

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
сейфу банківського

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

Іван ЧЕРНЯВСЬКИЙ

Керівник

Ігор ГУМЕНЮК

Рецензент

Віктор СЕНЧИШИН

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

«__» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ЧЕРНЯВСЬКОМУ Івану Руслановичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
сейфу банківського

Керівник роботи ГУМЕНЮК Ігор Всеволодович
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від 29. 04. 2025 року № 4/9-209

Термін подання студентом роботи 20.06.2025р.

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

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного
виробу (конструкції)

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

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вплив компонентів зварювального аерозолі на здоров'я людини

5.2 Розрахунок виробничого штучного освітлення

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення сейфу банківського – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення сейфу банківського – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення стола зварювального кривошипного – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення трубки кутової 40-076-020 – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічний розділ	Оксана РЕДЬКВА, викладач	(підпис) (дата)	(підпис) (дата)
Охорона праці	Лілія СЕМКІВ, викладач	(підпис) (дата)	(підпис) (дата)

Дата видачі завдання 19.05.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний розділ	22.05.2025	
2	Технологічний розділ	26.05.2025	
3	Конструкторський розділ	04.06.2025	
4	Організаційно-економічний розділ	09.06.2025	
5	Охорона праці	12.06.2025	
6	Графічна частина	16.06.2025	
7	Перевірка на плагіат	18.06.2025	

Студент

(підпис)

Іван ЧЕРНЯВСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Ігор ГУМЕНЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення сейфу банківського 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 bank safe 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	8
1.1 Опис конструкції зварного виробу	8
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	9
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	13
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	14
1.3.4 Вимоги до складання	14
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	15
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	18
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	20
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	21
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	25
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	29
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	31
2.6.1 Заготівельні операції	31
2.6.2 Складальні операції	33
2.6.3 Складально-зварювальні операції	34

					<i>КР.422.16.00.00.000.ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Чернявський			Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення сейфу банківського Пояснювальна записка		Літ.	Арк.
Перевір.		Гуменюк						4
Реценз.		Сенчишин					ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск	
Н. Контр.		Залуцька						
Затв.		Дранівська						
							Аркушів	75

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	34
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	34
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	35
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	36
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	39
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	39
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	41
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	45
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	45
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	51
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	54
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	55
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	61
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	62
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	63
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	66
5.1	Вплив компонентів зварювального аерозолю на здоров'я людини	.	.	.	.	.	66
5.2	Розрахунок виробничого штучного освітлення	.	.	.	.	.	68
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	72
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	73
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	75

ВСТУП

Перші способи зварювання виникли ще на початку нашої цивілізації – з початком використання і обробки металів. Давніми джерелами металу були випадково знайдені частинки самородних металів – золота, міді, метеоритного заліза. За допомогою кування їх перетворювали на листочки., пластинки, наконечники. Кування з невеликим підігріванням дозволяло з'єднувати дрібні частинки у більш великі, які ставали придатними для виготовлення виробів найпростішої форми.

Пізніше почали використовувати процеси плавлення металу із руд і за допомогою литва виготовляти більш великі і доволі досконалі вироби із міді та бронзи.

З освоєнням ливарного виробництва появилось ливарне зварювання за так званим способом проміжного литва – з'єднувальні деталі заформовувались і місце зварювання заливалось розплавленим металом. В подальшому були створені особливо легкоплавкі сплави для заповнення з'єднувальних швів поряд з цим видом зварювання з'явилося паяння, яка займає важливе місце на сьогоднішній день.

Важливим етапом стало винайдення способу виплавлення заліза із металевих руд, що спровокувало широке використання способів ковальського зварювання та паяння. Особливо потрібно відмітити відкриття електричного дугового зварювання, що є важливим способом з'єднання металів і на сьогоднішній день.

Роль зварювання в промисловості та в народному господарстві країни досить значна. Зварювання широко використовується на транспорті, в агропромисловому комплексі, на всіх виробництвах, які займаються виготовленням металевих виробів – від маленьких деталей, які обробляються за допомогою мікроскопів, до гігантських зварних конструкцій, корпусів морських суден, трубопроводів протяжністю в сотні кілометрів і ін. Наскільки можна спостерігати, процеси зварювання збережуть важливе промислове

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

значення і в майбутньому. Використання його неперервно розширюється, охоплюючи нові області. Зварюванням вже з'єднують не тільки метали, але і багато неметалевих матеріалів. Зварювання знаходить широке використання в просторах космосу і глибинах світового океану, освоєння багатств якого являється важливим завданням для населення нашої планети.

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.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Сейф є металевою зварною конструкцією, яка монтується у фінансових установах для зберігання цінних паперів, дорогоцінних матеріалів та готівки. Основне його призначення – це чинити протидію у випадку його несанкціонованого відкриття. Тому для забезпечення високої міцності даний сейф, що зображений на рисунку 1.1, виготовлятиметься із легованої сталі.

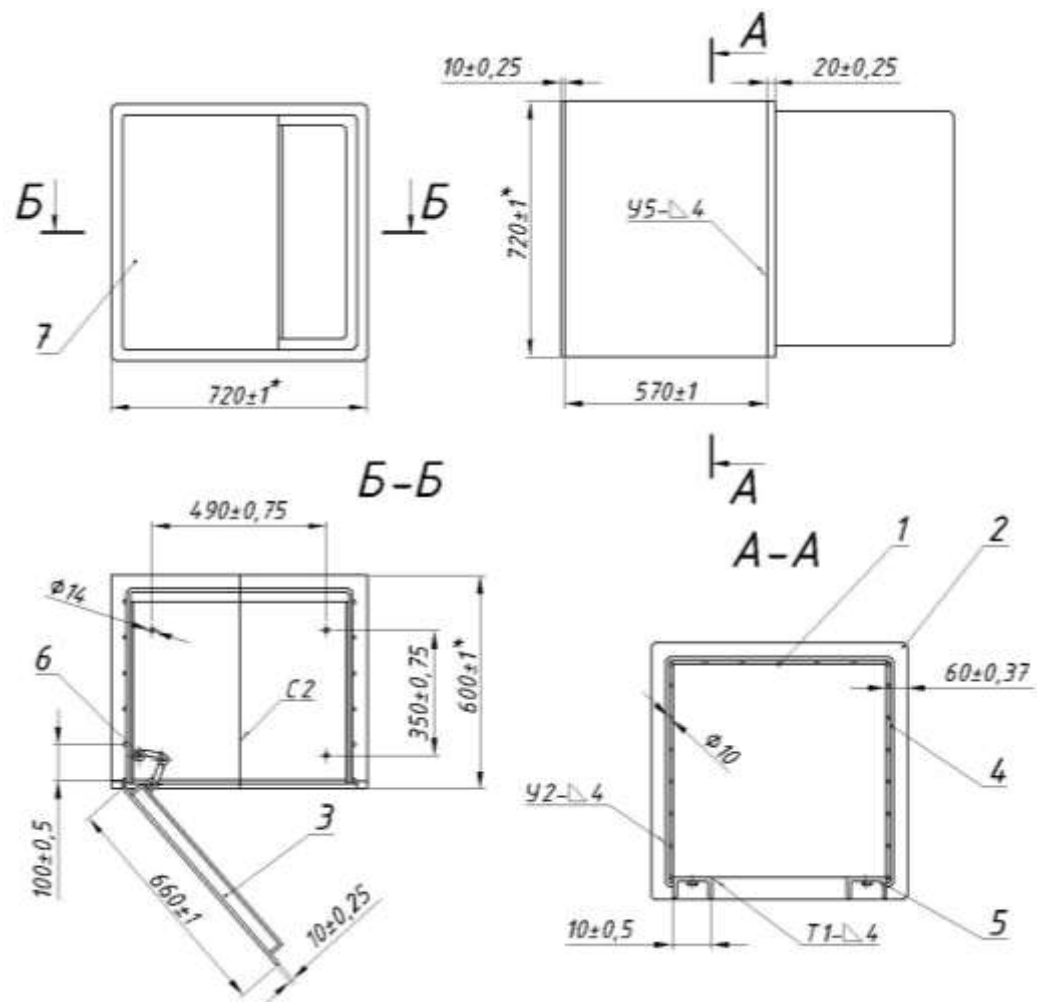


Рисунок 1.1 – Сейф банківський

1 – каркас, 2 – обшивка, 3 – дверцята, 4 – підсилення, 5 – швелер, 6 – завіс, 7 – панель

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Конструкція сейфу включає три складальних одиниці – це каркас, обшивка та дверцята. Геометричні розміри банківського сейфу є такими: довжина 720 мм, ширина 570 мм, висота 720 мм. Для кращої наглядності на рисунку 1.2 показана модель сейфу.

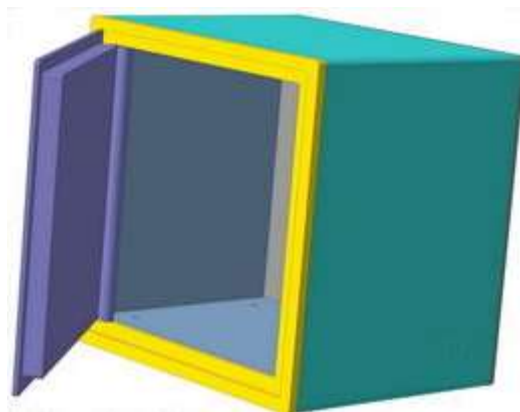


Рисунок 1.2 – Модель банківського сейфу

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Технічні вимоги, які встановлюються при виготовленні даного роду конструкцій:

- 1) зварювальні операції повинні виконуватись в закритому приміщенні, яке захищає місце зварника від атмосферних опадів та інших шкідливих для зварювального процесу явищ;
- 2) підготовка кромek зварюваних деталей і складання повинні відповідати вимогам робочих креслень, як по чистоті, так і по відношенні розмірів конструктивних елементів;
- 3) зварювальне обладнання повинно відповідати вимогам своїх технічних даних;
- 4) всі складені під зварювання з'єднання повинні бути представлені і прийняті технічним контролем.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Матеріал для виготовлення конструкції вибирається в залежності від технічних умов на її виготовлення, креслення та відповідних стандартів. Конструкція має виготовлятися із якісних матеріалів, це підтверджується сертифікатами якості.

