

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
кабіни душової

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

Іван СВІНКОВСЬКИЙ

Керівник

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
_____ Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
СВІНКОВСЬКОМУ Івану Юрійовичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
_____ виготовлення кабіни душової _____

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

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

Термін подання студентом роботи _____ 20.06.2024р. _____

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

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ _____

1.1 Опис конструкції зварного виробу _____

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу _____

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції) _____

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ _____

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання _____

2.2 Вибір зварювальних матеріалів _____

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання _____

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування _____

2.5 Вибір методу контролю якості виробу _____

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного
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 Джерела запалювання та пожежна небезпека електрообладнання

5.2 Знаки безпеки та принципи їх застосування на підприємстві

5.3 Вимоги безпеки праці під час виготовлення кабіни душової

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення кабіни душової – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення кабіни душової – 1.0 (форм. А3)

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

4. Складальне креслення електричного ланцюгового підймача СС1 – 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	Любов КИЦКАЙ, викладач	(підпис) (дата)	(підпис) (дата)

Дата видачі завдання 20.05.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Іван СВІНКОВСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення kabіни душової 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 shower cabin 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	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	11
1.3.4 Вимоги до складання	12
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	13
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	15
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	17
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	18
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	23
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	26
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	29
2.6.1 Заготівельні операції	30
2.6.2 Складальні операції	31
2.6.3 Складально-зварювальні операції	32

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення кабіни душової Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Свінковський						4	74
Перевір.		Підгурський							
Реценз.									
Н. Контр.		Залуцька							
Затв.		Дранівська				ВСП «ТФК ТНТУ», зр. ПМ-422ск			

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	32
2.6.5	Допоміжні операції	. . . . .	33
2.6.6	Контроль якості	. . . . .	33
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	. . . . .	34
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	37
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції.	. . . . .	37
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	. . . . .	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	. . . . .	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	41
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	56
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	61
5.1	Джерела запалювання та пожежна небезпека електрообладнання	. . . . .	61
5.2	Знаки безпеки та принципи їх застосування на підприємстві	. . . . .	66
5.3	Вимоги безпеки праці під час виготовлення кабіни душової	. . . . .	68
	ВИСНОВКИ	. . . . .	71
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	72
	ДОДАТКИ	. . . . .	74

ВСТУП

Зварюванням називається процес утворення нероз'ємних з'єднань за рахунок міжатомних зв'язків, які утворюються при нагріванні матеріалу, його пластичному деформуванні та спільній дії, як нагрівання, так і деформування.

При використанні технологічного процесу зварювання стало можливим виконання нероз'ємних з'єднань різних товщин, від кількох мікрометрів до великогабаритних виробів товщиною понад один метр.

Зварювальні процеси використовуються буквально у всіх галузях промисловості і народного господарства, але в переважаючій більшості застосовують зварювання у машинобудуванні і будівництві.

Майбутні перспективи розвитку зварювання пов'язані із: широким використанням зварних конструкцій, замість литих, клепаних і болтових, розширення номенклатури виготовлення зварювальних матеріалів та застосування високопродуктивного автоматизованого обладнання для виконання цих процесів.

Можливості зварювання з кожним роком зростають, завдяки даному процесу стало можливим з'єднання складних по конфігурації виробів. З кожним днем все більша кількість металів підлягає зварюванню без особливих зусиль. На сьогоднішній день можливо зварювати, як чорні, так і кольорові метали, полімерні матеріали, а також процес зварювання почали застосовувати для з'єднання живих тканин в медицині.

Розвиток зварювання і його широке застосування в промисловості стало можливим завдяки високоефективному механізованому обладнанні. Так спосіб механізованого зварювання в захисних газах найбільше використовується завдяки своїй мобільності, необхідній якості та високій продуктивності. Цим способом зварюються сталі звичайної якості, так і високоякісні леговані різними з'єднаннями і в різному положенні з'єднуваного стика.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки своїй високій продуктивності, гарантованій якості, надійності з'єднань і економному використанні матеріалів, зробило процес зварювання основним методом для з'єднання металоконструкцій всіх видів.

