

**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  
кронштейна кріплення проектора

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

**Роман МИСЬКІВ**

Керівник

**Володимир ГАВРИЛЮК**

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

**МИСЬКІВУ Роману Степановичу**

**Тема роботи** \_\_\_\_\_ Проект \_\_\_\_\_ вдосконалення \_\_\_\_\_ технологічного \_\_\_\_\_ процесу  
\_\_\_\_\_ виготовлення кронштейна кріплення проектора

**Керівник роботи** \_\_\_\_\_ ГАВРИЛЮК Володимир Ярославович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від \_\_\_\_\_ 17. 04. 2024 року № 4/9-185

**Термін подання студентом роботи** \_\_\_\_\_ 20.06.2024р.

**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



## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	23.05.2024	
2	Технологічний розділ	27.05.2024	
3	Конструкторський розділ	05.06.2024	
4	Організаційно-економічний розділ	10.06.2024	
5	Охорона праці	13.06.2024	
6	Графічна частина	17.06.2024	
7	Перевірка на плагіат	19.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Роман МИСЬКІВ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Володимир ГАВРИЛЮК

(ім'я, прізвище)

## **АНОТАЦІЯ**

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення проектора 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 the projector mounting bracket 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 . . . . .	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу . . . . .	10
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції . . . . .	12
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів . . . . .	12
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	12
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу . . . . .	13
1.3.4 Вимоги до складання . . . . .	13
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції . . . . .	14
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи . . . . .	15
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ . . . . .	17
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання . . . . .	17
2.2 Вибір зварювальних матеріалів . . . . .	19
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання . . . . .	20
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування . . . . .	25
2.5 Вибір методу контролю якості виробу . . . . .	27
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції . . . . .	28
2.6.1 Заготівельні операції . . . . .	29
2.6.2 Складальні операції . . . . .	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції . . . . .	30

					<b>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення проектора Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Миськів</i>				4	76	
<i>Перевір.</i>		<i>Гаврилюк</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>				ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>						

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	31
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	31
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	32
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	35
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	35
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	36
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	39
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	39
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	44
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	47
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	48
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	54
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	54
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	57
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	59
5.1	Вплив міжнародних стандартів на управління охороною праці на підприємстві	. . . . .	59
5.2	Вибір систем і способів вентиляції	. . . . .	63
5.3	Аналіз вимог охорони праці та пожежної безпеки технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення проектора	. . . . .	69
	ВИСНОВКИ	. . . . .	72
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	73
	ДОДАТКИ	. . . . .	76

## ВСТУП

Зварюванням називається процес отримання нероз'ємного з'єднання під дією встановлення міжатомних зв'язків між зварюваними частинами при їх місцевому або загальному нагріванні, пластичній деформації або при одночасній дії і того і іншого. Зварювання займає важливе місце в різних галузях промисловості і будівництві завдяки своїм перевагам перед іншими способами виробництва виробів, наприклад куванням, литвом, клепаанням та ін.

Важливою перевагою зварювання є можливість в процесі виготовлення виробу вибрати найбільш раціональну його конструкцію і форму. Зварювання дозволяє використовувати метали і значно зменшити відходи виробництва. Наприклад, при заміні клепааних конструкцій зварними економія металу в середньому складає 15...20%, а при заміні литих – приблизно 50%. Трудоемкість виконання зварювальних робіт менша порівняно з клепаанням і литвом. Відсутня необхідність виконання таких робіт, як розмічування, свердління отворів, складного формування та ін. Особливо відчутне зниження трудоемкості при виготовленні великогабаритних виробів: при заміні литих корпусів і станин зварювально-литими, а штампованих виробів складної форми – штампово-зварними, що в свою чергу знижує їх собівартість.

Розвиток зварювального виробництва, впровадження прогресивних способів зварювання підвищують вимоги щодо рівня підготовки зварників. Підвищення теоретичних знань і практичних навичок у роботі, засвоєння нових методів і прийомів зварювання при сучасному рівні виробництва є одним із основних завдань освоєння й впровадження у виробництво досягнень науки і техніки в галузі зварювання [1, с. 3, 4].

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6



# 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Опис конструкції зварного виробу

Кронштейн використовується для монтажу на ньому проектора, тому він обладнаний двома фланцями, які служать відповідно для монтування обладнання та нерухомого закріплення його до стелі приміщення.

Конструкція кронштейна кріплення проектора представляє собою своєрідну стійку і показана на рисунку 1.1, вона складається із фланців нижнього 1 і верхнього 4, упору 2, стійки 3 та стандартних виробів – болтів 5, гайок 6 та шайб 8.

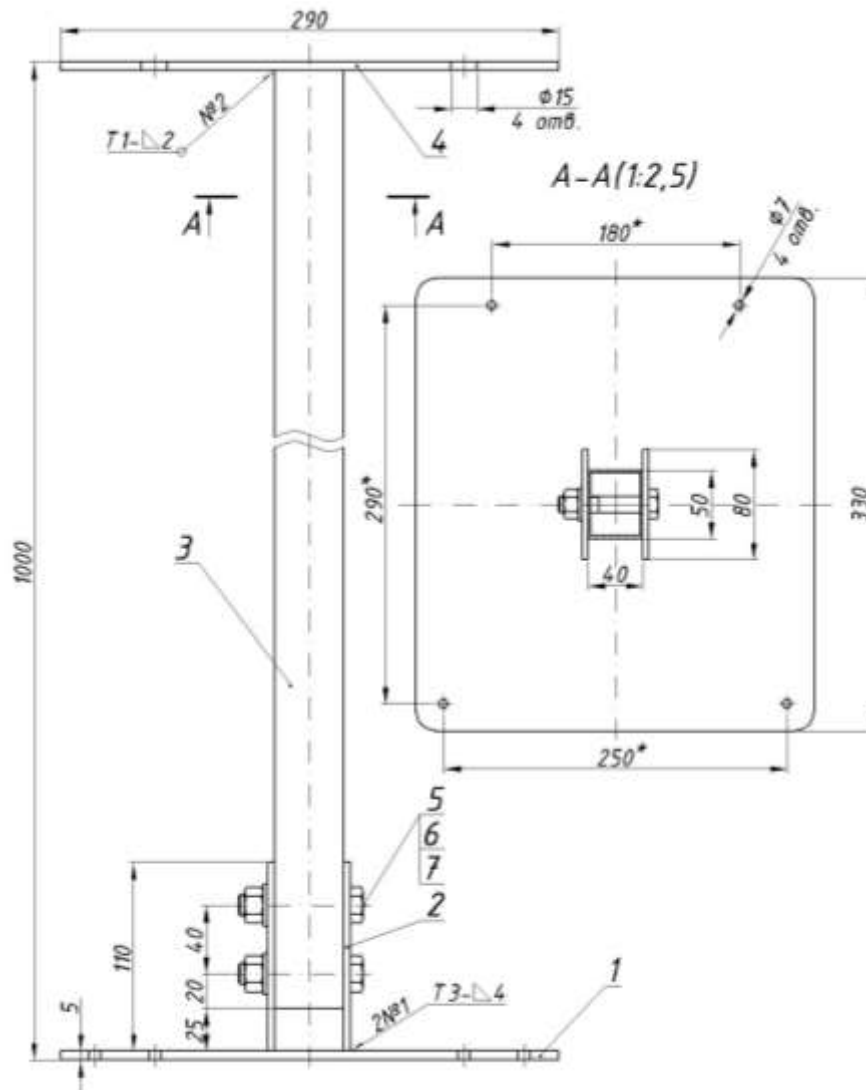


Рисунок 1.1 – Кронштейн для кріплення проектора

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Вигляд аксонометричної проекції кронштейна кріплення проектора можна побачити на рисунку 1.2.

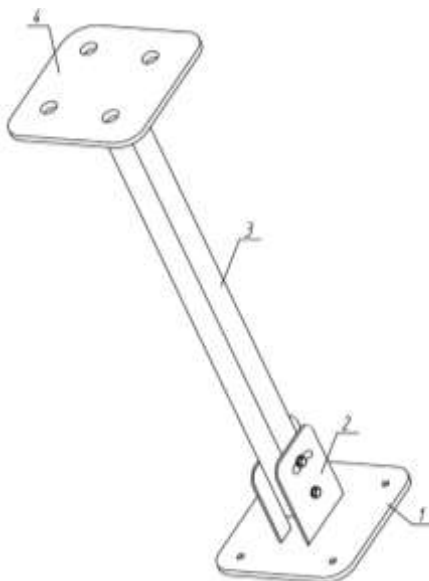


Рисунок 1.2 – Аксонометрична проекція кронштейна кріплення проектора

Габаритні розміри кронштейна є наступними:

- висота 1000 мм;
- довжина 230 мм;
- ширина 290 мм.

### 1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Технічними умовами є вимоги, які потрібно виконувати в процесі виготовлення виробу чи конструкції і характеризують надійність їх роботи в процесі експлуатації.

В технічних умовах повинні вказуватись вимоги до: матеріалів з яких виготовлена конструкція, їх обробки, процесів складання і зварювання, контролю якості, допусків на основні розміри та вимоги, що стосуються приймання готових виробів чи конструкцій.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Основні вимоги, які пред'являються до виготовлення кронштейну кріплення проектора:

- стики кромки та поверхня металу, яка підлягає зварюванню повинна бути зачищена по ширині не менше 20 мм до металевого блиску;

- складання потрібно проводити із використанням спеціального обладнання, без додаткового підганяння кромки, що може спричинити утворення наклепу чи додаткових внутрішніх напружень.

Для створення додаткової жорсткості, на закріпленій конструкції виконують прихоплення із застосуванням присадного матеріалу, який по властивостям відповідає основному металу. Виконання прихоплень повинно здійснюватися без напливів, подрізів, пропалів, їх висота не повинна перевищувати половини товщини зварюваних деталей, а довжина рівною трикратній товщині найтоншої деталі, що зварюється.

Допускаються наступні відхилення при складанні деталей під зварювання:

- зміщення стикувальних кромки одна відносно іншої не більше 0,1 від товщини листів, що складаються, не більше 2 мм – для товщини деталей до 40 мм і не більше 3мм, якщо товщина зварюваних деталей перевищує 40 мм;

- зазор між кромками при зварюванні стикових, таврових і напускових з'єднань у положенні “в човник” не повинен перевищувати 1 мм, а коли зварювання таврових і напускових з'єднань виконується похилим електродом, то зазор не більше 2 мм.

Для виготовлення кронштейнів можливе застосування всіх промислових способів зварювання, що дозволяють отримати зварні шви, які володіють властивостями відповідно до умов експлуатації. Весь цикл проведення технологічного процесу зварювання та подальшого контролю якості повинен бути описаний в технологічних картах.

Для даного роду конструкцій можливе застосування, як ручного, так і автоматичного способу зварювання в одному і тому ж шві. Коли об'єм робіт

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

виконаних ручним зварюванням не перевищує 15%, то такий шов вважається зварений автоматичним способом і його подальші розрахунки здійснюються із використанням розрахункових коефіцієнтів автоматичного зварювання.

Контроль якості технологічного процесу виготовлення та готової продукції повинен виконуватись згідно вимог ДНАОП, ДСТУ та ТУ.