Вибір матеріалу для виготовлення сейфу банківського має відповідати наступному:

- добра зварюваність;
- забезпечення працездатності конструкції протягом заданого терміну експлуатації в різних кліматичних умовах;
- відповідний хімічний склад і механічні властивості;
- надійна експлуатація конструкції при дії на неї різних статичних і динамічних навантажень.

Враховуючи ці побажання найбільш придатною буде низьколегована сталь марки 09Г2С, яка зварюється всіма існуючими способами.

Для забезпечення доброї зварюваності потрібно враховувати технологію зварювання конструкції зі збереженням її хімічного складу.

Хімічний склад та механічні властивості сталі 09Г2С приведені в таблицях 1.1 і 1.2.

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 09Г2С у % [2]

C	Si	Mn	Cr	Cu	Ni	P	S
			не більше				
0,12	0,6 - 0,8	1,3-1,7	0,30	0,30	0,30	0,035	0,040

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С [2]

Переріз, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
До 10	не менше		
	345	490	21

Для виконання якісного з'єднання технологія зварювання повинна забезпечувати основну умову – це рівнозначна міцність металу основного і шва та відсутність будь-яких дефектів. Як наслідок всі механічні властивості зварного з'єднання і біляшовної зони повинні бути не нижче цих же властивостей основного металу. Тільки в окремих випадках для конкретних умов допускаються деякі гірші властивості порівняно з основою, але це тоді, коли вже більше неможливо забезпечити кращу якість будь-якими прийомами. У зварних з'єднаннях не повинно бути тріщин, пор, будь-яких включень, напливів, підрізів та інших дефектів, які б призвели до зниження працездатності конструкції. Метал шва повинен мати достатню стійкість до переходу в крихкий стан.

Наявність деформацій конструкції після виконання зварювання повинна бути в межах допустимих норм і якщо це не впливає на її працездатність.

Отримання якісних зварних швів при прийнятій технології характеризується поняттям, що називається зварюваністю. В залежності від формування з'єднань вона може бути доброю, задовільною, обмеженою та поганою.

Зварюваність низьколегованої сталі 09Г2С визначають за еквівалентом вуглецю, який визначається за формулою [3, с.127]:

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

де С, Мn, Si, Ni, Cr, Мо, Cu, V, В – вміст хімічних елементів у сталі, %.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Підставивши значення, отримаємо:

$$C_{\text{екв}} = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,8}{24} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,54\%.$$

Виконавши розрахунки отримали $C_{\text{екв}}$ більшим 0,45%, це вказує на задовільну зварюваність цієї сталі і для формування якісних зварних з'єднань потрібний попередній підігрів, який виконується для того, щоб запобігти утворенню холодних тріщин після закінчення процесу зварювання.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Виготовлення банківського сейфу повинно виконуватись тільки якісними матеріалами.

Тому якість та механічні властивості матеріалів і напівфабрикатів мають задовольняти такі вимоги:

- а) наявність відповідної документації, яка підтверджує якість за рахунок відповідних технологічних властивостей;
- б) додаткові дослідження використовуваних матеріалів у випадку необхідності;
- в) дотримання чистоти поверхонь без наявних дефектів і пошкоджень;
- г) правильне зберігання матеріалів без надмірної вологості повітря;
- д) надійність матеріалів протягом заданого ресурсу роботи;
- е) дефекти матеріалів, які утворилися при їх навантаженню чи транспортуванню, повинні бути видалені методами механічного оброблення;
- є) в технологічному процесі використовуються тільки якісно запаковані матеріали із зазначенням їх марки та механічні властивості сформованого наплавленого металу;

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

ж) в залежності від типу і виду використовуваного захисного газу повинні бути забезпечені умови їх додаткового очищення, а також підігрівання по необхідності.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Наявність мікронерівностей на поверхні деталі називається шорсткістю, вона виражається у числових значеннях, які визначають ступінь відхилення по базовій довжині, теоретично гладких поверхонь відповідної геометричної форми.

Шорсткість поверхонь безпосередньо впливає на міцність конструкції. Для прикладу можливе руйнування деталі, при дії на неї змінних навантажень пояснюється надмірною концентрацією напружень, джерелом утворення яких є поверхневі нерівності.

Виготовлення зварних конструкцій повинно відбуватися при врахуванні таких вимог:

- кількість поверхневих тріщин, які виникають від втоми металу напряду залежить від шорсткості;
- повинні бути збереженні розмірні допуски при виготовленні деталей;
- надання поверхням малою шорсткості також потрібно використовувати для покращення естетичності та зручності їх підтримки в чистоті.

Тому ще на стадії проектування сейфу банківського та при подальшому його виготовленні повинні зберігатись розміри та геометрична форма конструкції, а також необхідна шорсткість поверхонь. Це можливо виконати, коли дотримуватись наступних вимог:

- проектування відповідних конструкційних форм, які відповідають технічним особливостям виробництва;

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- підготовка зварюваних стиків заготовок повинна виконуватись із врахуванням їх обробки, підготовки кромок та розмірних допусків;
- виконання процесів згідно технології, яка попереджає виникнення напружень і деформацій.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Забезпечення формування якісних з'єднань є основою при виготовленні зварних конструкцій, оскільки від них залежить придатність конструкції задовольняти умови експлуатації. З'єднання – це ділянка між сполученими двома деталями, які виготовлені з однорідних чи різнорідних матеріалів. У зварних з'єднаннях не повинно бути дефектів, величини яких перевищують стандартні норми. Також від якості зварних з'єднань залежить експлуатаційна надійність виробів і конструкцій, яка визначається циклічною міцністю, пластичністю і довговічністю швів. Отже в процесі виконання зварювання потрібно слідкувати за процесом виникнення дефектів, рано виявляти та усувати причини, які їх викликають, що необхідно врахувати при розробленні чи вдосконаленні виготовлення зварних виробів і конструкцій.

Виготовлення сейфу повинно виконуватись із врахуванням таких вимог:

- зварні шви повинні бути правильної геометричної форми з дотриманням рівномірності їх перерізу;
- поверхня шва повинна бути гладкою без присутності зовнішніх дефектів;
- відсутність будь-якого роду дефектів (зовнішніх чи внутрішніх);
- деталі повинні зварюватись суцільними швами із катетом не більше 4 мм.

1.3.4 Вимоги до складання

Перш ніж приступити до процесу складання, потрібно перевірити відповідність отриманих заготовок кресленням, їх габаритні розміри, якість

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підготовки поверхонь та наявність кромок. Відповідність та зазори між складальними деталями повинні відповідати рекомендаціям:

- ручне дугове зварювання покритими електродами – 111;
- автоматичне зварювання під флюсом – 121;
- механізоване зварювання в захисних газах – 131, 135.

Виконання складальних операцій повинно здійснюватися на спеціалізованих пристосуваннях, для того щоб задовільнити умови високої точності виконання процесу.

Місця стикування деталей повинні бути попередньо очищені від іржі, окалини та інших забруднень, які можуть спричинити появу дефектів у зварних з'єднаннях.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварної конструкції залежить від вибраного способу зварювання, який має забезпечити механічні властивості зварних швів певного рівня, тобто не нижче норм, які встановлюються нормативно-технічною документацією. Корозійна стійкість конструкції та зварних з'єднань має відповідати вимогам технологічного процесу або технічним умовам на виготовлення даної конструкції.

Процес зварювання не повинен сприяти появі зовнішніх дефектів у зварних швах, таких як:

- поверхневих тріщин;
- поверхневих пор та свищів;
- подрізів;
- напливів;
- кратерів та інших дефектів.

Щоб вищеперераховані дефекти не виникали при зварюванні потрібно правильно вибрати спосіб зварювання та врахувати положення виконання

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зварних швів, а також правильно налаштувати режими зварювання на використовуваному обладнанні.

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

Існуюча технологія виробництва банківського сейфу складається із наступних етапів:

- механічне очищення;
- різання;
- згинання;
- розмічування;
- складально-зварювальні роботи;
- слюсарні роботи;
- контрольні операції якості.

Перевірка якості відбувається тільки зовнішнім оглядом, тому що це легкий і оперативний контроль, який охоплює всі технологічні процедури та готову продукцію.

Щодо аналізу технологічного процесу, то він має наступні недоліки:

- використовується не надто продуктивний процес дугового зварювання ручними електродами;
- застосовується багато допоміжних слюсарних робіт, для прикладу знімають зі швів чи прилягаючих поверхонь шлакові включення, бризки або краплі розплавленого металу;
- складальні операції відбуваються на слюсарних столах, що не дозволяють надійно фіксувати деталі та збалансовувати форму конструкції після зварювання.

Тому проаналізувавши дану технологію потрібно вдосконалити наступні особливості:

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- замість ручного дугового зварювання застосувати напіваавтоматичне в захисних газах, що підвищує продуктивність процесу та створює кращу якість виконуваних робіт;

- для даного зварювання варто застосувати захисну суміш МІХ-1, яка складається із Ar 82% та CO₂ 18%, замість традиційної вуглекислоти, вона дозволяє створювати дрібно-крапельний перенос електродного металу без помітного забруднення швів та прилягаючих поверхонь.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 сейфу банківського 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.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

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 плазмowego 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.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Отже враховуючи особливості типів зварних з'єднань, зварювання банківського сейфу 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

Матеріалами для напівавтоматичного зварювання в захисних газах є власне захисний газ і зварювальний дріт. Так як сейф виготовляється із конструкційної низьколегованої сталі звичайної якості, то для його зварювання використовується дріт Св-08Г2С, який забезпечує додаткове розкислення металу зварювальної ванни за рахунок вмісту легуючих елементів марганцю і кремнію, що сприяє підвищенню його пластичності та ударної в'язкості. Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С представлено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [4, с.87]

Марка дроту	Вміст, %						
	C	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

Використання захисної суміші порівняно зі звичайним вуглекислим газом має такі переваги:

- краща якість зварного шва за рахунок струминного перенесення, а також додаткового нагнітання розплавленого металу в зварювальну ванну;
- висока продуктивність, яка досягається підвищеними показниками режимів зварювання без втрати якості у швах;
- непотрібне використання додаткової апаратури, яка призначена для підігрівання, тому що звичайний вуглекислий газ замерзає;
- менше розбризкування зварювального металу, а відповідно це не впливає на чистоту зварювальних поверхонь.