Вдосконалення технологічного процесу виготовлення кабіни душової пов'язано із застосуванням необхідного обладнання для виготовлення конструкцій такого роду, а також використання спеціального складального оснащення з виконанням потрібних робіт на ньому. Також відбувається модернізація зварювального процесу, яка полягає у використанні сучасних ефективніших і економних джерел живлення.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Кабіна душова є своєрідним варіантом літнього приймання душі. Нею облаштовуються відпочинкові зони пляжів річок та озер. Крім цього дана конструкція може бути встановлена на територіях різних господарств чи дачних угідь. Конструкція представляє собою металевий каркас зверху на якому встановлений водяний бак із краном. Обшивка каркасу може здійснюватися різними матеріалами, які сильно не нагріваються від сонячних променів та відповідно не створюють парникового ефекту всередині kabіни. Ескіз конструкції представлений на рисунку 1.1.

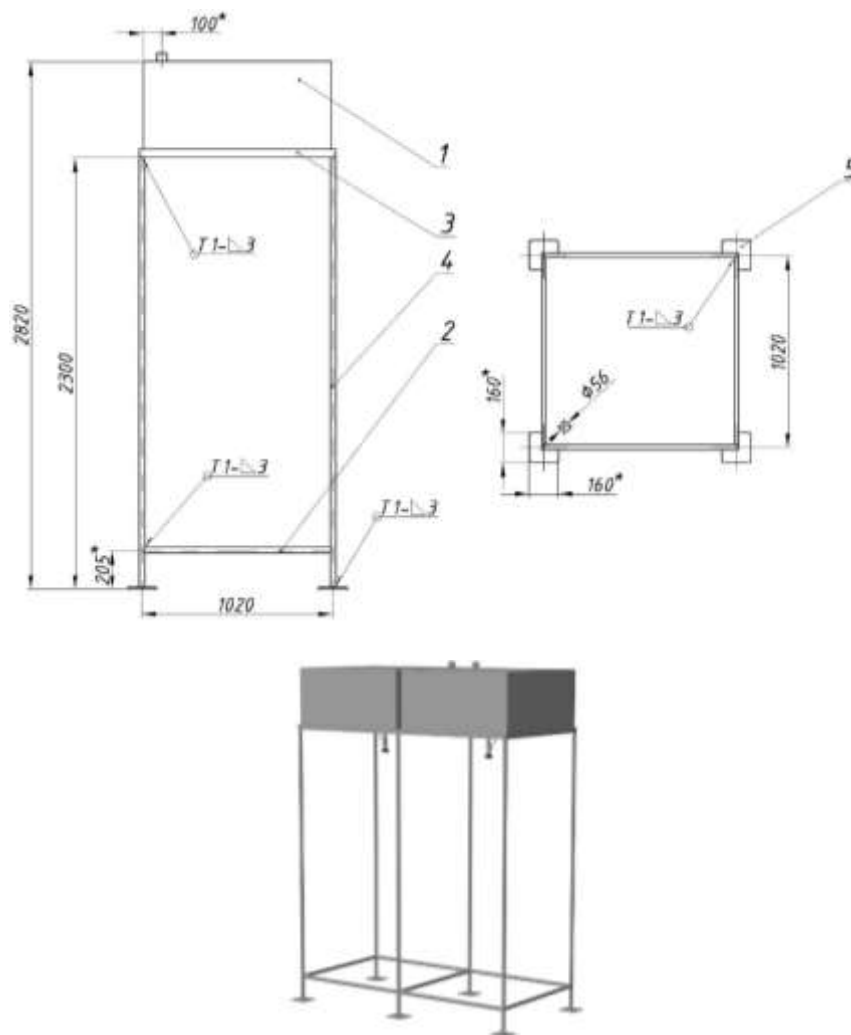


Рисунок 1.1 – Ескіз kabіни душової (3D модель спареного варіанту)