## 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Кронштейн кріплення проектора виготовляється із конструкційної сталі звичайної якості, низьковуглецевої марки СтЗсп, тому що це найбільш раціональний вибір, який відповідає також експлуатаційній придатності в заданих умовах роботи. Хімічний склад сталі приведений в таблиці 1.1 [2].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі СтЗсп, %

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,14- 0,22	0,40- 0,65	0,12- 0,30	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Механічні властивості даної сталі для гарячекатаного прокату, приведені в таблиці 1.2 [2].

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі СтЗсп

Границя текучості, $\sigma_{02}$ , МПа	Границя міцності $\sigma_b$ , МПа	Відносне видовження, $\delta_5$
245	370-480	26

Для визначення властивостей сталей піддаватися зварюванню використовується таке поняття, як зварюваність, що характеризує реакцію

металу на фізико-хімічні процеси, що протікають при зварюванні та утворення з'єднань, які володіють необхідними властивостями, що задовольняють умови експлуатації.

Зварюваність характеризується такими критеріями:

- інтенсивність окислення металів, що пов'язана із їх хімічною активністю;
- протидія утворенню тріщин;
- реакція металу на тепловий вплив зварювання, що в основному негативно проявляється його структурними і фазовими змінами;
- опір виникненню пор.

Зварюваність буває фізичною і технологічною. Фізична характеризує здатність металу утворювати монолітні з'єднання з відповідним хімічним зв'язком. Технологічна зварюваність характеризує отримання зварного з'єднання відповідної якості, яке задовольняє експлуатаційні показники при прийнятій технології зварювання з урахуванням техніко-економічних показників.

Якщо відомий хімічний склад даної марки сталі, то можна визначити її зварюваність за еквівалентним вмістом вуглецю за формулою [3,с.127]:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

де С, Мп, Si, Ni, Cr, Мо, Cu, V, В – відсотковий вміст відповідних елементів у сталі.

$$C_{екв} = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,30}{24} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,45 \text{ \%}.$$

Еквівалентний вміст вуглецю для сталі СтЗсп складає 0,45%, що задовольняє умову доброї зварюваності без утворення кристалізаційних тріщин в процесі або після закінчення зварювання.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

### 1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

#### 1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

До основних вимог, які ставляться до матеріалів при виготовленні кронштейна кріплення проектора є можливість його надійної експлуатації протягом визначеного терміну служби при відповідних робочих умовах (тиск, інтервал робочих температур), властивостей навколишнього середовища (вибухонебезпечність, токсичність, корозійна агресивність) та ін.

Якість матеріалів і напівфабрикатів повинна бути підтверджена відповідними сертифікатами підприємства-постачальника відповідно до діючих стандартів і технічних умов. Якщо є деякі відхилення у властивостях отриманих матеріалів або їх сертифікат відсутній, то додатково підприємство-виробник проводить випробування і дослідження з метою виявлення їх відповідності нормативній документації та затверджують протоколом, який доповнює або замінює відповідний сертифікат.

Листовий метал, що використовується для виготовлення кронштейну повинен поставлятися у термообробленому стані з вмістом фосфору і сірки по об'ємі не більше 0,035% з визначенням наступних механічних властивостей:

- границі текучості при температурі + 410 °С із зусиллям 155 МПа;
- ударної в'язкості при температурі – 20 °С у відповідних умовах.

#### 1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Виготовлення кронштейна кріплення проектора повинно виконуватись строго по технології із дотриманням вимог, що ставляться до геометричних розмірів і форми конструкції.

Важливою умовою в технологічному процесі виготовлення конструкції є дотримання точності, яка характеризує відповідність величин, розмірів, форм, зазорів і шорсткості поверхні відповідно до креслення цієї конструкції.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Тому основною вимогою, яка повинна виконуватись при виготовленні, а саме при складанні і наступному зварюванні конструкції є відповідність її деталей кресленням із врахуванням певних допусків.

Конструкція повинна виготовлятися згідно технічних умов зазначених на кресленні з дотриманням правил і послідовності виконання робіт відповідно до обраної технології.

### **1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу**

Кронштейна кріплення проектора зварюється наступними типами швів: тавровими Т1 і Т3, без розроблення кромки.

Конструкція кронштейна відповідної форми, тому всі шви є кільцевими. Важливою вимогою, яка пред'являється до зварних з'єднань є забезпечення повного проплавлення, тому що це забезпечує відповідну міцність за рахунок повного перерізу.

Необхідні зазори в таврових з'єднаннях повинні відповідати нормативним документам, узгодженим з Держнаглядом України.

Місце розміщення зварних швів має бути доступним для виконання контролю якості при виготовленні конструкцій, їх монтажі та експлуатації згідно передбачених умов стандартів і технічних умов.

Важливим чинником, який впливає на якість зварних з'єднань є забезпечення плавного переходу від наплавленого металу до основного, без присутніх підрізів та напливів, які б могли спричинити послаблення їх механічних властивостей.

### **1.3.4 Вимоги до складання**

Деталі, які підлягають складанню для виготовлення майбутньої зварної конструкції, одержуються відповідними методами, а формування їх кромки проходить із застосуванням механічної обробки, термічним різанням чи

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

струганням (кисневим, плазмово-дуговим). Після використання термічного оброблення кромки повинно додатково виконуватись механічне оброблення для зняття гартівних структур, глибина оброблення залежить від марки сталі, її сприймання підвищених температур та основні відомості по його виконанню вказуються у нормативній документації.

Кромки заготовок, а також прилеглі до них зварювані поверхні повинні бути зачищені від окалини, продуктів корозії, мастил, фарби та інших забруднень відповідно до технічних умов на виготовлення конструкції.

Якщо зварювання буде виконуватись по раніше сформованих прихопленнях, то потрібно виконувати процес з попереднім зачищенням прихоплень і повним їх переплавленням зварним швом.

### **1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції**

Важливою вимогою, яка пред'являється до кронштейна кріплення проектора є забезпечення відповідної працездатності, надійності безпечності в ході експлуатації протягом встановленого терміну використання та передбачення можливості виконання технічного огляду, експлуатаційного ремонту та контролю якості в процесі виготовлення та в робочому циклі.

Конструкція повинна використовуватись відповідний проміжок часу, який враховує умови експлуатації та вказується у її технічних характеристиках.

Розрахунок зварної конструкції на міцність має виконуватись згідно нормативної документації, яка узгоджена з Держнаглядом України. Якщо кронштейн експлуатується в умовах циклічних і динамічних навантажень, то їх значення потрібно враховувати при розрахунках.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Контроль якості зварних конструкцій повинен виконуватись в об'ємах, які б дозволили гарантувати наявність дефектів, а також їх відповідну якість і надійність в експлуатаційних умовах.

Контроль якості зварних конструкцій містить:

- кваліфікаційну перевірку персоналу;
- перевірку технологічного обладнання, пристосувань, приладів та інструментів;
- контроль основних і допоміжних матеріалів;
- технологічний контроль виконуваних операцій;
- руйнівний та неруйнівний контроль якості зварних з'єднань;
- перевірку якості виправлених дефектів.

Для визначення найбільш придатного методу контролю якості, перше потрібно визначити до якої групи виробів відноситься зварна конструкція, в залежності від експлуатаційних чинників, навколишнього середовища та ін.

Контроль виготовлення кронштейна кріплення проектора проводиться для того, щоб:

- 1) визначити відповідність використовуваних матеріалів вимогам нормативної документації;
- 2) проконтролювати якість розроблених кромок та подальшого складання під зварювання відповідно до розроблених креслень;
- 3) перевірити відповідність процесів зварювання і наступної термічної обробки вимогам нормативної документації.

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

Процес виготовлення кронштейна кріплення проектора складається із операцій пов'язаних з очищенням зварюваного металу, різанням, свердлінням, прихоплюванням та кінцевим зварюванням. Виконання прихоплень, а також і

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

подальшого зварювання відбувається способом ручного зварювання покритими електродами за один прохід.

Недоліки цього технологічного процесу пов'язані із:

- використанням ручного зварювання, що не дозволяє збільшити швидкість виконання за рахунок частих змін електродів, а також вимагає висококваліфікованого персоналу для проведення робіт;

- надмірна забрудненість прилягаючих поверхонь електродним металом, що викликає наступну необхідність у виконанні робіт по їх видаленню;

- використовуються неспеціалізовані засоби та пристосування для виконання процесу складання.

Тому базовий технологічний процес виготовлення кронштейна характеризується надто високою трудомісткістю виконуваних операцій.

У зв'язку із виникненням необхідності збільшення програми випуску продукції виникла необхідність зміни існуючого технологічного процесу виготовлення конструкції, що вимагає заміни технологічної зварювальної оснастки та застосування більш продуктивного зварювального обладнання.

Таким чином, ми можемо вдосконалити існуючий технологічний процес заміною ручного електродугового зварювання напівавтоматичним в захисних газах. Змінити використовуване обладнання на більш сучасніше, високопродуктивне.

Запропоновані вдосконалення дають можливість підвищити рівень механізації та автоматизації технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення проектора, що підвищить продуктивність виробництва, зменшить трудомісткість та в цілому позитивно відіб'ється на собівартості та якості зварної конструкції.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Протягом зародження та розвитку процесів зварювання, починаючи від ковальського способу і закінчуючи їх різноманітністю на сьогоднішній день, кожен зі способів має, як переваги, так і деякі недоліки. Проте всі вони можуть бути використані для виготовлення тих чи інших металевих конструкцій. Вибираючи спосіб зварювання для конкретного виробу потрібно враховувати безпосередньо технічні можливості, а також його економічну ефективність. Спосіб зварювання вибирається ще на етапі проектування конструкції, який залежить від таких показників:

- 1) технологічність конструкції;
- 2) зварюваність матеріалу;
- 3) тип з'єднання і товщина зварюваного металу;
- 4) доступність устаткування;
- 5) кваліфікація персоналу;
- 6) енергетична ефективність;
- 7) екологічність і безпечність виконання зварювальних робіт.

Зварювання кронштейна кріплення проектора можливе із застосуванням таких способів зварювання:

- ручного дугового;
- напівавтоматичного в захисних газах;
- автоматичного під флюсом;
- плазмового;
- газового.

При розробленні технологічного процесу виготовлення конструкції вибирають найбільш раціональний спосіб, що найкраще задовольняє вимоги технології.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Спосіб газового зварювання є відносно простим та дешевим у виконанні, для нього не потрібне джерело електричної енергії, але цей метод краще використовувати для металів невеликої товщини, тому що нагрівання зварних поверхонь проходить дуже повільно. Також цей спосіб характеризується широкою зоною термічного впливу, низькими технологічними властивостями зварних швів, неможливістю його механізації та низькою продуктивністю.

Плазмове зварювання є високоефективним технологічним процесом, що використовує газом стиснену дугу, яка називається плазмою. Характерними перевагами цього способу є висока концентрація енергії, що забезпечує велику проплавлувальну здатність при малій ширині шва, малі деформації металу та високу продуктивність процесу. Однак недоліками плазмового зварювання є складне і дороге обладнання, невеликий ресурс плазмотронів, а також додаткового використання систем водяного охолодження.