Тому зварювання сейфу банківського виконується в захисній суміші MIX-1 (82%Ar + 18%CO₂). Ця суміш містить аргон високої чистоти 99,998% відповідно до ТУ 2114-001-76237928-2013 та вуглекислий газ вищого сорту 99,8% згідно ДСТУ 4817:2007.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Розрахунок параметрів режиму зварювання виконуємо для таврового з'єднання – Т1 (рис. 2.2) з катетом 4 мм. При розрахунку цих параметрів необхідно забезпечити одержання катету шва, назначеного конструктором за міцністю.

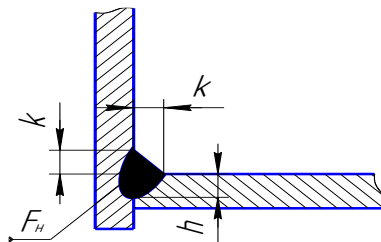


Рисунок 2.2 - Схема таврового з'єднання

k – катет шва, F_n – площа наплавленого металу, h – глибина проплавлення основного металу

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Площа наплавленого металу F_H розраховується за формулою [4, с.181]:

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

де K – катет шва, $K=4$ мм,

$$F_H = \frac{4^2}{2} = 8 \text{ мм}^2.$$

Висота наплавленого металу h_H розраховується за формулою [4, с.191]:

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

$$h_H = \sqrt{18} \approx 2,83 \text{ мм.}$$

Ширину шва l розраховується за формулою [4, с.191]:

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 16} = 5,66 \text{ мм.}$$

Загальна висота шва H розраховується за формулою [4, с.192]:

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

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

вибираємо значення ψ_M , яке знаходиться в інтервалі величин $0,8 - 2,0$ мм [4,с.192], $\psi_M=1,35$.

Тому:

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = \frac{5,66}{1,35} = 4,19 \text{ мм.}$$

Глибина проплавлення h_0 розраховується за формулою [4, с.192]:

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

$$h_0 = 4,19 - 2,83 = 1,36 \text{ мм.}$$

Для зварювання виробу із низьколегованої сталі з катетом 4 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 0,8 мм.

Зварювальний струм $I_{зв}$ розраховується за формулою [4, с.193]:

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

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,07$ [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{1,36}{1,07} \cdot 100 = 127,27 \text{ А.}$$

Вибираємо силу зварювального струму рівною 127 А.

Швидкість подачі електродного дроту розраховується за формулою [4,с.194]:

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

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=10 \text{ Г/А} \cdot \text{год}$ [4, с.189];

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

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

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

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

Отже:

$$V_{\text{п.д.}} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 127}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 324,09 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{\text{п.д.}}=324 \text{ м/год.}$

Напругу на дузі розраховується за формулою [4, с.194]:

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

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot 127}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 25,68 \pm 1 \text{ В.}$$

Беремо $U_{\text{д}}=26 \text{ В.}$

Швидкість зварювання розраховується за формулою [4, с.194]:

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

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, в даному випадку для $d_e = 0,8 \text{ мм}$ – $A=1,8 \cdot 10^3 \text{ м/год}$ [4, с.194]:

$$V_{\text{зв}} = \frac{1,8 \cdot 10^3}{127} = 14,17 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{\text{зв}}=14 \text{ м/год.}$

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

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

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 0,8 мм $\gamma=75\ldots300 \text{ А/мм}^2$ [4, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{127}{250}} = 0,8 \text{ мм},$$

це задовольняє нашу умову.

Виліт електродного дроту приймаємо $l_d=10 \text{ мм}$ [5, с.103].

Витрати захисного газу $Q_r = 8 \text{ л/хв}$ [5, с.105].

В таблиці 2.2 записані параметри режиму зварювання.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			значення
назва	СИМВОЛ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	127
Напруга на дузі	U_d	В	26
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	0,8
Виліт електрода	l_d	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	14
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	324
Витрати захисного газу	Q_r	л/хв	8

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Оскільки для зварювання банківського сейфу буде використовуватися напівавтоматичний процес в захисних газах, тому в якості обладнання

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

застосовуватиметься інверторний напівавтомат українського виробництва марки Патон ProMIG-500-15-4-400V.

Інверторний цифровий напівавтомат Патон ProMIG-500-15-4-400V серії Professional з номінальним зварювальним струмом 500 А призначений для виконання ручного дугового зварювання (РДЗ «ММА»), аргонодугового зварювання (АРГ «TIG») та напівавтоматичного зварювання (НА «MIG/MAG») На постійному струмі. Джерело йде разом з пристроєм з 4-роликовим механізмом, що подає дріт (з можливістю установки катушки 15 кг). Розрахований на мережеву напругу 3х380 (3х400 В). Безперервна тривалість навантаження 70%. Діапазон регулювання зварювального струму 19-500 А. Апарат розрахований на промислове використання. Застосовуються електроди 1,6-6 мм та зварювальний дріт 0,6 - 1,6 мм [6].

Зварювальний апарат серії PRO з можливістю відокремлення джерела від 4-роликового механізму подачі дроту [6].

Опис інверторного цифрового напівавтомата Патон ProMIG-500-15-4-400V [6]:

1) повністю цифровий спосіб керування; цифрова плата керування дозволяє контролювати всі зварювальні процеси;

2) компактний апарат вагою 31,2 кг забезпечує безперервну тривалість навантаження на номінальному струмі (500 А);

3) відмінна риса інверторного цифрового напівавтомата Патон ProMIG-500-15-4-400V - потужний, герметичний металевий 4-роликовий механізм подачі дроту, а також наявність зручного роз'єму приєднання Kz-2 типу Євро, що дозволяє застосовувати будь-який пальник;

4) максимально допустима вага катушки з дротом, який можна встановлювати на цей апарат, 15 кг [6].

Технічні особливості інверторного цифрового напівавтомата Патон ProMIG-500-15-4-400V [6]:

- апарат розрахований на трифазну мережну напругу 380 В та 400 В;

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість використання джерела від пристрою подачі дроту робить апарат незамінним під час вирішення більшості завдань;
- високі ККД (90%) та коефіцієнт потужності (близько 0,85) при низькому споживанні струму; вся енергія, що споживається апаратом, йде на збудження та підтримання стабільного горіння зварювальної дуги;
- багатофункціональний апарат має великий спектр можливостей регулювання параметрів при різних видах зварювання;
- на будь-якому типі зварювання можна налаштувати імпульсний режим;
- при всій функціональності апарат простий в експлуатації;
- блок зниження напруги холостого ходу можна увімкнути або вимкнути для безпеки в режимі ручного зварювання;
- система стабілізації роботи при великих та тривалих перепадах напруги в мережі;
- високочастотна складова в ланцюзі випрямленого струму сприяє обтиску та стабілізації зварювальної дуги, що покращує якість шва та зменшує магнітне дуття при зварюванні;
- поліпшити запалення електродів, якісніше проплавити основний матеріал, уникнути шлакових включень дозволяє функція «Гарячий старт» (Hot-Start); ручне налаштування дозволяє встановити рівень функції на мінімальне або максимальне значення;
- підвищити стабільність зварювання на короткій дузі, полегшити запалення дуги, покращити краплеперенесення металу у зварювальну ванну, а також знизити ймовірність залипання електрода допоможе функція «Форсаж дуги» (Arc-Force);
- запобігає прилипанню електрода під час запалювання дуги функція «Антиприлипання» (Anti-Stick), у разі прилипання вона через 0,6-0,8 секунди після розпізнавання ситуації знижує зварювальний струм;
- функція регулювання нахилу вольтамперної характеристики потрібна для зручного зварювання електродами з різними покриттями;

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- функція «Зварювання на короткій дузі» зручна при зварюванні стельових швів, коли важливо, щоб зварювальна дуга не сильно тягнулася;
- під час зварювальних робіт у цистернах, ємкостях, у місцях, де потрібна електробезпека, можна активувати функцію зниження напруги холостого ходу;
- функція зварювання імпульсним струмом полегшує контроль зварювання при з'єднанні кольорових металів, а також у всіх положеннях крім нижнього;
- після припинення зварювання через 0,5 с автоматично знижується напруга холостого ходу до чергового порядку;
- електроніка покрита двома шарами лаку, трансформатор просочений епоксидною смолою [6].

Вигляд інверторного напіваавтомат показаний на рисунку 2.3, а його технічні характеристики в таблиці 2.3.



Рисунок 2.3 – Інверторний напіваавтомат Патон ProMIG-500-15-4-400V [6]

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального апарату Патон ProMIG-500-15-4-400V [6]

Назва параметру	Значення
Мережа живлення, В	380
Мінімальний зварювальний струм, А	35
Вид зварювання	MIG/MAG/MMA/TIG
Споживча потужність, кВА	28,9
Діаметр зварювального дроту, мм	0,6 – 1,6
Клас захисту	IP21
Напруга холостого ходу, В	12
Діаметр електроду, мм	1,6 – 6
Максимальна вага котушки, кг	15
Вага, кг	31,2

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Вибір методу контролю якості зварних конструкцій залежить від їх призначення, оскільки вони можуть бути особливо відповідальними та такими, що працюють в звичайних умовах експлуатації без особливої відповідальності.

Контроль якості буває наступних видів:

- вхідний контроль, виконується з метою перевірки застосовуваних основних і допоміжних матеріалів;
- технологічний контроль, проводиться протягом технологічного циклу виготовлення конструкцій, його мета полягає у правильності виконання виробничих операцій;
- кваліфікаційний контроль, завданням його є визначення кваліфікаційного рівня робочого персоналу;

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

- контроль готової продукції, є кінцевою операцією технологічного процесу, який полягає у перевірці зварних з'єднань на наявність дефектів, а також загального стану зварної конструкції; цей контроль може бути загальним, або вибіркоvim залежно від відповідальності контрольованих об'єктів.