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Будова душової kabіни: бак водяний 1, вставка нижня 2, вставка верхня 3, стояк 4 і закладна 5. Основа kabіни – це каркас, який виготовлений із труб $\varnothing 32 \times 3,0$ мм, а верхні вставки на яких буде змонтований водяний бак виготовляються із кутників $40 \times 4,0$ мм. Загальна висота kabіни разом з баком – 2820 мм, при цьому її ширина складає 1020 мм.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Так, як призначення kabіни є стаціонарним влаштуванням, то в процесі своєї роботи вона зазнає вплив тільки від статичних навантажень, що утворюються від ваги бака з водою, тому в процесі її виробництва потрібно слідкувати за показниками міцності і якості зварних з'єднань.

Процес виготовлення душової kabіни відноситься до серійного виробництва, тому потрібно використовувати вдосконалені затискні механізми на складально-зварювальних пристосуваннях, які повинні забезпечувати високу точність і надійність закріплення, коли виконується на них складання заготовок під зварювальний процес.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Для виготовлення kabіни душової використовуємо конструкційну, вуглецеву якісну Сталь 35.

Завдяки низькій вартості і високим експлуатаційним властивостям, Сталь 35 широко використовується в будівництві і машинобудуванні. Дана сталь використовується в металоконструкціях, а також для виготовлення валів, циліндрів, шестерень, осей, дисків, шнеків і траверс. В окремих випадках Сталь 35 використовують для виготовлення великогабаритних механізмів. Але ця марка сталі задовільно зварюється, що вимагає підігрівання перед або в процесі зварювання.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічні властивості Сталі 35 приведені в таблиці 1.1, а хімічний склад в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості Сталі 35 [1]

Стан постачання	σ_B , МПа	δ_2	ψ
		%	
	не менше		
Прокат гарячекатаний	530	20	45

Таблиця 1.2 – Хімічний склад Сталі 35, % [1]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
не більше								
0,32-0,40	0,50-0,80	0,17-0,37	0,035	0,04	0,25	0,25	0,25	0,08

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Матеріали, з яких виготовляється конструкція повинні своїм хімічним складом і механічними властивостями відповідати вимогам державних стандартів і технічним умовам на виготовлення.

Така характеристика матеріалів, як якість повинна затверджуватись на підприємстві відповідними сертифікатами на продукцію.

Основні вимоги до матеріалів, їх границі застосування, призначення, умови роботи, види випробувань повинні відповідати вимогам ДСТУ, щодо цих матеріалів.

Додаткові вимоги до матеріалів, які передбачені стандартами або технічними умовами, повинні бути обов'язково вказані в технічній документації.

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Виготовляють душову кабінку з конструкційної сталі марки Сталь 35, яка підлягає нормуванню за хімічним складом і механічними властивостями, тому ця сталь вже поставляється з гарантованим хімічним складом і механічними властивостями.

Деталі, які використовуються для виготовлення душової кабінки мають бути добре очищені від бруду, окалини та іржі. Щоб попередити утворення пор та перешкодити небажаному підвищенню вмісту вуглецю у зварних з'єднаннях, потрібно попередньо видаляти з поверхонь деталей небажані мастильні матеріали і фарбові включення.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

По відношенню до шорсткості поверхонь виробу особливих вимог не ставлять, тому що працездатність зварних з'єднань конструкції мало залежить від шорсткості її поверхні. Показник шорсткості всіх поверхонь кабінки душової складає $R_a - 6,3$.

Розміри виробу повинні знаходитися в межах допустимих відхилень – $H14, h14, \pm IT14/2$, які найбільше залежать від точності виконання і дотримання всіх потрібних вимог під час виконання заготівельних операцій.