Перевагами напівавтоматичного зварювання в захисних газах є можливість виконувати процес у всіх просторових положеннях розміщення швів при надійному захисті зварювальної ванни, маневреність, універсальність, механізація процесу підвищує його продуктивність. Але зварювання цим способом виконується тільки на постійному струмі зворотної полярності, оскільки при зварюванні на прямій полярності відбувається велике розбризкування електродного металу.

Автоматичне зварювання під флюсом забезпечує найкращу продуктивність процесу, надійний захист зони зварювання, відсутність розбризкування, стабільність горіння дуги та повільну швидкість охолодження металу після зварювання, що позитивно впливає на структуру металу зварного шва. Але цей спосіб має і свої недоліки, які пояснюються неможливістю виконання процесу у всіх положеннях швів без спеціального обладнання, невисока маневреність процесу і труднощі, які виникають при налагодженні дуги відносно стика.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Отже враховуючи особливості типів зварних з'єднань, зварювання кронштейна кріплення проектора виконується напівавтоматичним способом в захисних газах, схема якого показана на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання в захисних газах

## 2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Правильний вибір зварювальних матеріалів є основним в проекті розроблення технологічного процесу виготовлення конструкції, тому що від нього залежить структура металу шва, а відповідно і технологічні властивості. Вибирають матеріали в залежності від хімічного складу основного металу, які повинні мати такий же склад хімічних елементів або коливатися в межах  $\pm 1\%$ , тому що при зварюванні спостерігається вигорання та випаровування складових компонентів.

Кронштейна кріплення проектора виготовляється зі сталі марки Ст3сп, тому найкращим матеріалом буде марка зварювального дроту Св-08Г2С, яка забезпечить формування швів високої якості з хімічним складом, що відповідає марці основного металу. Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С представлений в таблиці 2.1.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С [3, с. 177]

Марка дроту	Вміст, %						
	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08Г2С	0,5-0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	0,20	0,25	0,025	0,030

Так як зварювання конструкції відбувається в захисному середовищі, то в якості захисного газу використовується захисна суміш К25, яка складається із 75% аргону та 25% вуглекислого газу. Ця зварювальна суміш є найбільш поширеною, тому що забезпечує струминне перенесення зварювального металу, знижується імовірність появи пор, а утворювані шви є більш пластичними порівняно зі звичайним вуглекислим газом.

Основні переваги застосування газових зварювальних сумішей:

- збільшується ефективність процесу зварювання;
- підвищується продуктивність праці;
- зменшується розбрикування зварювального металу;
- підвищується інтенсивність розплавлення металу;
- збільшується щільність і пластичність отримуваних зварних швів;
- стабільне горіння електричної дуги;
- знижується рівень задимленості при виконанні зварювальних робіт.

### 2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Розрахунок параметрів режиму зварювання виконується для таврового з'єднання (рис. 2.2) типу Т1 з катетом 2 мм. Така величина катету шва дозволяє одержати потрібну його міцність в експлуатаційних умовах протягом заданого ресурсу роботи.

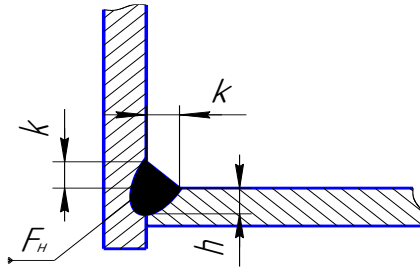


Рисунок 2.2 - Таврове з'єднання типу Т1

$k$  – катет шва;  $F_H$  – площа наплавленого металу;  $h$  – глибина проплавлення основного металу

Розраховуємо площу наплавленого металу  $F_H$  за формулою [4, с.196]:

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

де  $K$  – катет шва,  $K=2$  мм,

$$F_H = \frac{2^2}{2} = 2 \text{ мм}^2.$$

Розраховуємо висоту наплавленого металу  $h_H$  за формулою [4, с.197]:

$$h_H = \sqrt{F_H}, \quad (2.2)$$

$$h_H = \sqrt{2} = 1,41 \text{ мм.}$$

Розраховуємо ширину шва  $l$  за формулою [4, с.197]:

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 4} = 2,83 \text{ мм.}$$

Розраховуємо загальну висоту шва  $H$  за формулою [4, с.196]:

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$\psi_M = \frac{l}{H}, \quad (2.4)$$

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

вибираємо значення  $\psi_M$ , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], воно складатиме  $\psi_M=1,05$ .

Отже:

$$H = \frac{2,83}{1,05} = 2,69 \text{ мм.}$$

Мала величина  $\psi_M$  відповідає великим струмам, що дозволяє збільшити продуктивність зварювання.

Розраховуємо глибину проплавлення  $h_0$  за формулою [4, с.197]:

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

$$h_0 = 2,69 - 1,41 = 1,28 \text{ мм.}$$

Врахувавши катет шва 2 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 0,8 мм.

Розраховуємо 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,  $K_a=1,45$  [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{1,28}{1,45} \cdot 100 = 88,24 \text{ А.}$$

Отже, приймаємо силу зварювального струму 90 А.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



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

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

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

$\rho$ – густина електродного дроту, для сталі  $\rho=7,8 \times 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;

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

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

Тоді:

$$V_{п.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 90}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 275,6 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту  $V_{п.д.}=275$  м/год.

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

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

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 90}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 24,03 \pm 1 \text{ В.}$$

Величина напруги на дузі складає  $U_d=24$  В.

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

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

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $A$  – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, для нашого випадку для  $d_e = 0,8$  мм –  $A = 2 \cdot 5 \cdot 10^3$  А·м/год [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{2,0 \cdot 10^3}{90} = 22,22 \text{ м/год.}$$

Заокруглюємо значення  $V_{зв} = 22$  м/год.

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

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де  $\gamma$  – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 0,8 мм  $\gamma = 75 \dots 300$  А/мм<sup>2</sup> [4, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{90}{175}} = 0,81 \text{ мм,}$$

Виліт електродного дроту приймаємо  $l_d = 10$  мм [6, с.103].

Витрати захисного газу  $Q_r = 7$  л/хв [6, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання записуємо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			значення
назва	СИМВОЛ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	90
Напруга на дузі	$U_d$	В	24
Діаметр електродного дроту	$d_e$	мм	0,8

## Продовження таблиці 2.2

Виліт електрода	$I_d$	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	22
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	275
Витрати захисного газу	$Q_g$	л/хв	7

### 2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Кронштейн кріплення проектора виготовляється із застосуванням професійного зварювального обладнання американської компанії Lincoln Electric. Так як зварювання відбувається в середовищі захисних газів, то для його виконання використовується апарат Powertec 365S, який показаний на рисунку 2.3. Це джерело постійного струму із жорсткою вольт-амперною характеристикою з номінальним зварювальним струмом 350 А та робочим циклом 40%, яке працює від мережі трифазного живлення. Поєднання цього зварювального апарату разом із механізмом подачі LF-22 ідеально підходить для напівавтоматичного MIG/MAG зварювання звичайної або нержавіючої сталі та алюмінію в тяжких умовах виконання [7].

Особливості зварювального апарату Powertec 365S [7]:

- зручність у використанні;
- високі характеристики дуги при зварюванні у суміші аргону або 100% вуглекислому газі;
- перемикачі регулювання напруги дозволяють точно контролювати потужність на дузі;
- два виходи контуру індуктивності забезпечують ідеальну поведінку дуги;
- технологія вмикання вентилятора по необхідності (F.A.N.).

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



Рисунок 2.3 – Зварювальний апарат Powertec 365S американської компанії Lincoln Electric [7]

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального апарата Powertec 365S [7]

Назва параметру	Значення
Мережа живлення	230/400/3/50/60
Номінальна потужність	350А/31,5В/40% 285А/28,2В/60%
Споживчий струм	40/25 А
Діапазон регулювання зварювального струму	30-350 А
Габаритні розміри (ВхШхГ)	875 мм х700 мм х1035 мм
Маса	141 кг

Для формування повного комплекту зварювального устаткування використовується пальник також Lincoln Electric марки Gun LGS2 250 G – з номінальним струмом 200 А та довжиною кабелів 3 м. Цей пальник використовує зварювальний дріт діаметром 0,8 – 0,2 мм, а його вигляд показаний на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Зварювальний пальник Gun LGS2 250 G Lincoln Electric  
[8]

## 2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості виконується для визначення показників надійності, міцності, відповідності матеріалу нормативним сертифікатам та наявності або відсутності дефектів.

В технологічному процесі виготовлення кронштейну кріплення проектора застосовуються наступні контрольні операції:

- попередній контроль, для визначення якості вхідних матеріалів та виготовлених деталей конструкції;
- поточний контроль, який стосується перевірки правильності виконуваних робіт технологічного процесу;
- кінцевий контроль, перевірка якості зварних з'єднань та готової конструкції.

Контроль якості кронштейну проводиться візуально-оптичним методом контролю.

Візуально-оптичний метод може використовуватися, як самостійно, так і в поєднанні з іншими методами контролю. Він дозволяє виявляти зовнішні дефекти зварних з'єднань, як неозброєним оком, так і з застосуванням оптичних засобів.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Для виконання візуально-оптичного контролю якості зварних з'єднань буде використовуватися комплект Novotest VT-1, який показаний на рисунку 2.5 [9].



Рисунок 2.5 – Загальний вигляд комплекту для візуально-оптичного контролю Novotest VT-1 [9]

## 2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення кронштейну кріплення проектора полягає у виконанні відповідних операцій, що забезпечують високу техніко-економічну ефективність випуску даних конструкцій. Для розроблення даного процесу потрібно мати наступні дані: креслення виробу та технічні умови на його виготовлення, програма випуску продукції, а також експлуатаційні вимоги з заданим терміном ресурсу роботи конструкції.

Технологічний процес, що розробляється-вдосконалюється повинен забезпечувати:

- підвищення показників якості виготовлюваних виробів або конструкцій;

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- збільшення продуктивності праці при забезпеченні механізації та автоматизації процесу;
- покращення умов праці зі збереженням безпеки її виконання;
- спрощення та скорочення виробничого циклу виготовлення виробів або конструкцій.

Технологічний процес виготовлення кронштейну кріплення проектора складається з послідовних технологічних операцій, які поділяються в свою чергу на наступні етапи.

### 2.6.1 Заготівельні операції

Мета даних операцій полягає у виготовленні деталей потрібних розмірів і форми. Заготівельні роботи є першим етапом технологічного процесу, до них входить: очищення металу і матеріалів від засобів консервації, розмічування, різання та механічна обробка торців.

Різання листового металу для отримання заготовок фланців та упору, а також вирізання в них отворів здійснюється повітряно-плазмовим методом із використанням ЧПУ установки марки Start Cut 1530SN, яка показана на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Загальний вигляд повітряно-плазмової установки Start Cut 1530SN [10]

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

З метою отримання заготовки – стійки використовується профільний прокат, тому для виконання операції різання застосовується механічний метод, що здійснюється дисковими пилами по металу Bosch GCO 14-24 J [11], одна з яких зображена на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Дискова пила по металу Bosch GCO 14-24 J [11]

### 2.6.2 Складальні операції

Складальні операції полягають у правильному встановленні деталей складального виробу або конструкції на складальному, складально-зварювальному устаткуванні та пристосуваннях, згідно технічних умов та креслень виробів чи конструкцій.