Кінцевий контроль якості (готової продукції) може здійснюватися такими методами:

1. Візуально-оптичний контроль. Це є найпростіший метод, він може виконуватись, як звичайним зовнішнім оглядом, так і з застосуванням оптичного обладнання та інструментів, а також можуть проводитись контрольні заміри за допомогою вимірювальних інструментів та пристосувань. В основному цей метод відноситься до всіх видів контролю в технологічному процесі виготовлення зварних конструкцій.

2. Ультразвуковий контроль. Цей метод широко використовується серед інших методів неруйнівного контролю, завдяки високій чутливій здатності виявлення дефектів у перерізі зварних з'єднань. Виявлення дефектів відбувається за рахунок акустичних ультразвукових коливань, які зустрічаючи перешкоду відбиваються назад, про що сповіщає спеціальний пристрій – ультразвуковий дефектоскоп.

3. Радіаційний контроль. Має найвищу чутливість до виявлення дефектів, однак обмежено застосовується через свою радіаційну небезпеку. Його суть полягає у використанні радіаційного випромінювання, яке проходячи через переріз зварного з'єднання дозволяє отримати його зображення, а по ньому вже судять про наявність чи відсутність дефектів.

4. Магнітний контроль. Цей метод базується на використанні магнітних силових полів, які вводяться у контрольований об'єкт, а при наявності дефекту, в напрямку їх переміщення, вони його оминають. Ці методи можуть використовувати магнітний порошок, стрічку чи ін. інструменти, що сповіщають про присутність дефекту в тому чи іншому місці. Наприклад, коли

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лінії магнітного поля оминають дефект, то в тому місці власне магнітне поле стає сильнішим і там буде більша кількість магнітного порошку, за рахунок сильнішого притягання. Однак цей метод може бути використаний тільки для феромагнітних матеріалів, які піддаються впливу магнітних полів.

Сутність використання того чи іншого методу контролю проявляється не тільки у визначенні самих дефектів, але і у знаходженні причин, які власне викликають їх появу.

Враховуючи конструкцію і умови роботи банківського сейфу найбільш раціональним буде метод візуально-оптичного контролю якості.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Для виготовлення банківського сейфу потрібно виконати комплекс робіт. В залежності від складності форм конструкції здійснюються різні операції, за допомогою яких можливо отримувати заготовки будь-якого рівня складності.

2.6.1 Заготівельні операції

Перш ніж виготовити сейф потрібно підготувати деталі з якого він складається, основні операції, які виконуються для їх отримання називаються заготівельними.

Метал, що поставляється для виготовлення конструкції може мати деякі забруднення у вигляді окалини, іржі та ін. Тому необхідно виконувати його очищення у спеціальній піскоструминній камері Topin.

Процес розмічування полягає у нанесенні контурних ліній майбутніх деталей, для цього використовується вимірювальний інструмент – лінійки металеві, рулетки, а також відповідні шаблони, маркери, керни, що пришвидшують виконання цієї операції.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вирізання заготовок відбувається одночасним застосуванням двох способів, так для різання круга $\varnothing 10$ мм використовуватиметься монтажна пила Total 2200 [7] (рис. 2.4). А різання листових деталей каркасу відбувається на верстаті лазерного різання Aramis LTC85 [8], що показаний на рисунку 2.5.



Рисунок 2.4 – Монтажна пила Total 2200 [7]



Рисунок 2.5 – Верстат лазерного різання Aramis LTC85 [8]

При виготовленні банківського сейфу застосовуються також згинальні роботи – це для формування обшивки конструкції. Даний процес відбувається на згинальному верстаті Holzmann AKM1520 [9], який показаний на рисунку 2.6.

					<i>KP.422.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Рисунок 2.6 – Згинальний верстат Holzmann AKM1520 [9]

Виправлення можливих зовнішніх дефектів після виконання зварювальних робіт виконується за допомогою кутових шліфувальних машинок Procraft PW-1550 [10] (рис. 2.7) та ручних щіток по металу Hardy.



Рисунок 2.7 – Кутова шліфувальна машинка Procraft PW-1550 [10]

2.6.2 Складальні операції

Основний принцип складальних операцій – це точність і правильність встановлення деталей при надійному їх закріпленні в проектному положенні, яке відповідає геометричним розмірам конструкції вказаних на кресленні. Виставлення та стикування суміжних деталей повинні відбуватися по певних зазорах, що дозволять повністю проплавити метал в ході проведення зварювальних робіт та компенсувати присутність напружень і деформацій, що при цьому виникатимуть.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Правильність виконання складальних операцій можлива при застосуванні відповідних пристосувань, які дозволяють надійно закріплювати деталі за рахунок наявних механізмів та при цьому не перешкоджати виконанню прихоплень і наступному зварюванню.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

До складально-зварювальних операцій при виготовленні банківського сейфу відноситься виконання прихоплень для фіксації орієнтування деталей одна відносно іншої, щоб надати складальній конструкції потрібної форми та жорсткості, а також виконання безпосередньо процесу зварювання.

Якість виконання цих операцій залежить від правильності вибору способу зварювання, матеріалів та обладнання, а також настроювання правильних режимів виконання процесу, які забезпечать якісне формування зварних швів без дефектів та з відповідними конструктивними розмірами з дотриманням технічних умов на виготовлення конструкції.

2.6.4 Опоряджувальні операції

В цих операціях виконуються роботи по механічному зачищенню зварних швів від бризків нерозплавленого металу, а також контактуючих поверхонь від різного роду забруднень та включень. Для опоряджувальних операцій використовуються наступні інструменти та обладнання: окуляри захисні Top Tools прозорі, молоток Stanley Dynagrip 500 г, ручна щітка по металу Hardy, кутова шліфувальна машина Procraft PW-1550, диск абразивний шліфувальний REEZAK 180x6,0x22,2 мм.

2.6.5 Допоміжні операції

Допоміжні роботи мають місце при виготовленні сейфу банківського. До цих операцій відноситься налаштування технологічного обладнання, так перед

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

виконання зварювання встановлюємо потрібні параметри режиму – подача зварювального дроту, витрати захисної суміші, настоювання зварювального струму чи напруги та необхідну швидкість переміщення пальника.

Сюди також відносяться різноманітні завантажувальні та транспортні роботи, що стосуються встановлення деталей у складальне пристосування, доставка металопрокату зі складу матеріалів, а також різні переміщення без яких неможливе здійснення технологічного процесу.

2.6.6 Контроль якості

Контрольні операції займають весь цикл виконання технологічних робіт процесу виготовлення банківського сейфу та слідкують за їх правильним дотриманням без присутності небажаних дефектів чи робочих прорахувань.

Відповідно до цих операцій існує контроль якості:

- 1) вхідних матеріалів;
- 2) технологічного устаткування, оснастки, засобів та інструментів;
- 3) основних виробничих операцій – слюсарних, складальних, зварювальних;
- 4) кінцевий контроль вже готових виробів або конструкцій.

Контроль сейфу банківського відбувається способом зовнішнього візуального огляду. Оскільки «неозброєне» око контролера не завжди спроможне виявити присутність всіх наявних дефектів. Тому для покращення ефективності перевірки якості застосовуються спеціальні набори інструментів візуально-вимірального контролю типу ВІК-1, що зображений на рисунку 2.8 [11].

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35



Рисунок 2.8 – Набір інструментів візуально-вимірювального контролю ВІК-1 [11]

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

Нормування витрат зварювальних матеріалів виконується у відповідності з ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [12].

Всі виконувані розрахунки механізованого зварювання стосуються об'ємів використання електродного дроту та суміші захисних газів.

Масу наплавленого металу розраховується за формулою [12,с.6]:

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

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

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв} = 127$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 9,8$ м.

$$Q_H = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 127 \cdot 9,8 = 12,45 \text{ кг.}$$

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Витрати присаджувального матеріалу розраховуються за формулою [12,с.7]:

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

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

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

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

$$Q_p = 12,45 \cdot 0,7 = 8,71 \text{ кг},$$

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

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 12,45 \cdot 0,5 = 6,22 \text{ кг}.$$

Тоді:

$$H_{\text{ел}} = 8,71 + 6,22 = 14,94 \text{ кг}.$$

Норми витрат захисної суміші розраховуються за формулою [12,с.10]:

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

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

$$H_{\Gamma} = 8,71 \cdot 0,87 = 7,58 \text{ кг}.$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу розраховуються за формулою:

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{U_d}{\alpha_H \cdot \eta_H \cdot K_H}, \quad (2.17)$$

де – U_d напруга на дузі, В;

η_H – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{26}{10 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,85 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва розраховуються 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, $t_0=0,071$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 26 \cdot 127 \cdot 0,071}{0,9 \cdot 0,75} = 3,47 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на зварювання виробу в цілому розраховуються:

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

$$E_{\Sigma} = 3,47 \cdot 9,8 = 34,04 \text{ кВт.}$$

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Складальні пристосування, які можуть використовуватись в технологічних процесах виготовлення зварних конструкцій вибираються з урахуванням таких факторів:

1. Технологічність конструкції. Вона закладається ще на етапах проектування і залежить від геометричної форми, перерізів та розмірів конструкції. Якщо зварна конструкція недостатньо технологічна, то це є великою проблемою, оскільки вона втрачає свою конкурентоспроможність на ринку реалізації продукції. Тому вибір пристосувань залежить від конфігурації складальної конструкції, складності, точності і чистоти деталей з яких вона складається, що дозволяє легко та швидко виконувати складальні операції, а в подальшому і безперешкодно знімати вже готову зварену конструкцію.

2. Технологічні операції складання і зварювання. За компонуванням пристосування можуть бути складальними або складально-зварювальними, на одних виконують тільки складальні операції, а на інших проводять складання одночасно зі зварюванням, а також витримку конструкції після здійснення цих операцій, з метою зняття внутрішніх напружень та деформацій. Потрібно врахувати, що додаткове транспортування конструкції на інші пристосування негативно впливають на її форму та розміри, порушуючи їх.