До геометричних розмірів душової кабінки ставляться вимоги точності, тому що впливає на сприйняття діючих навантажень всією конструкцією.

На розміри і форму виробу впливає використання складально-зварювальних пристроїв, які повинні забезпечувати надійне фіксування деталей, що входять до складу виготовлюваного виробу та перешкоджати їх деформуванню при виконанні зварювання.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Зварні з'єднання, які розміщені на душовій кабінці, а також її конструкція повинні забезпечувати:

- виконання зварювання відповідно до нормативних документів;

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- безперешкодного розміщення додаткового обладнання, якщо це потрібно;

- вільний доступ для перевірки зварних швів при виконанні контролю їх якості;

- забезпечення ремонтпридатності конструкції.

Технологія, яка використовується для зварювання душової kabіни повинна відповідати всім потрібним стандартам і забезпечувати зварювання швів, які по міцності не поступаються основному металу. Тому для перевірки цієї відповідності виконується випробовування зварних швів на міцність та ударну в'язкість, відповідно до затверджених методик.

В процесі роботи kabіна зазнаватиме статичних навантажень, тому необхідно це врахувати при її проектуванні. Розміщення і позначення зварних з'єднань вказуються на кресленнях. Потрібно вибирати такі види швів, які забезпечують рівномірне розподілення напружень, що є концентраторами для виникнення дефектів в процесі експлуатації. Конструктивні елементи швів – для з'єднання для Т1 катет шва, перевіряють по технічній документації визначаючи їх відповідність.

1.3.4 Вимоги до складання

Процес складання деталей душової kabіни для подальшого зварювання має забезпечувати точне взаємне розташування складових елементів конструкції та безперешкодне виконання процесу зварювання в потрібній послідовності, яка відповідає технологічному процесові виготовлення.

Якщо потрібне розроблення кромки, в залежності від типу шва, то кут і зазор між ними повинні забезпечувати повне їх проплавлення, рекомендації по виконанню таких операцій містяться у відповідному стандарті.

Зварювальні роботи виконуються тільки тоді, коли технологічний відділ контролю перевірить правильність складання і попереднього підготовлення всіх поверхонь, які підлягають зварюванню.

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складання душової kabіни проводиться згідно вимог технічних умов на її виготовлення або інших рекомендацій конструкторсько-технологічної документації.

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 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

Для того, щоб виготовити душову kabіну необхідно виконати операції розмітки, різання, складання, зварювання, контролю якості та між-операційного і кінцевого транспортування. Технологічний процес виробництва душових kabін у загальному містить в собі методи отримання

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталей, які слугуватимуть комплектуючими з яких складатиметься готовий виріб.

Початковим етапом виготовлення кабіни є складання і прихоплювання стояків разом із верхніми та нижніми вставками. Це здійснюється з використанням відповідних пристосувань та специфічних устаткувань. Після чого жорстко закріплені та з'єднані прихопленнями елементи складальної одиниці встановлюють в пристосування і проводять зварювання закладних і повністю всіх швів за допомогою ручного дугового способу.

Кінцевим етапом є встановлення водяного бака на верхні вставки із кутників, виконання прихоплень для фіксування потрібних зазорів та загального зварювання виробу.

Контроль якості зварювання проводиться на кожному етапі виготовлення візуально, тільки в кінці ще бак перевіряється на герметичність швів.

У наявному заводському технологічному процесі виготовлення душевої кабіни існують деякі недосконалості, а саме це:

- використання малопродуктивного зварювального процесу, а відповідно і устаткування;

- нераціонально використовуються енергоресурси, тому що зварювання виконується на неправильних (завищених) параметрах режиму зварювання, що також впливає на якість зварних з'єднань.