### 2.6.3 Складально-зварювальні операції

Основним етапом виготовлення даної конструкції є складально-зварювальні роботи. Попередньо сформовані заготовки стійки, упору та фланців встановлюють на складально-зварювальне пристосування, робоча поверхня якого може зміщуватись під певним кутом відносно горизонтальної площини, що дозволяє забезпечити положення виробу у нижньому положенні. Перед тим, як виконувати зварювання здійснюють прихоплення згідно

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



технічних умов на складання. Після того, як виконали прихоплення здійснюють загальне зварювання конструкції.

#### 2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції містять комплекс слюсарних робіт, завданням яких є надання зварному виробу чи конструкції естетичного зовнішнього вигляду і полягають у виконання зачищення та очищення з використанням ручних та механізованих інструментів. До ручних інструментів, які використовуються відносяться: молоток, металеві щітки. До механічних методів: кутові шліфувальні машини із зачисними дисками. Після виконання цих операцій виріб піддають методам контролю на наявність зовнішніх дефектів. На рис. 2.8 представлений загальний вигляд шліфувальної машинки Zenit Профі ЗУШ-125/1100.



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд кутової шліфувальної машини Zenit Профі ЗУШ-125/1100 [12]

#### 2.6.5 Допоміжні операції

Ці операції займають проміжне місце в технологічному процесі виготовлення кронштейну кріплення проектора, однак без них він неможливий. Для прикладу, до цих операцій перед початком зварювання відносяться налагоджувальні роботи з обладнанням, а саме встановлюються витрати захисного газу, швидкість подачі та виліт зварювального дроту,

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

оптимальні величини напруги, що дозволить отримати якісні зварні шви без дефектів.

### 2.6.6 Контроль якості

Контроль якості кронштейну кріплення проектора проводиться методом:

1 метод. Контроль зовнішнім оглядом (візуально-оптичний), при якому виявляються дефекти зовнішньої частини шва з використанням комплексу для візуально-оптичного контролю Novotest VT-1.

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

Нормування технологічного процесу полягає у визначенні питомих показників. Так для дугових процесів зварювання цими показниками є витрати матеріалів, розраховані на 1 метр зварного шва.

Розрахунок витрат при зварюванні кронштейна кріплення проектора виконується для стикових з'єднань, згідно ДСТУ 3159-95 [13].

Визначаємо масу наплавленого металу за формулою:

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.12)$$

де  $\alpha_H$  – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А,  $\alpha_H = 17,9$  г/Агод;

$I_{зв}$  – сила зварювального струму,  $I_{зв} = 90$  А;

$l_{ш}$  – загальна довжина зварних швів,  $l_{ш} = 0,52$  м.

Будемо мати:

$$Q_H = 17,9 \cdot 10^{-3} \cdot 90 \cdot 0,52 = 0,84 \text{ кг.}$$

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Визначаємо витрати присаджувального матеріалу за формулою:

$$H_{\text{ел}} = Q_p + Q_{\text{нп}}, \quad (2.13)$$

де  $Q_p$  – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 0,84 \cdot 0,7 = 0,59 \text{ кг},$$

$Q_{\text{нп}}$  – маса наплавленого металу,

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 0,84 \cdot 0,5 = 0,42 \text{ кг}.$$

Отже:

$$H_{\text{ел}} = 0,59 + 0,42 = 1,01 \text{ кг}.$$

Визначаємо норми витрат захисного газу за формулою:

$$H_{\text{г}} = Q_p \cdot K_{\text{г}}, \quad (2.16)$$

де  $K_{\text{г}}$  – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого зварювального дроту,  $K_{\text{г}}=0,85\dots0,9$ ;

$$H_{\text{г}} = 0,59 \cdot 0,87 = 0,51 \text{ кг}.$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

$$E = \frac{U_{\text{д}}}{\alpha_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}, \quad (2.17)$$

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

де  $U_d$  напруга на дузі, В;

$\eta_H$  – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{24}{17,9 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 1,99 \text{ кВт.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_H \cdot K_H}, \quad (2.18)$$

де  $t_0$  – час зварювання одного метра шва,  $t_0=0,046$  год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 24 \cdot 90 \cdot 0,046}{0,9 \cdot 0,75} = 1,47 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Визначаємо витрати електроенергії на зварювання цілого виробу:

$$E_{\Sigma} = E \cdot l_{ш}, \quad (2.19)$$

$$E_{\Sigma} = 1,47 \cdot 0,52 = 0,77 \text{ кВт.}$$

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Суть складання полягає у послідовному встановленні та орієнтуванні всіх деталей виробу, який складається та суміщенні стикувальних їх торців відповідно до складального креслення, з подальшим закріпленням за допомогою спеціальних пристосувань або виконанням прихоплень зварювальним устаткуванням.

Вибір устаткування залежить від геометричних форм та розмірів самих деталей, яким повинна відповідати установча поверхня складальних пристосувань. Це вказує на залежність установчих елементів пристосування та деталей, що на ньому встановлюються і пов'язано з вибором базувальних точок, ліній та поверхонь їх стикування.

Установчі елементи забезпечують правильне встановлення деталей зварного вузла в складальних пристосуваннях. До них пред'являються наступні вимоги:

- забезпечення потрібної точності при встановленні деталей;
- можливість зручного встановлення деталей в складальне пристосування;
- можливість зручного зварювання, тобто доступність до місць виконання прихоплень (для складальних пристосувань) і зварювання (для складально-зварювальних пристосувань);
- необхідна міцність і жорсткість, які запобігають деформації виробу під час зварювання;
- можливість вільного знімання зварного виробу з пристосування.

Всі установчі елементи можна розділити на нерухомі (постійні), знімні та рухомі (відвідні, відкидні, поворотні). Знімні та рухомі елементи використовуються у випадках, коли використання постійних перешкоджає

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		35

встановленню чи зніманню виробу. Рухомі установчі елементи можуть бути ручними та механізованими.

Установчі елементи класифікуються за призначенням – для різних поверхонь складальних деталей та по конструктивному виконанні. За призначенням вони в основному поділяються на упори (для встановлення деталей за базовими поверхнями), установчі пальці (фіксатори) та оправки (для встановлення деталей по отворах), призми (для встановлення циліндричних деталей по зовнішніх поверхнях), накладні кондуктори (шаблони) для встановлення деталей зварного вузла по іншим, раніше встановленим деталям цього ж вузла [14, с. 56-57].

Складання кронштейну кріплення проектора здійснюється із використанням постійних упорів, які показані на рисунку 3.1.

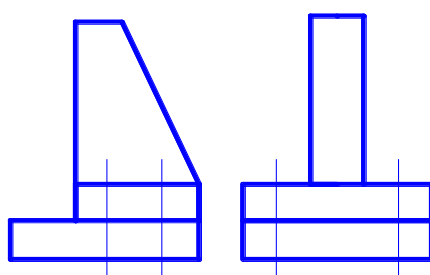


Рисунок 3.1 – Постійний упор

### 3.2 Опис роботи зварювального пристосування

В якості застосовуваних пристосувань для виготовлення конструкції кронштейна використовуються складальні столи, загальний вигляд одного з них показаний на рисунку 3.2. Сам складальний процес пов'язаний із виконанням таких робіт:

1) встановити нижній фланець на складальному столі в проектне положення, попередньо встановивши на ньому упори кріплення, зафіксувати та закріпити їх за допомогою гвинтових затискачів і прихопити дані деталі;

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

2) встановити у пристосування верхній фланець разом із стійкою в проектному положенні та виконати їх спільне фіксування за допомогою затискачів і наступне прихоплення;

3) виконати загальне зварювання кронштейну кріплення проектора на відповідних режимах;

4) відпустити затискачі та звільнити готову зварену конструкцію із складального столу.

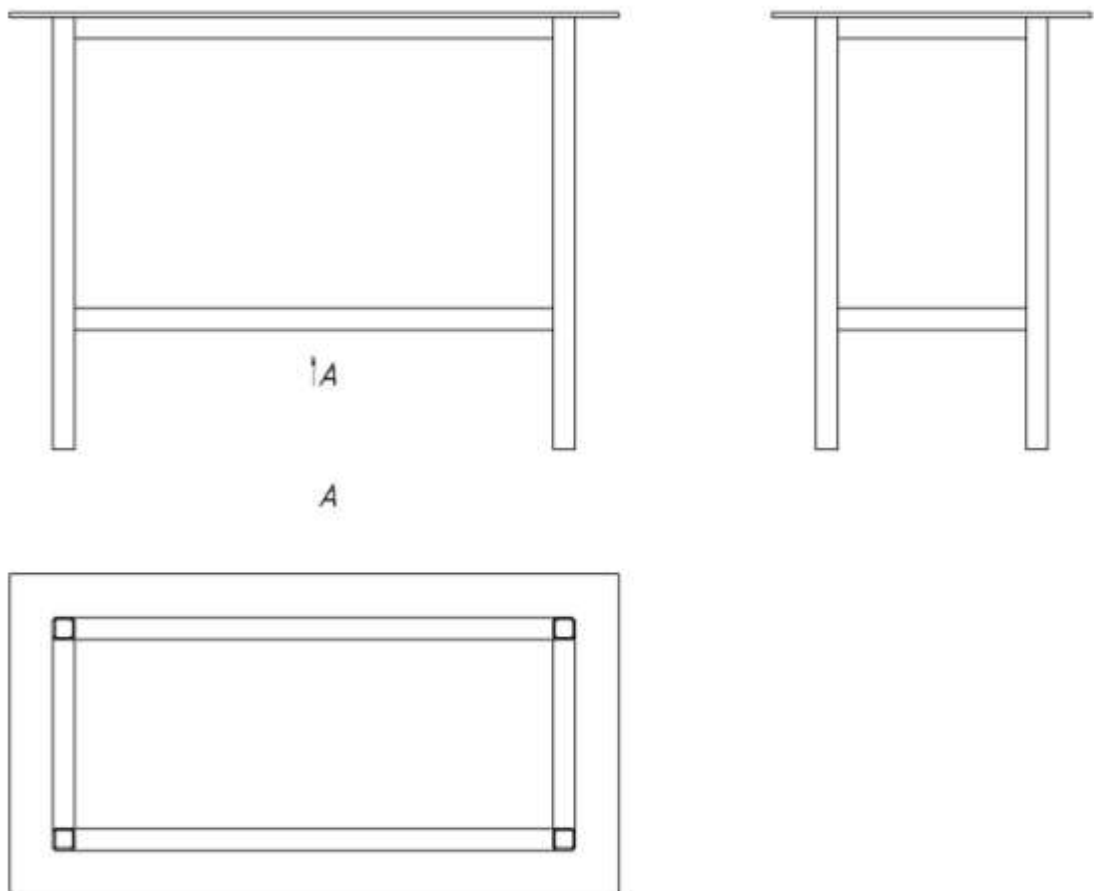


Рисунок 3.2 – Стіл зварювальний

Для надання деталям виробу проектного положення в пристосуванні перед виконанням прихоплень використовують затискачі. Враховуючи товщину складальних елементів, потрібно вибрати затискне зусилля не надто

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

великого значення, тому що може пошкодитись сама конструкція, але і його величина повинна бути достатньою, щоб забезпечити надійність закріплення та протидіяти стягуючим напруженням та деформаціям, які виникають при зварюванні. Для цього використовуємо гвинтові затискачі, один з яких показаний на рисунку 3.3.