3. Програма випуску. Це важливий фактор при виборі складальних пристосувань, оскільки визначає доцільність їх комплектування засобами механізації та автоматизації. Якщо йде виготовлення різнотипних виробів і конструкцій, то відповідно береться до уваги універсальність обладнання, а коли відбувається масове виробництво у великих партіях, то необхідно використовувати спеціалізоване обладнання.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

4. Економічний фактор. Його безпосередньо потрібно враховувати при виборі пристосувань, тому що він характеризує економічну доцільність, яка проявляється в окупності застосовуваного обладнання. Тобто не має сенсу використовувати дороге автоматизоване обладнання, яке себе окупить за досить тривалий термін, що є недоцільним, враховуючи постійний розвиток науки і техніки.

Як вже згадувалося раніше, в залежності від застосування складально-зварювальне обладнання поділяється на універсальне, спеціалізоване та спеціальне. Так універсальне використовується для великої різнотипності складальних виробів, спеціалізоване – для одного типу виробів, а спеціальне – суто для якогось одного виробу з характерною формою та геометричними розмірами.

В залежності від типу, складальне обладнання буває:

- складальні стапелі і кондуктори;
- спеціалізовані установки та стенди;
- переносні складальні пристрої.

Виготовлення зварних конструкцій високої якості повинно супроводжуватись правильним розміщенням і закріпленням деталей у складальному пристосуванні та виконання процесу зварювання згідно прийнятої технології.

Застосовувані в технологічному процесі виготовлення зварних конструкцій складальні пристосування повинні відповідати вимогам:

- відповідна точність та надійність базування деталей;
- зручність у використанні із забезпеченням потрібної швидкодії спрацювання;
- безперешкодне виконання складання, зварювання та знімання вже готових виробів;
- забезпечення необхідного зусилля притискання-затискання складальних деталей;
- можливість механізації робіт, що виконуються на ньому.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Першим етапом виконання складальних операцій є подача деталей до місця встановлення, де їх фіксують у проектному положенні та прикладають відповідні зусилля притискання. Склавши відповідну форму конструкції контактуючі деталі прихоплюють між собою, це дозволяє створити певну жорсткість проти викривлень, які будуть утворюватися при виконанні зварювального процесу. Також місця попередніх прихоплень потрібно повністю проварювати, щоб не було відповідних непроварів основного металу. Тому при встановленні деталей потрібно обрати базову поверхню пристосування, яка додатково формується наявністю опор, фіксаторів, упорів та відповідними закріплювальними механізмами чи інструментами.

До складальних операцій ставляться відповідні вимоги і правила, однак основним їх завданням є одержання високої точності та надійності закріплення деталей, що відповідатимуть заданому проектному положенні, яке вказується на кресленнях та описується в технічних умовах.

Закріплення деталей в пристосуванні в основному виконуються притискачами, до яких в свою чергу ставляться наступні вимоги [13, с.126-127]:

- а) забезпечення необхідного напрямку дії сили притиску заготовок, що виключало б зсуви та перекидання заготовок відносно установочних баз;
- б) забезпечення розрахункової сили притиску заготовок протягом процесу складання та зварювання виробу;
- в) притискачі не повинні спричиняти деформацію деталей та пошкодження їх поверхонь;
- г) швидкодія притискних механізмів;
- г) зручність та безпека в експлуатації;
- д) вільне витягнення складеного виробу з пристроєм;
- є) зручний доступ до притискачів для приведення їх в дію;
- ж) надійне закріплення деталей протягом складання та зварювання;
- з) вільний доступ до місць постановки прихоплень та зварювання швів.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Застосування пневмопритискачів скорочує допоміжний час при виготовленні зварних конструкцій завдяки швидкодії та керуванню пристроєм з одного робочого місця. Пневмопритискачі забезпечують достатнє складальне зусилля та швидке закріплення і вивільнення вузлів та виробів, які складаються [13, с.151].

Складально-зварювальні операції технологічного процесу виготовлення сейфу банківського виконуються на кривошипних зварювальних столах, що є достатньо універсальними та комплектуються необхідною кількістю елементів. На рисунку 3.1 показаний стіл, який складається із механізму, каркасу і стільниці в якій виконані отвори $\varnothing 16$ мм.

Фіксація елементів банківського сейфу відбувається із застосуванням гвинтових притискачів. Форма сейфу представляє собою ящик, тому потрібно точно і правильно стикувати деталі під кутом 90° . Для цього потрібно використовувати кутові струбцини, які найкраще будуть виконувати потрібні завдання. Кутова струбцина типу 40-076-020 показана на рисунку 3.2.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

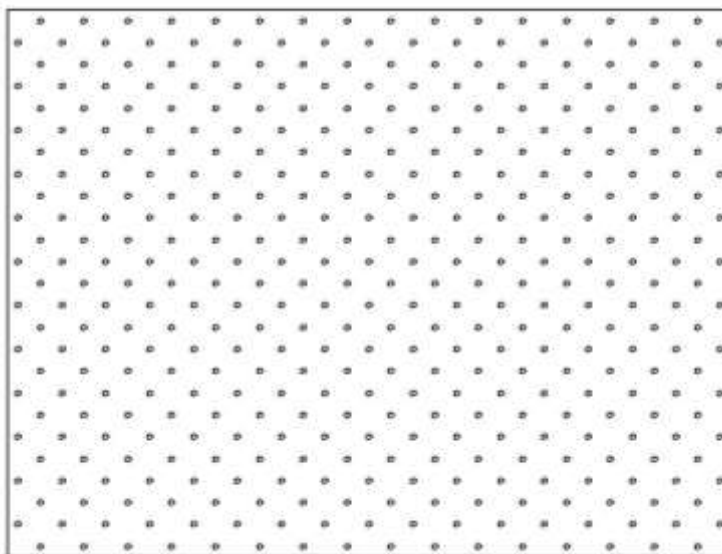
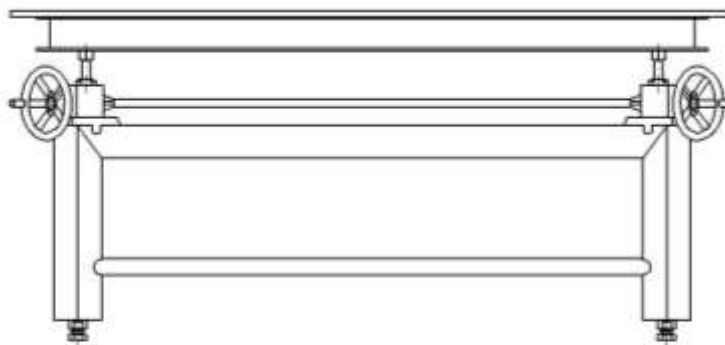


Рисунок 3.1 – Стіл зварювальний кривошипний

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

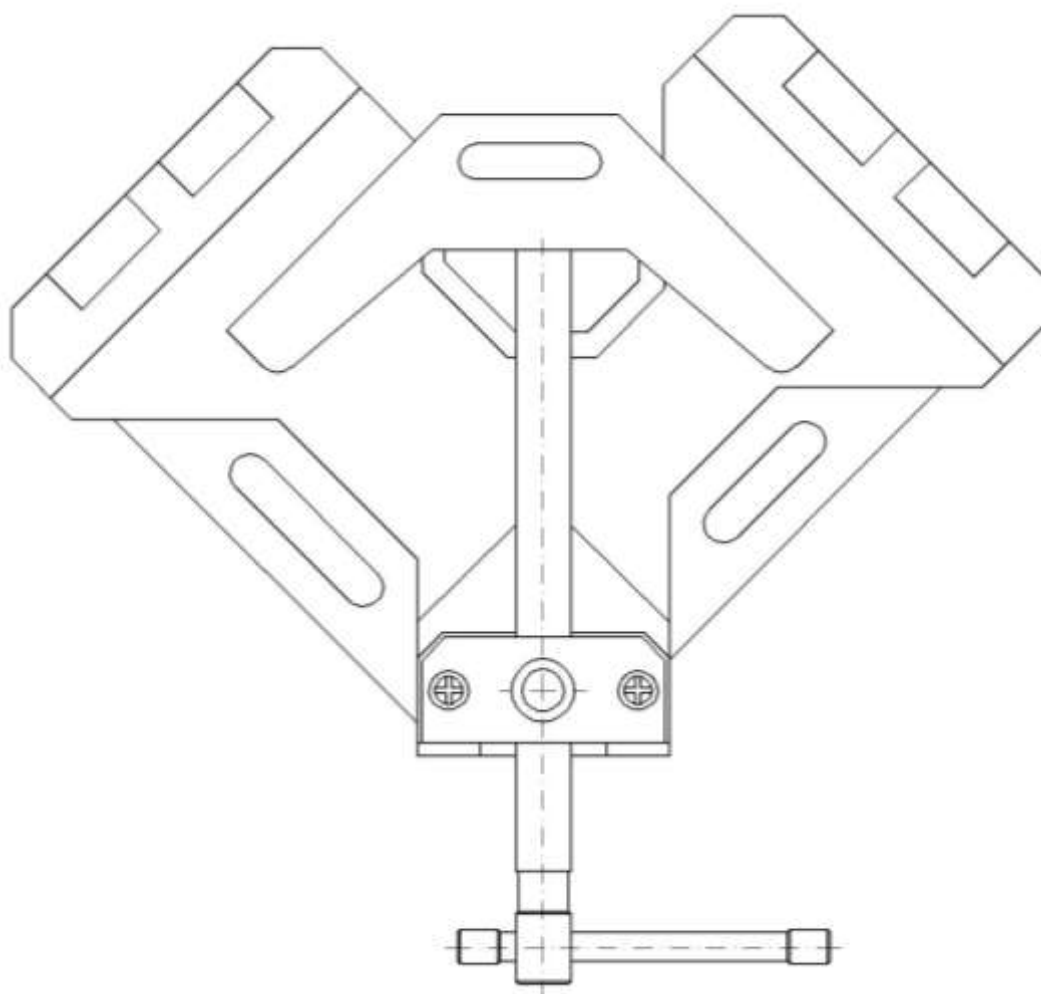


Рисунок 3.2 – Струбцина кутова 40-076-020

					<i>КР.422.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

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 банківського сейфу

Показник	Одиниці вимірюв.	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фізичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	720x720x570	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат 09Г2С	кг	37,7	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	4,9	
захисний газ (суміш МІХ-1 – Ar 82% +CO ₂ 18%)	кг	7,5	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	3,6	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь 09Г2С	грн	39,32	39,26
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	144,21	138,75
захисний газ (суміш МІХ-1 – Ar 82% +CO ₂ 18%)	грн	37,5	37
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	18	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення банківського сейфу