Виправити ці технологічні помилки можливо, коли:

- виконувати процес зварювання енергоефективним сучасним обладнанням;

- правильно підібрати з довідників необхідні параметри режиму зварювання відповідно для кожного типу зварного з'єднання;

- змінити спосіб ручного зварювання на напівавтоматичний в захисних сумішах (Ar+CO₂), які покращують формування зварних швів.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Вибір способу зварювання залежить від технічних вимог, які ставляться до зварних з'єднань, зварюваності матеріалу, програми випуску продукції, можливості механізувати чи автоматизувати зварювальний процес, безпеки праці.

Довжина та розміщення зварних швів у різних площинах також впливає на вибір способу. Тому для зварювання конструкції можна способи зварювання такі як:

- а) ручне дугове покритими електродами;
- б) напівавтоматичне дугове зварювання в захисному газі або сумішах газів;
- в) газове зварювання.

Ручне зварювання покритими електродами має переваги у простоті та доступності обладнання, малі витрати на матеріали, що в деякій мірі покращує його економічність порівняно з іншими способами. Однак цей спосіб зварювання має і свої недоліки, які проявляються у низькій продуктивності процесу, підвищеній шкідливості та неможливості його механізації.

Напівавтоматичне зварювання в захисних газах має переваги, які проявляються у високій механізації процесу, підвищеній продуктивності на відміну від ручного зварювання, високій економічності та високій якості зварних з'єднань. При виконанні зварювання є можливість слідкувати за переміщенням дуги та ванною розплавленого металу, оскільки відкрита дуга. Також цим способом можна зварювати товщини від 0,2 мм до 20 мм. Недоліками механізованого зварювання в захисних газах є підвищене розбризкування присадкового металу, яке забруднює налиплими краплями з'єднувальні деталі та обладнання. Також для цього способу застосовуються джерела живлення тільки постійного струму. Необхідність використання

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

певних заходів захисту від світлової і теплової дії випромінювання, тому що дуга є відкритою.

Для даних конструкцій можна використовувати також газове зварювання. Переваги якого полягають в тому, що метал більш плавно прогрівається, відсутність електричних джерел енергії, спосіб дешевий і простий, який дозволяє зварювати чорні і кольорові метали і їх сплави. Але газове зварювання має багато недоліків, які сильно впливають на перспективи його подальшого розвитку. До них відносяться вибухонебезпечність способу, оскільки використовуються балони з горючими газами і киснем, цей процес не піддається механізації та автоматизації, «боїться» протягів та низьких температур.

Тому виготовлення душової kabіни здійснюється напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисних газів, а саме у суміші аргону 82% і вуглекислого газу 18%.

Даний спосіб зварювання показаний на рисунку 2.1.

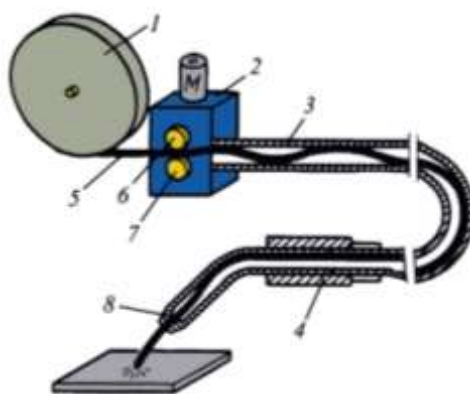


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у суміші захисних газів [2, с.163]

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

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Для виготовлення душової kabіни, як матеріал використовується Сталь 35 – це якісна конструкційна сталь з вмістом вуглецю не більше 0,40%. Призначенням даної сталі є виготовлення металоконструкцій, валів, циліндрів, шестерень, осей, дисків, шнеків і траверс. В окремих випадках Сталь 35 використовують для виготовлення великогабаритних механізмів.

Придатність матеріалу до формування зварних з'єднань називається зварюваністю, тобто це властивість металу зварюватися при встановленій технології, яка обумовлюється конструкцією та експлуатацією виробу. Технологічна зварюваність вказує на відповідність властивостей зварного з'єднання основному металу.