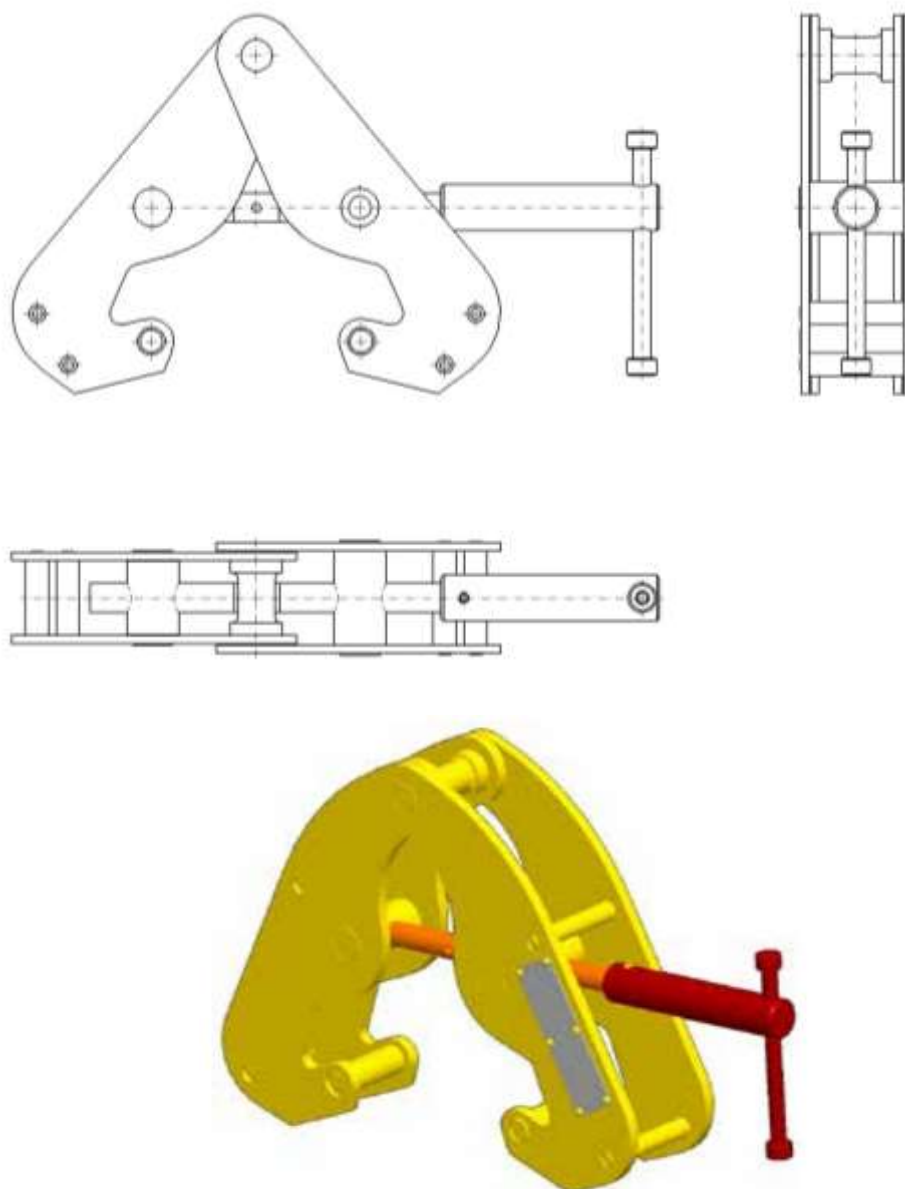


Рисунок 3.3 – Затискач гвинтовий

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.14.00.00.000.ПЗ

Арк.

38



## 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 кронштейну кріплення проектора

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	1000x290x230	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
прокат Ст3сп	кг	5,3	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	1,01	
захисна суміш К 25 (Ar 75% + CO <sub>2</sub> 25%)	кг	0,51	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	0,2	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
листовий прокат:			
сталь Ст3сп	грн	35	34,93
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	128,5	128
захисна суміш К25 (Ar 75% + CO <sub>2</sub> 25%)	грн	24,9	24,5
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	1	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення кронштейну кріплення проектора

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна	Назва	Ціна		
1	2	3	4	5	6	7	8
Очищення	$\frac{3}{П}$	Дробоочисна лінія	190000	щітка	50	III	2,1
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка маркер	199 83 31	IV	3,3
Різання	$\frac{3}{П}$	Установка Start Cut 1530 SN, дискова пила Bosh GCO 14-24	230000 11000			IV	1,9
Штампування	$\frac{3}{П}$	Гідравлічний ексцентриковий прес	420000	молоток	245	IV	2,2
Складання	$\frac{3}{П}$	Складальне обладнання	75000	молоток рулетка	245 199	IV	$\frac{4,7}{3,9}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний апарат Powertec 365S Lincoln Electric, пальник Gun LGS2 250G Lincoln Electric	130000 7000			IV	$\frac{4,6}{3,8}$
Зачищення	$\frac{3}{П}$	КШМ Zenit Профі ЗУШ-125/1100	1700	зачисн. диск щітка	52 50	III	$\frac{2,9}{2,3}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Комплект контрольний Novotest VT-1	11000	збільш. скло	168	VI	1,8
Транспортування	$\frac{3}{П}$	Електричний тельфер	142000			IV	2,3

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 21,4;

по проекту 19,2;

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,3;  
по проекту 2,3.

Загальна штучна норма часу: по заводу 23,7;  
по проекту 21,5.

Для виготовлення кронштейну кріплення проектора застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [15, 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,  $K_p = 0,03...0,1$ .

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,052) \approx 1919 год.$$

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 [15, с.10]:

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

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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

$K_{вн}$  – коефіцієнт виконання,  $K_{вн}=5,1$ .

$B_{пр}$  – програма випуску продукції, у нашому випадку  $B_{пр} = 5600$  шт.

Кількість робочих місць для виконання очищувальних операцій при виготовленні кронштейна кріплення проектора:

$$n = \frac{2,1 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,2 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування становить:

$$n = \frac{3,3 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,88 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання процесу різання:

$$n = \frac{2,1 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,09 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання штампування становить:

$$n = \frac{2,2 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,26 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для складання виробу необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,7 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 2,69 \approx 3 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$n = \frac{3,9 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 2,23 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для виконання зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,6 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 2,63 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,8 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 2,17 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,9 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,66 \approx 2 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,3 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,32 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу:

$$n = \frac{1,8 \cdot 5600}{1919 \cdot 5,1} = 1,03 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість засобів конвеєрного типу (мостових, козлових, порталних кранів) визначається за формулою [15, с.12]:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$n = \frac{\sum_1^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де  $B_{mp}$  - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 5600 шт;

$m$  - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

$\Phi_n$  - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

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

$K_{кр} = 0,6...0,7$ .

$$n = \frac{5600 \cdot 1 \cdot 0,30}{2100 \cdot 0,65} = 1,23 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один електричний тельфер для міжопераційного 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 [15, с.13]:

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

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

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$B$  - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо  $B_{np} = 5600$  шт;

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

$K_{вн}$  - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається  $K_{вн} = 5,1 \dots 5,2$ .

Необхідна кількість очищувальників:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 2,1}{1850 \cdot 5,2} = 1,22 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічальників:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 3,3}{1850 \cdot 5,2} = 1,92 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 1,9}{1850 \cdot 5,2} = 1,11 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість штампувальників:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 2,2}{1850 \cdot 5,2} = 1,28 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 4,7}{1850 \cdot 5,2} = 2,74 \approx 3 \text{ чол.}$$

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 3,9}{1850 \cdot 5,2} = 2,27 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників складає:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 4,6}{1850 \cdot 5,2} = 2,68 \approx 3 \text{ чол.}$$

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 3,8}{1850 \cdot 5,2} = 2,21 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 2,9}{1850 \cdot 5,2} = 1,69 \approx 2 \text{ чол.}$$

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 2,3}{1850 \cdot 5,2} = 1,34 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів:

$$r_{oi} = \frac{5600 \cdot 1,8}{1850 \cdot 5,2} = 1,05 \approx 1 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46



Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
очищувальники	1	1	III	III
розмічувальники	2	2	IV	IV
різальники	1	1	IV	IV
штампувальники	1	1	IV	IV
складальники	3	2	IV	IV
зварювальники	3	2	IV	IV
зачищувальники	2	1	III	III
контролери	1	1	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	1	1	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	20	17	—	—

### 4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

Вихідними даними для розрахунків є норми затрат матеріальних ресурсів на виріб та розмір поворотних відходів, ціни придбання матеріалів з врахуванням транспортно-заготівельних витрат (5...8% від преїскурантної ціни) та ціни реалізації відходів, обсяг випуску продукції.

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн							
			на один виріб	на програму	на один виріб		на програму					
З/П	Сталь Ст3сп	кг	35	34,93	185,5	185,13	1038800	1036722,4				
З/П	Зварюв. дріт Св-08Г2С	кг	128,5	128	129,79	129,28	726796	723968				
З/П	Зах. суміш К 25	кг	24,9	24,5	12,7	12,5	71114,4	69972				
Р-ом					327,98	326,9	1836710,4	1830662,4				
В-нт	Транспортно-заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн				
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму		
З/П	5	1,75	1,75	9,28	9,26	51940	51836,12	1	1	5600	5600	
З/П	5	6,43	6,4	6,49	6,46	36339,8	36198,4					
З/П	5	1,25	1,23	0,64	0,63	3555,72	3498,6					
Р-ом		9,42	9,37	16,4	16,35	91835,52	91533,12	1	1	5600	5600	

#### 4.4 Розрахунок фонду оплати праці

Приймаємо, що всі основні робітники оплачуються по відрядній системі оплати праці, допоміжні - по погодинній, ІТР та МОП - по штатно-окладній системі. Розрахунки проводяться по двох напрямках: на один виріб (для 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 [15, с.18]:

												Арк.
												48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.14.00.00.000.ПЗ							

$$Z_{oo} = \sum_1^y C_{pi} \cdot T_{um}, \quad (4.5)$$

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) [15, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [15, с.18]:

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

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 [15, с.18]:

$$Z_{по} = Z_{до} \cdot P, \quad (4.7)$$

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 очищувальників:

$$Z_{oo} = 7,1 \cdot 16,5 \cdot 2,1 = 246 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 246 \cdot (0,2 + 0,15) = 86,11 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 246 \cdot 0,4 = 98,41 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічальників:

$$Z_{oo} = 4,7 \cdot 16 \cdot 3,3 = 248,16 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 248,16 \cdot (0,2 + 0,15) = 86,86 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$З_{по} = 248,16 \cdot 0,4 = 99,26 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці різальників:

$$З_{оо} = 7,7 \cdot 17 \cdot 1,9 = 248,71 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 248,71 \cdot (0,2 + 0,15) = 87,05 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 248,71 \cdot 0,4 = 99,48 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці штампувальників:

$$З_{оо} = 6,5 \cdot 18 \cdot 2,2 = 257,4 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 257,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 90,09 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 257,4 \cdot 0,4 = 102,96 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,3 \cdot 18,5 \cdot 4,7 = 373,89 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 373,89 \cdot (0,2 + 0,15) = 130,86 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 373,89 \cdot 0,4 = 149,55 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,3 \cdot 18,5 \cdot 3,9 = 310,25 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 310,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 108,59 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 310,25 \cdot 0,4 = 124,1 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,5 \cdot 20 \cdot 4,6 = 414 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 414 \cdot (0,2 + 0,15) = 144,9 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 414 \cdot 0,4 = 165,6 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,5 \cdot 20 \cdot 3,8 = 342 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 342 \cdot (0,2 + 0,15) = 119,7 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 342 \cdot 0,4 = 136,8 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,7 \cdot 16,5 \cdot 2,9 = 320,6 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 320,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 112,21 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 320,6 \cdot 0,4 = 128,24 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6,7 \cdot 16,5 \cdot 2,3 = 254,27 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 254,27 \cdot (0,2 + 0,15) = 88,99 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 254,27 \cdot 0,4 = 101,71 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 8,3 \cdot 22,5 \cdot 1,8 = 336,15 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 336,15 \cdot (0,2 + 0,15) = 117,65 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 336,15 \cdot 0,4 = 134,46 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 7,1 \cdot 19,5 \cdot 2,3 = 318,44 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 318,44 \cdot (0,2 + 0,15) = 111,45 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 318,44 \cdot 0,4 = 127,37 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [15, с.19]:

$$Z_{од} = r_{д} \cdot C_{р} \cdot \Phi_{ef}, \quad (4.8)$$

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

$r_{д}$  - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

$C_{р}$  - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,7 \cdot 1850 = 60495 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 60495 \cdot 0,35 = 21173,25 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 60495 \cdot 0,4 = 24198 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,7 \cdot 1850 = 60495 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 60495 \cdot 0,35 = 21173,25 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 60495 \cdot 0,4 = 24198 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,7 \cdot 1850 = 60495 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 60495 \cdot 0,35 = 21173,25 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 60495 \cdot 0,4 = 24198 \text{ грн}.$$

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[15, 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;

$O_m$  - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

$12$  - кількість місяців у році.

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

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8690 \cdot 12 = 104280 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 104280 \cdot 0,35 = 36498 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 104280 \cdot 0,4 = 41712 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{оп} = 1 \cdot 8080 \cdot 12 = 96960 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 96960 \cdot 0,35 = 33936 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 96960 \cdot 0,4 = 38784 \text{ грн}.$$

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	
<b>Основні робітники:</b>						
очищувальники	62241,8		21784,63		24896,72	
розмічувальники	125568,96		43949,14		50227,58	
різальники	62923,63		22023,27		25169,45	
штампувальники	65122,2		22792,77		26048,88	
складальники	283778,72	156983,97	99322,55	54944,39	113511,49	62793,59
зварювальники	314226	173052	109979,1	60568,2	125690,4	69220,8
зачищувальники	162221,07	64329,05	56777,38	22515,17	64888,43	25731,61
контролери	85045,95		29766,08		34018,38	
транспортувальники	80564,06		28197,42		32225,62	
<b>Допоміжні робітники:</b>						
налагоджувальники	60495		21173,25		24198	
ремонтники	60495		21173,25		24198	
електрики	60495		21173,25		24198	
ІТР	104280		36498		41712	
МОП	96960		33936		38784	
Разом	1624417,38	1258556,61	568546,08	440494,81	1013355,7	867011,39

#### 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	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:		
сталь СтЗсп	185,5	185,13
зварювальний дрiт Св-08Г2С	129,79	129,28
захисна сумiш К 25	12,7	12,5
Поворотні відходи	1	
Паливо та енергія на технологічні цілі	28	27,7
Основна заробітна плата основних робітників	221,73	156,4
Додаткова заробітна плата основних робітників	77,61	54,74
Премії та надбавки основних робітників	88,69	62,56
Відрахування на соціальне страхування	5,43	3,83
Відрахування на медичне страхування	9,7	6,84
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	87,5	87,5
Цехові (дільничні) витрати	97,03	97,03
Всього цехова собівартість	942,67	822,5

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



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:						
очищувальне	1	1	1900000	1900000	95000	95000
різальне	1	1	241000	241000	12050	12050
штампувальне	1	1	420000	420000	21000	21000
складальне	1	1	75000	75000	3750	3700
зварювальне	3	2	137000	137000	6850	6850
зачищувальне	2	1	1700	1700	85	85
контрольне	2	2	11000	11000	550	550
транспортне	1	1	142000	142000	7100	7100
Інструменти:						
молоток	6	5	245	245	12,25	12,25
щітка	4	3	50	50	2,5	2,5
лінійка	6	5	83	83	4,15	4,15
рулетка	6	5	199	199	9,95	9,95
зачисний диск	3	2	52	52	2,6	2,6
маркер	6	5	31	31	1,55	1,55
збільшувальне скло	1	1	168	168	8,4	8,4

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.14.00.00.000.ПЗ

Арк.

55

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрахув., %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	4320000	4185000	5	216000	209250
Устаткування:					
очищувальне	199500	199500	8	159600	159600
різальне	253050	253050	8	20244	20244
штампувальне	441000	441000	8	35280	35280
складальне	78750	78750	23	18112,5	18112,5
зварювальне	417850	280850	19	79391,5	53361,5
зачищувальне	3485	1785	8	278,8	142,8
контрольне	22550	22550	8	1804	1804
транспортне	149100	149100	19	28329	28329
Інструменти:					
молоток	1482,25	1237,25	16	237,16	197,96
щітка	202,5	152,5		32,4	24,4
лінійка	502,15	419,15		80,34	67,06
рулетка	1203,95	1004,95		192,63	160,79
зачисний диск	158,6	106,6		25,38	17,06
маркер	187,55	156,55		30	25
збільшувальне скло	176,4	176,4		28,22	28,22
Разом	7684698,4	7410338,4			559665,94

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.14.00.00.000.ПЗ

Арк.

56

#### 4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [15,с.27]:

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

де  $C_{nз}$  - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ( $C_{nз}=2803,96$  грн);

$C_{nn}$  - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ( $C_{nn}= 2526,31$  грн);

$\Phi_{мз}$  - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ( $\Phi_{мз}=942,67$  грн/шт);

$\Phi_{mn}$  - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ( $\Phi_{mn}=822,5$  грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((2803,96 + 0,15 \cdot 942,67) - (2526,31 + 0,15 \cdot 822,5)) \cdot 5600 = \\ = 1655782,8 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [15,с.28]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{осз} - \Phi_{осн}}{E_{ур}}, \quad (4.11)$$

де  $\Phi_{осн}$  - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ( $\Phi_{осн}= 11489688$  грн);

$\Phi_{осз}$  - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ( $\Phi_{осз}= 12404000$  грн);

$E_{ур}$  - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [15, с.28]:

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

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{ур} = 5600 \cdot (2803,96 - 2526,31) = 1554840 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{12404000 - 11489688}{1554840} = 0,59 \text{ р.}$$

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	5600	5600
Кількість технологічного устаткування	шт	13	11
Собівартість товарної продукції	грн	2803,96	2526,31
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	20	17
- основних робітників	чол	15	12
Фондомісткість продукції	грн/шт	942,67	822,5
Умовна річна економія	грн	-	1554840
Річний економічний ефект	грн	-	1655782,8
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,59
Місячна заробітна плата основних робітників:			
- очищувальники	грн	9041,05	9041,05
- розмічувальники	грн	9119,88	9119,88
- різальники	грн	9140,09	9140,09
- штампувальники	грн	9459,45	9459,45
- складальники	грн	13740,3	11401,5
- зварювальники	грн	15214,5	12568,5
- зачищувальники	грн	11781,9	9344,24
- контролери	грн	12353,5	12353,5
- транспортувальники	грн	11702,5	11702,5

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Вплив міжнародних стандартів на управління охороною праці на підприємстві

Забезпечення охорони праці, включаючи відповідність вимогам охорони праці, встановленим національними законами і правилами, входить у зобов'язання і обов'язки роботодавця. Роботодавець повинен продемонструвати свої безумовне керівництво і відповідальність за працівників та організацію створення системи управління охороною праці на підприємстві.

Міжнародне співробітництво України є запорукою успішної діяльності будь-якого підприємства в галузі охорони праці, що ґрунтується на основі законодавство Європейського Союзу з питань охорони праці, Директив Європейського Союзу з охорони праці, конвенцій та рекомендацій. Охорона праці є невід'ємною складовою соціальної відповідальності суб'єктів господарювання, яка базується на міжнародному законодавстві, зокрема стандарті SA 8000 «Соціальна відповідальність» [16]. Міжнародному стандарті ISO 26000 «Настанова щодо соціальної відповідальності» та реалізується на основі принципів соціального партнерства з питань охорони праці.

У ринкових умовах метою кожного підприємства є отримання прибутку. Досягнення цих умов стане можливим, якщо втрати підприємства будуть нижчими від заробленого прибутку. Вже багато років тому система обмеження втрат (Loss Control Management) на підприємстві була трактована як один з ключових елементів його успішного функціонування. Встановлено, що краще обмежувати витрати, ніж підвищувати дохід шляхом підвищення продажу або підвищення ціни. Це може призвести до спаду продажу і, як наслідок, — до зменшення доходу.

Втрати підприємства, на які можна впливати, значною мірою пов'язані з охороною праці. Нещасні випадки на виробництві зумовлюють значні втрати

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

часу, підвищення страхових внесків, знищення або пошкодження обладнання, зниження продуктивності праці, значні штрафні санкції, витрати коштів на експертизи та ін. Відомі випадки, коли аварії спричиняли катастрофічні наслідки, і підприємства переставали існувати.

Охорона праці включає в себе не тільки попередження травматизму та профзахворювань на робочих місцях, а й питання безпеки продукції, що виробляється, охорону навколишнього середовища, безпеку працівників підрядних організацій, відвідувачів тощо.

З метою підвищення ефективності охорони праці й належного обґрунтування профілактичних заходів проводиться оцінка ризику. Чим більш комплексно, з точки зору втрат, поставитися до аналізу та оцінки ризику, тим більший шанс побудувати ефективну систему управління охороною праці (безпекою і гігієною праці). Так, у фірмі Shell Chemie Nederland до уваги беруть такі категорії втрат:

- люди;
- майно підприємства;
- навколишнє середовище;
- імідж фірми.

При такому багатоаспектному підході до оцінки ризику підприємства в стані оцінити, які профілактичні заходи будуть найбільш ефективними та економічно обґрунтованими. Бюджет охорони праці навіть у найуспішніших фірмах завжди обмежений, тому важливо обирати такі заходи, які є найбільш дієвими [17, 18].