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка кернер маркер	293 149 155 85	IV	$\frac{4,4}{4,2}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Монтажна пила Total 2200, верстат лазерний Aramis LTC85	10400 4075600			IV	$\frac{4,5}{4,4}$
Згинання	$\frac{3}{П}$	Згинальний верстат Holzmann AKM1520	140000	молоток	750	IV	1,7
Очищування	$\frac{3}{П}$	Піскоструминна камера Torin	24000	щітка по металу Hardy	105	III	$\frac{3,9}{3,2}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл зварюв. кривошипний	160000	молоток	750	IV	$\frac{5,5}{4,5}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Напівавтомат Патон ProMIG-500-15-4-400V	90000			IV	$\frac{4,4}{4,2}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Procraft PW-1550	2660	диск абраз. REEZAK 125x6,0x22 молоток	31 750	III	$\frac{3,9}{3,1}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Набір інструм. візуально-вимірювального контролю ВІК-1	18000	лупа, 4х	95	VI	3,0
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Електроталь	90000			IV	1,6

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 31,3;

по проекту 28,3;

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 1,6;
по проекту 1,6.

Загальна штучна норма часу: по заводу 32,9;
по проекту 29,9.

Для виготовлення банківського сейфу застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [14, с.9]:

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

де $D_{роб} \sim$ 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, $K_p = 0,03 \dots 0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,06) \approx 1903_{год}.$$

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 [14, с.10]:

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

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

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання, $K_{вн} = 1,1$.

$B_{пр}$ - програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 1520$ шт.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні сейфу банківського:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,2 \approx 3_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,2 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,05 \approx 3_{шт}.$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,5 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,27 \approx 3_{шт},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,19 \approx 3_{шт}.$$

Кількість робочих місць для згинання заготовок (за двома варіантами):

$$n = \frac{1,7 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 1,23 \approx 1_{шт}.$$

Для очищування необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,9 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,83 \approx 3_{шт},$$

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,2 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,32 \approx 2 \text{шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,5 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,99 \approx 4 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,5 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,27 \approx 3 \text{шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,2 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,2 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 3,05 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,9 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,83 \approx 3 \text{шт.},$$

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,25 \approx 2 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{3,0 \cdot 1520}{1903 \cdot 1,1} = 2,18 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [14, с.12]:

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

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 1520 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

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

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

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{1520 \cdot 1 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,7} = 0,83 \approx 1 \text{шт.}$$

Приймаємо одну електроталь для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [14, 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;

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

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 1520$ шт;

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

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

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,1} = 3,29 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,2}{1850 \cdot 1,1} = 3,14 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,5}{1850 \cdot 1,1} = 3,36 \approx 3 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,1} = 3,29 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання згинання (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 1,7}{1850 \cdot 1,1} = 1,27 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання очищення:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,9}{1850 \cdot 1,1} = 2,91 \approx 3 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,2}{1850 \cdot 1,1} = 2,39 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 5,5}{1850 \cdot 1,1} = 4,1 \approx 4 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,5}{1850 \cdot 1,1} = 3,36 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,1} = 3,29 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 4,2}{1850 \cdot 1,1} = 3,14 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,9}{1850 \cdot 1,1} = 2,91 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,1}{1850 \cdot 1,1} = 2,32 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{1520 \cdot 3,0}{1850 \cdot 1,1} = 2,24 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
розмічувальники	3	3	IV	IV
різальники	3	3	IV	IV
згинальники	1	1	IV	IV
очищувальники	3	2	III	III
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	3	3	IV	IV
зачищувальники	3	2	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер ділянки	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	30	27	—	—

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.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

Основна заробітна плата основних робітників визначається за формулою [14, с.18]:

					<i>KP.422.16.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>55</i>

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

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) [14, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [14, 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 [14, 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 розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 3,8 \cdot 16,5 \cdot 4,4 = 275,88 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 275,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 96,56 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 275,88 \cdot 0,4 = 110,35 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 3,8 \cdot 16,5 \cdot 4,2 = 263,34 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 263,34 \cdot (0,2 + 0,15) = 92,17 \text{ грн};$$

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$З_{по} = 263,34 \cdot 0,4 = 105,34 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 3,8 \cdot 17 \cdot 4,5 = 290,7 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 290,7 \cdot (0,2 + 0,15) = 101,75 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 290,7 \cdot 0,4 = 116,28 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 3,8 \cdot 17 \cdot 4,4 = 284,24 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 284,24 \cdot (0,2 + 0,15) = 99,48 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 284,24 \cdot 0,4 = 113,7 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці згинальників:

$$З_{оо} = 8,1 \cdot 16,5 \cdot 1,7 = 227,21 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 227,21 \cdot (0,2 + 0,15) = 79,52 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 227,21 \cdot 0,4 = 90,88 \text{ грн;}$$

Затрати по оплаті праці очищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,2 \cdot 17 \cdot 3,9 = 278,46 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 278,46 \cdot (0,2 + 0,15) = 97,46 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 278,46 \cdot 0,4 = 111,38 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,2 \cdot 17 \cdot 3,2 = 228,48 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 228,48 \cdot (0,2 + 0,15) = 79,97 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 228,48 \cdot 0,4 = 91,39 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 3,9 \cdot 18,5 \cdot 5,5 = 396,83 \text{ грн;}$$

$$З_{до} = 396,83 \cdot (0,2 + 0,15) = 138,89 \text{ грн;}$$

$$З_{по} = 396,83 \cdot 0,4 = 158,73 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{\text{оо}} = 3,9 \cdot 18,5 \cdot 4,5 = 324,68 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 324,68 \cdot (0,2 + 0,15) = 113,64 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 324,68 \cdot 0,4 = 129,87 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 4,5 \cdot 19,5 \cdot 4,4 = 386,1 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 386,1 \cdot (0,2 + 0,15) = 135,14 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 386,1 \cdot 0,4 = 154,44 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 4,5 \cdot 19,5 \cdot 4,2 = 368,55 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 368,55 \cdot (0,2 + 0,15) = 128,99 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 368,55 \cdot 0,4 = 147,42 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 4,2 \cdot 17 \cdot 3,9 = 278,46 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 278,46 \cdot (0,2 + 0,15) = 97,46 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 278,46 \cdot 0,4 = 111,38 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 4,2 \cdot 17 \cdot 3,1 = 221,34 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 221,34 \cdot (0,2 + 0,15) = 77,47 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 221,34 \cdot 0,4 = 88,54 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 5,2 \cdot 21 \cdot 3 = 327,6 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 327,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 114,66 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 327,6 \cdot 0,4 = 131,04 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{\text{оо}} = 9 \cdot 21,5 \cdot 1,6 = 309,6 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 309,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 108,36 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 309,6 \cdot 0,4 = 123,84 \text{ грн.}$$

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [14, с.19]:

$$Z_{од} = r_{од} \cdot C_p \cdot \Phi_{эф}, \quad (4.8)$$

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

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

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

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

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 30,25 \cdot 1850 = 111925 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 111925 \cdot 0,35 = 39173,75 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 111925 \cdot 0,4 = 44770 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 30,25 \cdot 1850 = 111925 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 111925 \cdot 0,35 = 39173,75 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 111925 \cdot 0,4 = 44770 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,25 \cdot 1850 = 55962,5 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 55962,5 \cdot 0,35 = 19586,88 \text{ грн};$$

$$Z_{нд} = 55962,5 \cdot 0,4 = 22385 \text{ грн}.$$

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 [14, с.19]:

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

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

де Z_{on} - 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_{on}) та премії і надбавки (Z_{nn}) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8150 \cdot 12 = 97800 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 97800 \cdot 0,35 = 34230 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 97800 \cdot 0,4 = 39120 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8000 \cdot 12 = 96000 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 96000 \cdot 0,35 = 33600 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 96000 \cdot 0,4 = 38400 \text{ грн}.$$

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 працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основ. робітники:						
розмічувальники	209392,92	199875,06	73287,52	69956,27	83757,17	79950,02
різальники	220641,3	215738,16	77224,46	75508,36	88256,52	86295,26

Продовження таблиці 4.5

згинальники	57482,87		20119		22993,15	
очишувальники	211351,1	115610,9	73972,9	40463,81	84540,46	46244,35
складальники	401586,9	246428,3	140555,4	86249,91	160634,8	98571,33
зварювальники	293049,9	279729,5	102567,5	97905,31	117220	111891,8
зачишувальники	211351,1	111998	73972,9	39199,31	84540,46	44799,22
контролери	165765,6		58017,96		66306,24	
транспортувальники	78328,8		27415,08		31331,52	
Доп. робітники:						
налагоджувальники	111925		39173,75		44770	
ремонтники	111925		39173,75		44770	
електрики	55962,5		19586,88		22385	
ІТР	97800		34230		39120	
МОП	96000		33600		38400	
Разом	2322563,07	1944569,68	812897,07	680599,39	1378957,1	1227759,75

4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	2	3
1	З	П
Основні матеріали:	2470,24	2437,48
сталь 09Г2С	1482,36	1480,1
зварювальний дріт Св-08Г2С	706,63	679,88
захисна суміш МІХ-1 (Аг 82% +СО ₂ 18%)	281,25	277,5
Поворотні відходи	18	
Паливо та енергія на технологічні цілі	40,8	40,75
Основна заробітна плата основних робітників	1216,42	967,74
Додаткова заробітна плата основних робітників	425,75	338,71
Премії та надбавки основних робітників	486,57	387,09

Продовження таблиці 4.6

Відрахування на соціальне страхування	29,8	23,71
Відрахування на медичне страхування	53,22	42,34
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	497,04	497,04
Цехові (дільничні) витрати	344,25	344,25
Всього цехова собівартість	5546,09	5061,11