Для розрахунку зварюваності використовується формула еквівалентного вмісту вуглецю $C_{\text{екв}}$ [3, с.127]:

$$C_{\text{екв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (2.1)$$

де C, Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст хімічних елементів у сталі, %.

Отже:

$$C_{\text{екв}} = 0,40 + \frac{0,80}{6} + \frac{0,37}{24} + \frac{0,25}{10} + \frac{0,25}{5} + \frac{0,25}{15} = 0,637 \text{ \%}$$

Якщо еквівалентний вміст вуглецю перевищує 0,45 %, то це вказує на те, що зварюваність даної сталі обмежена і її можна зварювати тільки з використанням попереднього підігрівання, оскільки це зменшить швидкість охолодження сталі, а відповідно буде менша схильність до утворення тріщин.

Зварювання kabіни відбувається у захисній суміші, яка дозволяє значно збільшити швидкість виконання зварювання, без додаткової зміни технології та обладнання, яке необхідне для виконання процесу. Це обумовлене

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

покращенням стабільності горіння дуги, кращим перенесенням електродного металу в зону зварювання, забезпечуючи високу якість і надійність зварного з'єднання. Також відбувається розширення меж регулювання зварювальних режимів, як по напрузі, так і по струму. Для прикладу можна досягнути збільшення швидкості подачі дроту з 6-7 до 12-14 м/хв не порушуючи технологічних норм. Також при зварюванні в сумішах спостерігається струменеве перенесення електродного металу замість крапельного, що впливає на забрудненість поверхонь зварюваних деталей. Важливою перевагою захисних сумішей є формування практично ідеальної форми зварного шва.

Враховуючи вищевказані рекомендації, для зварювання душової kabіни буде використовуватись суміш – 82% Ar+18% CO₂. В склад суміші входить газоподібний аргон високою чистоти 99,998% згідно ТУ 2114-001-76237928-2013 та вуглекислий газ вищого сорту, з масовою часткою не менше 99,8% за ДСТУ 4817:2007.

Для зварювання Сталі 35 використовується зварювальний дріт Св-08Г2С з обмідненою поверхнею, хімічний склад якого приведений 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

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Для того, щоб одержати шви потрібних розмірів і конфігурації з плавним переходом до основного металу необхідний розрахунок режимів зварювання.

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Виходячи із умови, що всі шви якими зварюється душова кабіна є тавровими кільцевими типу Т1 без розроблення кромки. Тому всі розрахунки будуть виконуватись для цього типу з'єднання із катетом 3 мм, який береться відповідно до товщини зварюваного металу.

Схема таврового з'єднання показана на рисунку 2.2.

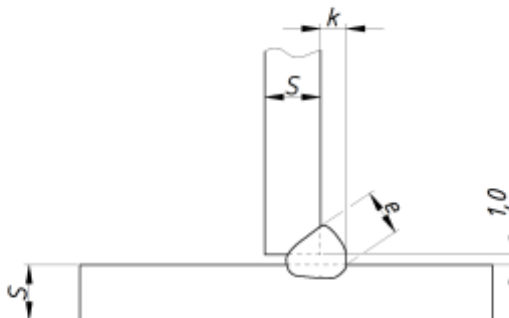


Рисунок 2.2 – Схема таврового з'єднання

Площа поперечного перерізу наплавленого металу обчислюється за формулою:

$$F_H = \frac{K^2}{2}; \quad [4, \text{с. 196}] \quad (2.2)$$

де F_H – площа поперечного перерізу наплавленого металу, мм²;

k – катет шва, приймаємо 3 мм.

$$F_H = \frac{3^2}{2} = 4,5 \text{ мм}^2.$$

Висота наплавленого металу обчислюється за формулою:

$$C' = \sqrt{F_H}; \quad [4, \text{с. 196}] \quad (2.3)$$

де C' - висота наплавленого металу, мм.