Ефективність функціонування системи управління охороною праці залежить від таких факторів:

- економічний підхід;
- управління на підставі оцінки ризику;
- цілеспрямованість планування;
- корегуючі й запобіжні дії;

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

- конкретне запобігання;
- заохочення і співпраця усіх працівників;
- подальше вдосконалення системи.

Сучасні підходи до управління охороною праці:

1. Економічний підхід. У ринковому господарстві жодні бізнесові цілі не будуть реалізовані без створення належної безпеки працівників. Що добре для працівника, то добре і для підприємства. Тому велика увага приділяється співпраці в цій галузі, а також навчанню працівників й усвідомленню ними необхідності управління ризиком, виконання праці максимально безпечним способом. У ринковому господарстві неприпустимий жодний неврахований ризик. Незначні тимчасові вигоди не можуть бути виправданими, якщо вони провокують втрати, що значно перевищують одержані вигоди. Виходячи з цього, безпека праці є спільною ціллю та інтересом як для працівників, так і для підприємства.

2. Управління на підставі оцінки ризику. Сучасна система управління охороною праці повинна спиратися на ідентифікацію небезпек та оцінку ризику. В процесі ідентифікації небезпек необхідно виявляти всі небезпеки для працівника й підприємства, а також для клієнта та суспільства. Це означає зміну підходу до охорони праці: від примусового виконання приписів і норм до підходу "мені це потрібно для усунення ризику".

Управління охороною праці на підставі оцінки ризику вимагає, по-перше, ретельної, комплексної попередньої ідентифікації небезпек та оцінки ризику; по-друге, постійного моніторингу рівня ризику; по-третє, уміння визначати неприпустимий ризик і конкретно реагувати на такі ситуації. Підприємство, що здійснює оцінку ризику і приймає відповідний рівень як припустимий, згоджується на наслідки (можливі випадки). З тієї точки зору визначення терміну "безпечна праця" може бути сформульоване як свідоме прийняття припустимого ризику.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

3. Цілеспрямоване планування. Змістом постійного вдосконалення системи управління є уміння ставити кожний раз вищі цілі, котрі необхідно досягти й оцінювати їх кількісно. Не можна управляти тим, що неможливо кількісно оцінити.

4. Корегувальні й запобіжні дії полягають у:

- ідентифікації безпеки та оцінки ризику;
- розрахунку показників безпеки праці;
- проведенні аудитів, перевірок.

Ця інформація використовується для вдосконалення системи. Для попередження нещасних випадків, профзахворювань, аварій і пожеж доцільно проводити постійний кількісний моніторинг, а не обмежуватися тільки наслідками, кількістю випадків.

5. Конкретне запобігання полягає, перш за все, в передбаченні виникнення будь-яких небезпечних ситуацій (небезпечної поведінки працівників, небезпечних умов праці). Необхідно вчасно усувати всі порушення вимог безпеки, а також, що є найефективнішим, провадити ідентифікацію та оцінку ризику й ліквідувати його неприпустимі рівні. На цьому будується система безпеки на підприємстві.

6. Заохочення і співпраця у сіх працівників. Твердження "За безпеку праці відповідає керівництво, служба охорони праці" варто замінити словами: "За безпеку праці відповідають усі працівники підприємства, від директора до робітника". Кожний з них має свої обов'язки і відповідає за їх виконання. Ця система повинна бути зрозуміла і прийнята всіма працівниками. З тією метою на підприємствах влаштовуються конкурси знань з охорони праці, збори, розваги для працівників та їх сімей.

7. Подальше вдосконалення системи. Діяльність щодо охорони праці ніколи не припиняється. На підприємстві відбуваються постійні зміни технології, обладнання, методів праці, виникають нові небезпеки. Вдосконалення системи може бути стратегічним (п. 1—3) і поточним (п. 4—5).

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



Головний напрям вдосконалення — досягнення культури безпеки, яка полягає в урахуванні й додержанні вимог безпеки на всіх етапах виробничої діяльності, відповідного виховання працівників.

У західних країнах застосовуються такі підходи до управління охороною праці:

– підхід ISRS (International Safety Rating System), який базується на концепції Loss Control Management, тобто оцінці безпеки на підприємстві управління втратами; призначений для оцінки ефективності управління охороною праці та її сертифікації;

– підхід OHSAS (Occupational Health and Safety Assessment System) — система управління безпекою і гігієною праці, котра діє з 1999 р. і застосовується для аудиту та видачі сертифікатів на системи управління охороною праці;

– управління ризиком на підприємстві;

– інтеграція системи управління охороною праці з управлінням якістю (ISO 9001:2000), охороною навколишнього середовища (ISO 14001:1996) і безпекою (OHSAS 18001:1999) [17, 18].

Таким чином, вплив міжнародних стандартів на управління охороною праці на підприємстві має вирішальне значення, оскільки від цього залежать його майбутні доходи.

## 5.2 Вибір систем і способів вентиляції

В процесі виконання зварювальних робіт утворюються аерозолі, які потрапляючи в організм зварника викликають негативну дію, а найбільше від цього страждає його дихальна система. Тому щоб швидко вловлювати аерозолі і видаляти їх з приміщення використовуються різні схеми системи вентиляції, які бувають: припливними (рис.5.1), витяжними (рис. 5.2) та припливно-витяжними (рис. 5.3) [19].

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63



Рисунок 5.1 – Схема витяжної вентиляції



Рисунок 5.2 – Схема припливної вентиляції



Рисунок 5.3 – Схема припливно-витяжної вентиляції

Для захисту зварників від впливу шкідливих газових виділень, пилу та аерозолей необхідно дотримуватися таких заходів [20]:

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

1. Постійно знижувати дію на організм зварників і різальників шкідливих виділень та аерозолей; застосовувати місцеву й загальнообмінну вентиляцію; організувати подачу в зону дихання чистого повітря, а також зменшувати кількість малотоксичних матеріалів і процесів (наприклад, використовувати електроди з покриттям рутилового типу, зварювання штучними електродами замінити на зварювання у вуглекислому газі або порошковим дротом і т. п.).

2. Уловлювати шкідливі для організму працівника речовини, що входять до складу зварювальних аерозолей, за допомогою фільтровентиляційних агрегатів (ФВА). При цьому спеціальні повітряноприймальні пристрої (сопла) встановлюються на віддалі 30–50 см від зварної дуги. При розташуванні відсмоктувального сопла діаметром 125–160 мм над зварною дугою для ефективного вловлювання потрібно з місця зварювання видаляти 600–1000 м<sup>2</sup> повітря за 1 год. У випадку бокового відсмоктування, що часто визначається конфігурацією зварної конструкції, для ефективного вловлювання такої кількості повітря недостатньо. Тому сопло слід максимально наблизити до зварної дуги, що не завжди можливо.

Для підвищення ефективності вловлювання зварювальних аерозолей розроблено оригінальну конструкцію пристрою з активною вихровою насадкою для відомчого ФВА «Шміль-1500», продуктивність видалення повітря становить 1500–300 м<sup>3</sup>/год, радіус обслуговування не більше 3 м (рис.5.4) [21].



Рисунок 5.4 – Фільтровентиляційний агрегат «Шміль-1500»

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

3. Для видалення аерозолей всередині замкнутих ємкостей і в важкодоступних місцях застосовують переносний витяжний пристрій «Лань», який забезпечує об'єм видаленого повітря до 1200 м<sup>3</sup>/год (рис.5.5) [22].



Рисунок 5.5 – Переносний витяжний пристрій «Лань»

4. У зварювальному виробництві широко використовуються підйомно-поворотні витяжні пристрої «Ліана», «Грум», «Спрут». Їх конструкції дозволяють максимально наблизити повітроприймач до зварної дуги і тим самим забезпечити високу ефективність вловлювання зварювальних аерозолей (не менше 85%) (рис.5.6) [23].



Рисунок 5.6 – Підйомно-поворотний витяжний пристрій «Спрут»

5. При зварюванні та різанні на постійних місцях, у цехах виробів середніх розмірів рекомендується використовувати місцеву вентиляцію. При роботі на нефіксованих місцях і при великих розмірах виробів слід застосовувати місцеву

вентиляцію з руховим відсмоктуванням (витяжні шафи, похиле панельно-щілинне відсмоктування та столи з нижнім підрешітчастим відсмоктуванням.

В Україні до 80% виявлених випадків захворювань зварників викликані дією зварювальних аерозолей на органи дихання. Пріоритетними напрямками програми захисту зварників від дії різних виробничих факторів є захист органів дихання.

За даними японського Інженерного товариства, вже всередині 80-х років ХХ ст. майже 85 виробничих компаній різних галузей промисловості вимагали від зварників застосування захисних масок і респіраторів.

Усім вимогам, які ставляться до респіраторів, відповідає респіратор «Сніжок», розроблений і виготовлений Фізико-хімічним інститутом захисту оточуючого середовища і людини Міністерства освіти і науки України та Національної Академії Наук України (Одеса) (рис. 5.7) [24].



Рисунок 5.7 – Респіратор «Сніжок»

За рахунок розташування на внутрішній поверхні фільтруючого корпусу відповідних протигазових фільтрів забезпечуються вловлювання фтористого водню, фторидів кремнію, інших кислих газів, розкладання озону, окиснення CO<sub>2</sub>, адсорбція парів фарб і розчинників. Крім того, можна також адаптувати респіратор до різних зварювальних процесів. Температурний діапазон становить мінус 30°–плюс 50°С [1, с.469].

На підприємстві використовується сучасна зварювальна маска Speedglas 9100V (рис. 5.8) [25].

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67



Рисунок 5.8 – Зварювальна маска Speedglas 9100V

Захищає очі та обличчя від випромінювання, високої температури та іскор, забезпечуючи високу точність робіт. Дизайн наголів'я в моделі 9100 знижує тиск на вразливі ділянки та надає можливість створювати різні комбінації налаштувань, щоб можна було відрегулювати маску під розміри та з метою забезпечення комфортного носіння й водночас підвищення стабільності маски [25].

Властивості та переваги зварювальної маски Speedglas 9100V [25]:

1. Вентиляційні отвори виводять з маски повітря, яке працівник видихає, знижуючи вірогідність запотівання зварювального фільтру;
2. Набір зварювальних фільтрів із високоякісною оптикою для тривалого комфорту очей. Виявлення дуги під час газовольфрамового зварювання до 1 А;
3. Бічні віконця: фільтри зі ступенем затемнення 5 для розширення зони огляду;
4. Відповідає вимогам механічної витривалості під дією високошвидкісних частинок у відповідності до класу «В» за стандартом EN 175.

Отже, наявність справних систем вентиляції є обов'язковою вимогою для правильного функціонування підприємства, якщо її не має або вона працює неправильно, то це в майбутньому бути мати негативний вплив на здоров'я працівників.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

### 5.3 Аналіз вимог охорони праці та пожежної безпеки технологічного процесу виготовлення кронштейна кріплення проектора

Технологічний процес виготовлення кронштейна кріплення проектора повинен чітко виконуватись згідно правил охорони праці і пожежної безпеки. Для його виготовлення застосовується напіваавтоматичне зварювання в захисних газах, тому основні вимоги безпеки праці будуть стосуватися саме цього методу.