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість в натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	4086000	4086000	204300	204300
згинальне	1	1	140000	140000	7000	7000
очишувальне	3	2	24000	24000	1200	1200
складальне	4	3	160000	160000	8000	8000
зварювальне	3	3	90000	90000	4500	4500
зачишувальне	3	2	2660	2660	133	133
контрольне	2	2	18000	18000	900	900
транспортне	1	1	90000	90000	4500	4500
Інструменти:						
молоток	8	6	750	750	37,5	37,5
диск зачисний	6	4	31	31	1,55	1,55
щітка	6	4	105	105	5,25	5,25
рулетка	3	3	293	293	14,65	14,65

Продовження таблиці 4.7

кернер	3	3	155	155	7,75	7,75
лінійка	5	5	149	149	7,45	7,45
маркер	3	3	85	85	4,25	4,25
лупа	2	2	95	95	4,75	4,75
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрах., грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	4725000	4725000	5	236250	236250	
Устаткування:						
різальне	12462300	12462300	8	996984	996984	
згинальне	147000	147000	8	11760	11760	
очищувальне	73200	49200	8	5856	3936	
складальне	648000	488000	7	45360	34160	
зварювальне	274500	274500	6,5	17842,5	17842,5	
зачищувальне	8113	5453	8	649,04	436,24	
контрольне	36900	36900	8	2952	2952	
транспортне	94500	94500	7	6615	6615	
Інструменти: молоток диск зачисний щітка рулетка кернер лінійка маркер лупа			16			
	6037,5	4537,5		966	726	
	187,55	125,55		30,01	20,09	
	635,25	425,25		101,64	68,04	
	893,65	893,65		142,98	142,98	
	472,75	472,75		75,64	75,64	
	752,45	752,45		120,39	120,39	
	259,25	259,25		41,48	41,48	
	194,75	194,75		31,16	31,16	
	Разом	18478946,15		18290514,15		1325777,84

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [14, с.27]:

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

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz} = 19924,59$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 18887,77$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 5546,09$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 5061,11$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((19924,59 + 0,15 \cdot 5546,09) - (18887,77 + 0,15 \cdot 5061,11)) \cdot 1520 = 1686541,84 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [14, с.28]:

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz} = 25583226,4$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn} = 24671241,6$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [14, с.28]:

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

$$E_{yp} = 1520 \cdot (19924,59 - 18887,77) = 1575966,4 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{25583226,4 - 24671241,6}{1575966,4} = 0,58 \text{ р.}$$

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниці вимірюв.	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	1520	1520
Кількість технологічного устаткування	шт	16	14
Собівартість товарної продукції	грн	19924,59	18887,77
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	30	27
- основних робітників	чол	23	20
Фондомісткість продукції	грн/шт	5546,09	5061,11
Умовна річна економія	грн	-	1575966,4
Річний економічний ефект	грн	-	1686541,84
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,58
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	10138,59	9677,75
- різальники	грн	10683,23	10445,82
- згинальники	грн	8349,78	8349,78
- очищувальники	грн	10233,41	8396,64
- складальники	грн	14583,32	11931,81
- зварювальники	грн	14189,18	13544,21
- зачищувальники	грн	10233,41	8134,25
- контролери	грн	12039,3	12039,3
- транспортувальники	грн	11377,8	11377,8

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Вплив компонентів зварювального аерозолію на здоров'я людини

Незважаючи на те, що зварювальні матеріали та обладнання створюються з метою задовольнити вимоги щодо якості шва і забезпечити високу продуктивність праці, усе суворішими стають вимоги щодо забезпечення необхідної чистоти повітря у виробничому приміщенні. Для задоволення цих взаємо-суперечливих вимог усе частіше приходять до компромісних рішень, які дозволяють певною мірою поліпшити і гігієнічні характеристики процесів зварювання. Широкі можливості для зменшення виділень зварювальних аерозолів (ЗА) та його токсичності можна здійснити шляхом зміни складу зварювального матеріалу. Багато з таких змін можна здійснювати, уникаючи негативного впливу на зварювальний процес. Це необхідно враховувати на стадії розробки нових матеріалів або вдосконалення вже існуючих, керуючись при ньому викладеними в даному розділі закономірностями. При розробці технології зварювання вибір режиму необхідно здійснювати в кожному конкретному випадку з урахуванням вимог до зварюваної конструкції. Деяких поліпшень гігієнічних характеристик можна досягти шляхом специфічних змін зварювального обладнання: застосуванням джерел живлення, що дозволяють керувати переносом електродного металу, використанням під час зварювання модульованого струму, а також зміною (при зварюванні в захисних газах) конструкції пальника. Слід також враховувати, що існують різні способи зварювання, не завжди взаємозамінні, однак залежно від конкретних умов зварювання та вимог до швів усе ж таки є можливості вибирати в деяких випадках ті способи, які дозволяють значно поліпшити умови праці [15, с.50-51].

Для забезпечення максимального поліпшення гігієнічних характеристик зварювальних процесів необхідно керуватися системним підходом. Для того

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

щоб звести шкідливість ЗА та його дію на організм до мінімуму необхідно вибирати оптимальне поєднання таких технологічних способів зниження рівня виділення шкідливих речовин [15, с.51]:

- по можливості необхідно застосовувати способи зварювання та види зварювальних матеріалів, що забезпечують знижений рівень виділень ЗА;
- необхідно вибирати режими зварювання, які забезпечують мінімальне виділення ЗА, або уникати режимів, при яких утворюється підвищена кількість аерозолі;
- для зменшення виділень ЗА (при зварюванні покритими електродами, під флюсом та порошковим дротом) необхідно збільшувати у складі зварювальних шлаків вміст структуроутворюючих аніонів кремнію, титану та алюмінію при одночасному скороченні в ньому вмісту калію, натрію, магнію та кальцію. При можливості необхідно використовувати зварювальні матеріали зі шлаковою основою рутилового типу;
- для зниження у складі ЗА канцерогенного шестивалентного хрому слід зменшити у складі шлакоутворюючої основи вміст оксидів калію та натрію;
- бажано обмежувати у складі шлаку вміст летких сполук марганцю і фтору;
- легувати метал зварного шва бажано шляхом введення хрому, нікелю та марганцю до складу стрижня електрода, а не в покриття;
- знижувати токсичність ЗА можна шляхом введення до складу зварювальних матеріалів певної кількості елемента-регулятора, що має високу відносну летючість пари (на 2...3 порядки вище порівняно зі шкідливою речовиною, вміст якої необхідно зменшити у складі ЗА) та значну (більше 5 мг/м³) гранично допустиму концентрацію його аерозолі;
- при зварюванні в захисних газах для послаблення виділень ЗА необхідно зменшити окислювальну здатність захисного газу (суміші) шляхом введення до його складу інертного газу (аргону);

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

- при механізованому зварюванні в захисних газах доцільно застосовувати зварювальні дроти малих діаметрів;
- при зварюванні в захисних газах бажано збільшувати площу поверхні газового захисту шляхом застосування спеціального сопла з подвійною подачею газу;
- знижувати рівень утворення ЗА можна шляхом застосування спеціальних джерел струму, які дозволяють керувати переносом електродного металу, послабляти його розбризкування та зменшувати непотрібний надлишок енергії дуги, що йде на випаровування [15, с.51].

5.2 Розрахунок виробничого штучного освітлення

Найчастіше для освітлення виробничих та адміністративних приміщень використовують люмінесцентні лампи, які енергетично є більш економнішими. Окрім того, вони за спектральними характеристиками максимально наближаються до природного світла, що важливо при використанні суміщеного освітлення.

Штучне освітлення приміщення, в якому виконуються роботи, становить 300лк. Як світлові пристрої приймаємо світильники ЩОД (з чотирма лампами), які доцільно використовувати в даному випадку. Оскільки світильники кріпляться до стелі, то їх висота над підлогою майже рівна висоті приміщення $h = 6,0$ м, що не суперечить вимогам СНіП II, відповідно до яких $h_{\min} = 2,6-4$ м, коли в світильнику менше 4-ох ламп, і $h_{\min} = 3,2-4,5$ м – при 4-ох і більше лампах.

Визначимо висоту світильника над робочою поверхнею:

$$h = h_0 - h_p, \quad (5.1)$$

$$h = 6 - 1,1 = 4,9 \text{ (м)}.$$

Показник приміщення (i) становить:

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$i = \frac{ab}{h \cdot (a + b)}, \quad (5.2)$$

$$i = \frac{12 \cdot 9}{4,9 \cdot (12 + 10)} = 1,02,$$

де, a і b – довжина і ширина приміщення, м;

$a = 12$ м;

$b = 10$ м;

h - висота світильника над робочою поверхнею, м.

Згідно таблиці 2.7 [16] приймаємо $i=1,1$. При $i= 1,1$, $\rho_{стел}=70\%$, $\rho_{стін} = 50\%$ для світильника ЩОД коефіцієнт використання дорівнює $\eta = 0,43$, [16] табл.2.8.

Визначаємо необхідну кількість світильників (N), для забезпечення необхідної нормованої освітленості робочих поверхонь, якщо відомо, що в кожному світильнику встановлено по чотири лампи ДРЛ-80, світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi_{л}= 3200$ лм, потужність 125 Вт таблиця 2.6, [16].

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \Phi_{л} \cdot \eta}, \quad (5.3)$$

де, E – нормована освітленість, лк; С.139. таблиці 2.10 [16] $E= 300$ лк;

S – площа приміщення, що освітлюється, м²; $S = 120$ м²;

K_z – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп; $K_z = 1,5$; [16] таблиця А6.

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення; $Z = 1,1$.

$\Phi_{л}$ – світловий потік, $\Phi_{л}= 3200$ лм; таблиця 2.6, [16].

