожежо- та вибухонебезпеки слід контролювати концентрацію легкозаймистих і горючих речовин, яка не повинна перевищувати 50 % нижньої границі вибуховості.

Отже пожежна безпека на зварювальній ділянці має важливе значення при виготовленні стояка рекламного щита, тому обов'язково потрібно дотримуватися всіх рекомендацій для запобігання виникненню пожеж.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2 Правила охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення стояка рекламного щита

В процесі виготовлення стояка рекламного щита обов'язковою умовою є дотримання правил охорони праці і техніки. У разі їх не дотримання виникає серйозний ризик до виникнення різних аварійних ситуацій на виробництві.

Місця проведення зварювальних та інших вогневих робіт, пов'язаних із нагріванням деталей до температур, здатних викликати займання матеріалів та конструкцій, можуть бути постійними, які організовуються у спеціально обладнаних для цього цехах, майстернях чи на відкритих майданчиках, а також тимчасовими, коли вогневі роботи проводяться безпосередньо в будинках, які зводяться або експлуатуються, спорудах та на території об'єктів при проведенні монтажних робіт.

Постійні місця проведення вогневих робіт визначаються наказами, розпорядженнями, інструкціями власника підприємства. Огороджувальні конструкції в цих місцях (перегородки, перекриття, підлоги) повинні бути з негорючих матеріалів.

Керівник підприємства чи структурного підрозділу, де проводяться вогневі роботи на тимчасових місцях (крім будівельних майданчиків та приватних домоволодінь), зобов'язаний оформити наряд-допуск на виконання тимчасових вогневих робіт. За наявності на підприємстві відомчої пожежної охорони наряди-допуски на виконання тимчасових вогневих робіт повинні бути погоджені з нею напередодні виконання робіт з установленням відомчою пожежною охороною відповідного контролю.

Проведення вогневих робіт на постійних та тимчасових місцях дозволяється лише після вжиття заходів, які виключають можливість виникнення пожежі: очищення робочого місця від горючих матеріалів, захисту горючих конструкцій, забезпечення первинними засобами пожежогасіння (вогнегасником, ящиком з піском та лопатою). Вид та кількість первинних засобів пожежогасіння, якими повинно бути забезпечене місце

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робіт, визначаються з урахуванням вимог щодо оснащення об'єктів первинними засобами пожежогасіння і вказуються в наряді-допуску на виконання тимчасових вогневих робіт [13].

Після закінчення вогневих робіт виконавець зобов'язаний ретельно оглянути місце їх проведення, за наявності горючих конструкцій полити їх водою, усунути можливі причини виникнення пожежі.

Посадова особа, відповідальна за пожежну безпеку місць, де проводилися вогневі роботи, повинна забезпечити перевірку місця проведення цих робіт упродовж двох годин після їх закінчення. Про приведення місця вогневих робіт у пожежобезпечний стан виконавець та відповідальна за пожежну безпеку посадова особа роблять відповідні позначки у наряді-допуску на виконання тимчасових вогневих робіт [13].

Технологічне обладнання, на якому передбачається проведення вогневих робіт, повинно бути приведене у вибухопожежобезпечний стан до початку виконання цих робіт. Місце для проведення зварювальних та різальних робіт у будинках і приміщеннях, у конструкціях яких використані горючі матеріали, має бути огорожене суцільною перегородкою з негорючого матеріалу. При цьому висота перегородки повинна бути не менше 1,8 м, а відстань між перегородкою та підлогою — не більше 50 мм. Щоб запобігти розлітання розпечених часток, цей зазор повинен бути огорожений сіткою з негорючого матеріалу з розміром комірок не більше 1 x 1 мм [13].

Таким чином, охорона праці та пожежна безпека має важливе місце під час виконання зварювальних робіт на відповідних ділянках при виготовленні стояка рекламного щита, оскільки невиконання певних норм може викликати суттєві негативні наслідки, які призведуть до виникнення аварійних ситуацій на підприємстві.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ВИСНОВКИ

У технологічний процес виготовлення стояка рекламного щита запропоновано такі вдосконалення:

- замінити ручне дугове зварювання на напівавтоматичне у середовищі вуглекислого газу (вищий сорт);
- впровадити сучасне високопродуктивне слюсарне обладнання;
- використовувати устаткування з можливістю швидкого притискання та знімання притискаючої сили без перешкоджання зварювальному процесу.

Стояк виготовляють із низьколегованої сталі 16ГС. Зварювання виконують напівавтоматичним способом у середовищі CO₂ з використанням дроту Св-08ГС діаметром 1,6 мм. Як обладнання застосовують інверторний напівавтомат Jasic MIG-500 N215II JET.

Оскільки основна частина робіт припадає на складання, для підвищення продуктивності та зменшення трудомісткості застосовують складально-зварювальні кондуктори й роликові обертачі.

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь 16ГС. Метінвест: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/16gs> (дата звернення: 20.05.2026).

2. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.

3. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.

4. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: <http://drawings.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/zwariuvannia-i-sporidneni-protsessy/zahal`na-literatura-po-zwariuvanniu/558-A-a-i-tekhnologiya-i-obladnannia-zwariuvannia-plavlenniam> (дата звернення: 24.05.2026).

5. Технологія електричного зварювання плавленням. Загальна література по зварюванню: веб-сайт. URL: <http://drawings.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/zwariuvannia-i-sporidneni-protsessy/zahal`na-literatura-po-zwariuvanniu/337-D-s-i-tekhnologiya-elektriynogo-zwariuvannia-plavlenniam> (дата звернення: 24.05.2026).

6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.

7. Напівавтомат зварювальний JASIC MIG-500 (N215II) JET. Зварювальне обладнання: веб-сайт. URL: https://kievsvarka.com.ua/ua/p2149099800-poluavtomat-svarochnyj-jasic.html?source=merchant_center&gad_source=1&gad_campaignid=22828320383&gbraid=0AAAAA-NikuNNRipOpiUtHuN_ovXACMcON&gclid=CjwKCAiAjc7KBhBvEiwAE2BDOUhZ2738ea1NXqFOtFob-fof7spRQ8UsvcrG30WHZ1fi-TQZ_2Q40RoCidwQAvD_BwE (дата звернення: 24.05.2026).

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

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

9 ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних ма-теріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

10. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

11. Редьква О.З. Економіка та організація виробництва: методичні вказівки до виконання дипломного проекту. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2022. 30 с.

12. Первинні засоби пожежогасіння. Охорона праці і пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/articles/yak-pravyln-rozrahuvaty-kilkist-pervynnyh-zasobiv-pozhezhogasinnya-dlya-zakladiv-osvity> (дата звернення: 10.06.2026).

13. Вимоги під час підготовки до вогневих робіт. Охорона праці і пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/vymogy-pozhezhnoyi-bezpeky-pid-chas-provedennya-zvaryvalnyh-ta-inshyh-vognevyyh-robit> (дата звернення: 10.06.2026).

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.23.00.00.000.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		