При напіваавтоматичному зварюванні існує небезпека впливу на зварника різних шкідливих факторів, серед яких [26]:

- ураження електричним струмом при дотику до струмоведучих частин електричного кола;
- ураження променями електричної дуги очей і відкритої поверхні шкіри;
- опіки від крапель металу і шлаку при зварюванні;
- отруєння шкідливими газами, що виділяються при зварюванні і при забрудненні приміщень пилом і випарами різних речовин;
- вибухи через неправильне поводження з балонами стисненого газу або через виробництво зварювання в ємкостях з-під горючих речовин, або виконання зварювання поблизу легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин;
- пожежі від розплавленого металу і шлаку в процесі зварювання;
- травми різного роду механічного характеру при підготовці важких виробів до зварювання і в процесі зварювання.

Для запобігання небезпеки ураження бризками розплавленого металу і шлаку використовують спецодяг (штани, куртку і рукавиці) з брезентової або спеціальної тканини. Куртки при роботі не слід вправляти у штани, а взуття повинне мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли всередину одягу, так як в цьому випадку можливі важкі опіки.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Небезпека виникнення пожеж від розплавленого металу і шлаку існує в тих випадках, коли зварювання виконують по металу, що закриває дерево або горючі матеріали, на дерев'яних риштуваннях, поблизу легкозаймистих матеріалів тощо [26].

Існуюче законодавство з питань охорони праці зварників, як і інших робітників, передбачає комплекс правових, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, направлення на забезпечення здорових і безпечних умов праці [1, с. 473].

Відповідальність за організацію та стан охорони праці й техніки безпеки покладено на адміністративно-технічний персонал виробничих підрозділів підприємств, які проводять зварювальні роботи. За охорону праці відповідають начальники виробництва, майстри, фахівці з охорони праці.

За дотриманням санітарних норм праці слідкує Державна санітарна інспекція; за нормами пожежної охорони – Державна інспекція пожежної охорони.

Згідно з діючими положеннями, до зварювальних робіт усіх видів допускаються особи віком 18 років і старші [1, с. 473].

Зварювання можуть виконувати робітники, які пройшли спеціальне навчання. Додатково перевіряють знання правил охорони праці; результати вказаної перевірки записують в журналі встановленої форми.

Повторний інструктаж проводить керівник робіт, майстер щоквартально і перед кожною новою роботою.

Для робітників, зайнятих зварюванням, законодавством передбачено додаткові відпустки різних термінів залежно від конкретно виконаної роботи.

Зварникам згідно із законодавством безкоштовно видають спецодяг, спецвзуття та запобіжні пристрої.

До зварювання на висоті допускаються робітники, які пройшли додатковий медогляд і мають посвідчення про вивчення спеціальних методів верхолазних робіт.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



Жінки для проведення зварювальних робіт на висоті і в замкнутих просторах не допускаються.

Зварники, які працюють у замкнутих просторах або зайняті зварюванням кольорових металів, повинні кожного року проходити медичний огляд з обов'язковою рентгенографією грудної клітки і відповідними лабораторними дослідженнями.

Кожний зварник повинен володіти спеціальними знаннями та неухильно виконувати існуючі вимоги щодо безпечного виконання робіт, а також дотримання норм і умов пожежної безпеки [1, с. 474].

Таким чином, при виготовленні кронштейна кріплення проектора, повинні виконуватися всі вищезгадані вимоги, щоб забезпечити безпечність виконання зварювальних робіт без їх стороннього шкідливого впливу на працівників підприємства.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

## ВИСНОВКИ

Базовий технологічний процес виготовлення кронштейна характеризується надто високою трудомісткістю виконуваних операцій.

У зв'язку із виникненням необхідності збільшення програми випуску продукції виникла необхідність зміни існуючого технологічного процесу виготовлення конструкції, що вимагає заміни технологічної зварювальної оснастки та застосування більш продуктивного зварювального обладнання.

Таким чином, ми можемо вдосконалити існуючий технологічний процес заміною ручного електродугового зварювання напівавтоматичним в захисних газах. Змінити використовуване обладнання на більш сучасніше, високопродуктивне.

Запропоновані вдосконалення дають можливість підвищити рівень механізації та автоматизації технологічного процесу виготовлення кронштейну кріплення проектора, що підвищить продуктивність виробництва, зменшить трудомісткість та в цілому позитивно відіб'ється на собівартості та якості зварної конструкції.

Проведено обґрунтування основних техніко-економічних показників для впровадження вдосконаленого технологічного процесу виготовлення виробу.

Проведено аналіз вимог охорони праці та пожежної безпеки технологічного процесу виготовлення кронштейну кріплення проектору, а також правильність вибору систем і способів вентиляції.

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 3сп. Довідник. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3sp/> (дата звернення: 15.03.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. Powertec® 365S. Апарати для MIG/MAG зварювання: веб-сайт. URL: [https://www.lincolnelectric.com/ua-ua/Equipment/Pages/product.aspx?product=K14061-1A\(LincolnElectric\\_EU\\_Base\)](https://www.lincolnelectric.com/ua-ua/Equipment/Pages/product.aspx?product=K14061-1A(LincolnElectric_EU_Base)) (дата звернення: 23.05.2024).
8. Linc Gun LGS2 250 G - W10429-25-3М, -4М, -5М. Пальники для зварювання в захисному газі: веб-сайт. URL: [https://www.lincolnelectric.com/ua-ua/Equipment/Pages/product.aspx?product=Products\\_EquipmentEU\\_GunsAndTorches-MigGuns-LGS250G-LGS250\(LincolnElectric\\_EU\\_Base\)&producttype=gt&detail=W10429-25-3M\(LincolnElectric\\_EU\\_Base\)](https://www.lincolnelectric.com/ua-ua/Equipment/Pages/product.aspx?product=Products_EquipmentEU_GunsAndTorches-MigGuns-LGS250G-LGS250(LincolnElectric_EU_Base)&producttype=gt&detail=W10429-25-3M(LincolnElectric_EU_Base)) (дата звернення: 23.05.2024).
9. Комплект для візуально-оптичного контролю Novotest VT-1. Портативні прилади неруйнівного контролю: веб-сайт. URL: <https://chemtest.com.ua/ua/komplekt-dlya-vizualnooptichnogo-kontrolyu-novotest-vt-1-nabir> (дата звернення: 23.05.2024).

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

10. Start Cut 1530SN. Верстат плазмового різання Start Cut: веб-сайт. URL: <https://refit.com.ua/ua/plasmacut/verstat-plazmovo-i-rizky-pcm1530s.html> (дата звернення: 24.05.2024).

11. Відрізна пила по металу Bosch GCO 14-24 J. Дискові пили Bosch: веб-сайт. URL: [https://allo.ua/ua/diskovye-pily/otreznaja-pila-po-metallu-bosch-gco-14-24-j-0-601-b37-200.html?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAnL-sBhBnEiwAJRGigjOtE4Qd-jkVALEOxkg7rSwcCO\\_pxoS1fs3C1RLykHn4PuNix0AamhoCTiMQAvD\\_BwE](https://allo.ua/ua/diskovye-pily/otreznaja-pila-po-metallu-bosch-gco-14-24-j-0-601-b37-200.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAnL-sBhBnEiwAJRGigjOtE4Qd-jkVALEOxkg7rSwcCO_pxoS1fs3C1RLykHn4PuNix0AamhoCTiMQAvD_BwE) (дата звернення: 24.05.2024).

12. Кутова шліфмашина Zenit Профі ЗУШ-125/1100. Шліфувальні та полірувальні машини (болгарки) Zenit Профі: веб-сайт. URL: [https://rozetka.com.ua/ua/zenit\\_833252/p313226/?gclid=CjwKCAiA4rGCBhAQEiwAelVti5kdgqCNsWTANkOz0w2WOpkxv1z9g-X3XQqg7MoWEppObvyeHkNd-hoCgzwQAvD\\_BwE/](https://rozetka.com.ua/ua/zenit_833252/p313226/?gclid=CjwKCAiA4rGCBhAQEiwAelVti5kdgqCNsWTANkOz0w2WOpkxv1z9g-X3XQqg7MoWEppObvyeHkNd-hoCgzwQAvD_BwE/) (дата звернення: 24.05.2024).

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

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

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

16. SA 8000 «Соціальна відповідальність». Міжнародна сертифікація: веб-сайт. URL: <https://ims-cert.com/mezhdunarodnaya-sertifikacziya-ua/sa-8000-ua.html> (дата звернення: 17.06.2024).

17. Гогіташвілі Г.Г. Системи управління охороною праці. Львів: Афіша, 2002. 320 с.

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

18. Гогіташвілі Г.Г., Карчевські Є.Т., Лапін В.М. Управління охороною праці та ризиком за міжнародними стандартами: навч. посіб. Київ: Знання, 2007. 367 с.

19. Класифікація систем вентиляції. Кліматичне обладнання: веб-сайт. URL: <https://comfortsellers.com.ua/klassifikacia-system-ventylyatsiyi/> (дата звернення: 17.06.2024).

20. Захист органів дихання під час зварювальних робіт. Охорона праці і пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/articles/zahyst-organiv-dyhannya-pid-chas-zvaryvalnyh-robit> (дата звернення: 17.06.2024).

21. ФВА «Шміль-1500». Сучасні засоби захисту зварників: веб-сайт. URL: <https://msd.com.ua/sovremennye-sredstva-zashhity-svarshhikov/ventilyacionnoe-oborudovanie-vyuskaemoe-v-unraine/> (дата звернення: 17.06.2024).

22. Переносний витяжний пристрій «Лань». Витяжні пристрої та системи: веб-сайт. URL: <https://forsage-svarka.com.ua/ua/p1114149639-povorotno-vytyazhnoe-ustrojstvo.html> (дата звернення: 17.06.2024).

23. Підйомно-поворотний витяжний пристрій «Спрут». Витяжні пристрої: веб-сайт. URL: <https://target-group.com.ua/promyshlennaya-mebel/montazhnye-stoly/1589-vytyazhnoe-ustrojstvo.html> (дата звернення: 17.06.2024).

24. Респіратор «Сніжок». Засоби захисту органів дихання: веб-сайт. URL: [https://profisiz.org.ua/p1781955259-respirator-u2k-vysshij.html?source=merchant\\_center&gad\\_source=1wсВ](https://profisiz.org.ua/p1781955259-respirator-u2k-vysshij.html?source=merchant_center&gad_source=1wсВ) (дата звернення: 17.06.2024).

25. Зварювальна маска Speedglas 9100V. Засоби індивідуального захисту: веб-сайт. URL: <https://eweld.com.ua/ua/sredstva-individualnoj-zashchity/svarochnaya-mask-a-speedglas-9100v-589-13> (дата звернення: 17.06.2024).

26. Головні правила безпеки зварювальних робіт. Охорона праці і пожежна безпека: веб-сайт. URL: <https://oppb.com.ua/news/golovni-pravyla-bezpeky-zvaryvalnyh-robit> (дата звернення: 17.06.2024).

					<i>КР.422.14.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

# ДОДАТКИ

					КР.422.14.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76