η - коефіцієнт використання; $\eta = 0,43$.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{300 \cdot 120 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{4 \cdot 3200 \cdot 0,43} = 9,92.$$

Приймаємо 10 світильників, які для забезпечення рівномірності освітлення розташовуємо в два ряди по 5 штук в кожному. Оскільки довжина світильника мало що більша за довжину люмінесцентної лампи, встановленої в нього, то загальна довжина усіх світильників ($\sum L_{cb}$) у ряді становить:

$$\sum L_{cb} = l \cdot n \quad (5.4)$$

де, l – довжина люмінесцентної лампи, м; $l = 1,2$ м;

n – кількість ламп, шт.; $n = 5$ шт.

$$\sum L_{cb} = 1,2 \cdot 5 = 6 \text{ м.}$$

Визначимо сумарну електричну потужність ($\sum P_{cb}$) усіх світильників, встановлених в приміщенні визначаємо за формулою:

$$\sum P_{cb} = P_l \cdot N \cdot n, \quad (5.5)$$

$$\sum P_{cb} = 80 \cdot 10 \cdot 4 = 3200 \text{ Вт.}$$

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

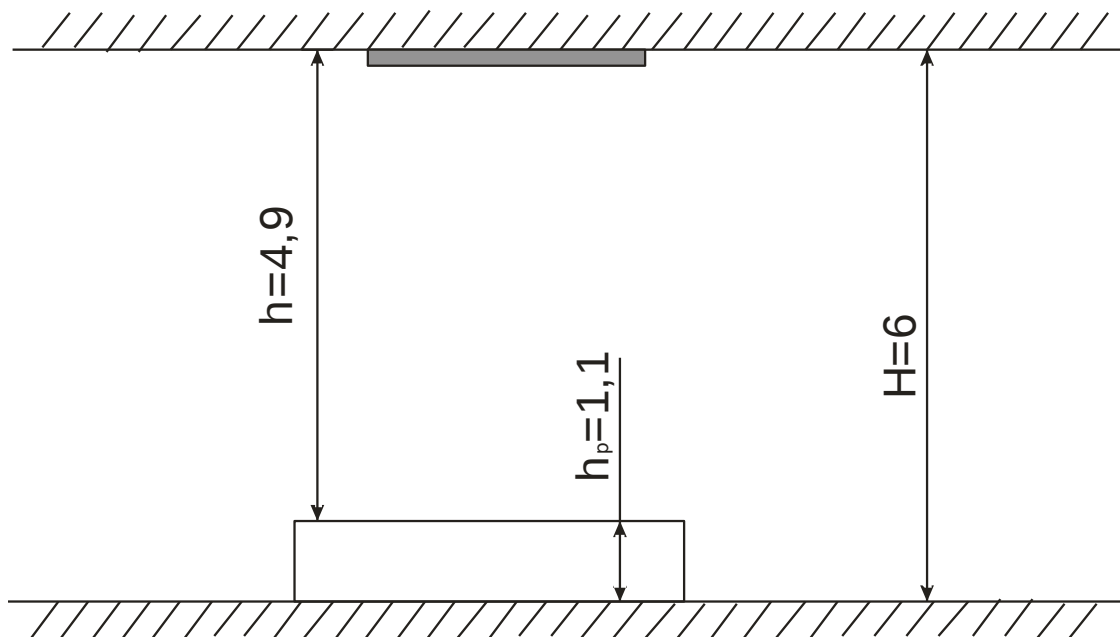


Рисунок 5.1 – Схема розташування світильників

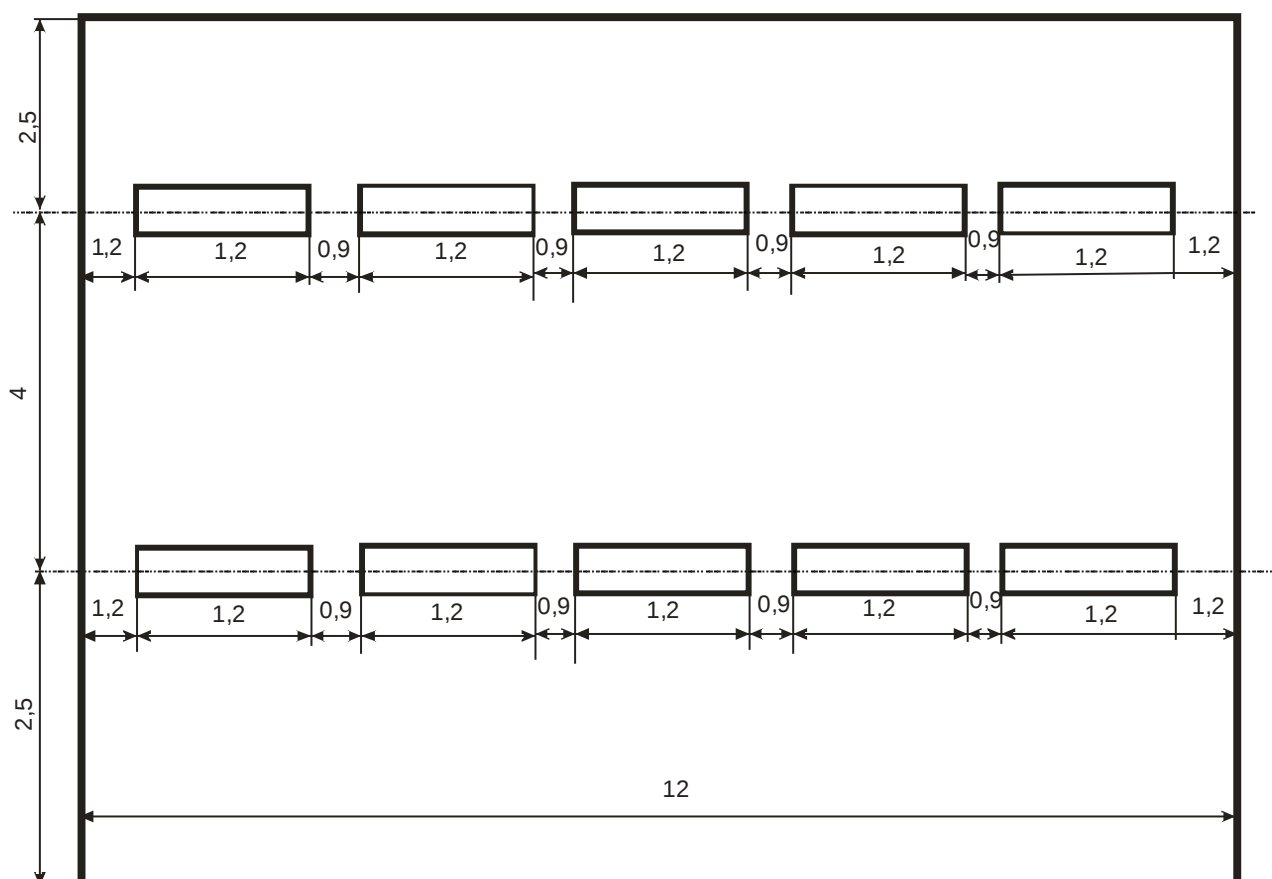


Рисунок 5.2 – Схема розташування світильників

ВИСНОВКИ

Традиційний технологічний процес виготовлення банківського сейфу супроводжується деякими недоліками, зокрема застосовується метод ручного дугового зварювання, який є не надто продуктивним, складальні роботи здійснюються без відповідного устаткування, що робить процес складання довшим та трудомікшим. Крім того потрібне використання додаткових слюсарних робіт для зняття шлаку з поверхні зварних швів. Тому технологія потребує певних удосконалень, які здатні усунути вищезгадані недоліки.

Сейф є металевою зварною конструкцією, яка монтується у фінансових установах для зберігання цінних паперів, дорогоцінних матеріалів та готівки. Основне його призначення – це чинити протидію у випадку його несанкціонованого відкривання. Тому для забезпечення високої міцності даний сейф виготовлятиметься із низьколегованої сталі марки 09Г2С.

Технологія виготовлення банківського сейфу використовує наступне обладнання: інверторний напівавтомат Патон ProMIG-500-15-4-400V, монтажну пилу Total 2200, верстат лазерного різання Aramis LTC85, згинальний верстат Holzmann AKM1520 та кривошипний зварювальний стіл, що значно полегшує і прискорює виконання складальних операцій.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 09Г2С. Довідник. Сталі низьколеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-09g2s/> (дата звернення: 23.05.2025).
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. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: <http://chertezhi.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/svarka-i-rodstvennye-protsessy/obshchaya-literatura-po-svarke/558-akulov-a-i-tekhnologiya-i-oborudovanie-svarki-plavleniem> (дата звернення: 28.05.2025).
5. Биковський О.Г., Піньковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Інверторний цифровий напівавтомат Патон ProMIG-500-15-4-400V. Зварювальні апарати Патон: веб-сайт. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/348823020/p348823020/> (дата звернення: 29.05.2025).
7. Монтажна пила Total 2200. Монтажні пили Total: веб-сайт. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/total-ts223558/p449950145/> (дата звернення: 30.05.2025).
8. Верстат лазерного різання Aramis LTC85. Лазерні верстати по металу: веб-сайт. URL: <https://aramis.ua/product/verstat-lazernogo-rizannya-ltc-85/> (дата звернення: 30.05.2025).
9. Згинальний верстат Holzmann AKM1520. Згинальні верстати Holzmann: веб-сайт. URL: <https://www.motoblok.biz.ua/catalog/14050/verstati-zginalni/52036/gibochniy-verstat-holzmann-akm1520.html> (дата звернення: 30.05.2025).

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Кутова шліфувальна машинка Procraft PW-1550. Шліфувальні машини: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p2382524652-besschyotochnaya-bolgarka-125.html> (дата звернення: 30.05.2025).

11. Набір інструментів візуально-вимірювального контролю ВІК-1. Засоби візуального контролю: веб-сайт. URL: <https://diagnostic.mk.ua/catalog/visual-ctl> (дата звернення: 03.06.2025).

12. 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).

13. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Київ: Арістей, 2005. 268 с.

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

15. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві. Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей. Київ: Основа, 2004. 98 с.

16. Жидецький В.Ц. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник / В.С. Джигерей, В.М. Сторожук / за ред. к.т.н. В.Ц. Жидецького. Львів: Афіша, 2000. 352с.

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

ДОДАТКИ

					КР.422.16.00.00.000.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		