$$C' = \sqrt{4,5} = 2,12 \text{ мм.}$$

Ширина шва вираховується, як гіпотенуза прямокутного трикутника (рисунок 2.2)

$$e = \sqrt{K^2 + K^2} = \sqrt{2K^2}; \quad (2.4)$$

де e - ширина шва, мм.

$$e = \sqrt{2 \cdot 9} = 4,24 \text{ мм.}$$

Загальна висота шва обчислюється із співвідношення:

$$e = \Psi_{пр} \cdot H; \quad [4, \text{с. 188}] \quad (2.5)$$

де $\Psi_{пр}$ – коефіцієнт форми проплавлення, приймаємо 1,0 [4, с. 186].

H – загальна висота шва, мм.

$$H = \frac{e}{\Psi_{пр}}; \quad (2.6)$$

$$H = \frac{4,24}{1,0} = 4,24 \text{ мм.}$$

Глибина проплавлення основного металу обчислюється за формулою:

$$H_1 = H - C'; \quad [4, \text{с. 197}] \quad (2.7)$$

де H_1 - глибина проплавлення основного металу шва, мм.

$$H_1 = 4,24 - 2,12 = 2,12 \text{ мм.}$$

Вибираємо діаметр електродного дроту в залежності від катета шва і приймаємо його рівним 1,0 мм [4, с. 106].

Величина зварювального струму обчислюється за формулою:

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{зв} = \frac{H_1}{K_h} \cdot 100; \quad [4, \text{с. 192}] \quad (2.8)$$

де K_h - коефіцієнт пропорційності, який залежить від умов ведення зварювання, приймаємо 1,55 мм/100А [4, с. 193].

$$I_{зв} = \frac{2,12}{1,55} \cdot 100 = 136,86 \approx 137 \text{ А.}$$

По розрахованому значенні зварювального струму уточнюємо діаметр електродного дроту за формулою:

$$d_e = 1,13 \sqrt{I_{зв} / \gamma}; \quad [4, \text{с. 193}] \quad (2.9)$$

де d_e – діаметр електродного дроту, мм;

γ – допустима густина струму, А/мм².

Орієнтовно приймаємо 150 А/ мм² [5, с. 244].

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{137}{150}} = 1,08 \text{ мм.}$$

Напруга на дузі обчислюється за формулою:

$$U_g = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1; \quad [4, \text{с. 194}] \quad (2.10)$$

$$U_g = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{0,8^{0,5}} \cdot 137 = 26,85 \pm 1 \text{ В.}$$

Приймаємо напругу рівною 27 В.

Швидкість подачі електродного дроту обчислюється за формулою:

$$V_{n.д} = \frac{4\alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot c / c^2 \cdot \gamma}; \quad [5, \text{с. 212}] \quad (2.11)$$

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

де γ – густина металу електродного дроту, кг/м³. Приймаємо $\gamma=7800$ кг/м³;

α_n - коефіцієнт наплавлення металу, кг/(А·год).

c – діаметр електродного дроту (в цій формулі).

Виконуючи зварювання на постійному струмі зворотної полярності $\alpha_n = 11,6 \pm 0,4$ г/(А·год) [5, с. 246]. Приймаємо $\alpha_n = 12 \cdot 10^{-3}$ кг/(А·год).

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 10^{-3} \cdot 137}{3,14 \cdot (1,0 \cdot 10^{-6})^2 \cdot 7800} = 268,4 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання обчислюється за формулою:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}; \quad [4, \text{с. 194}] \quad (2.12)$$

де A – коефіцієнт, який визначається в залежності від діаметру дроту. Приймаємо $A=3 \cdot 10^3$ А·м/год [4, с. 194].

$$V_{зв} = \frac{3 \cdot 10^3}{137} = 21,9 \approx 22 \text{ м/год.}$$

Витрати захисного газу становлять 9 л/хв [6, с.105].

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання таврового з'єднання

Параметри	
Форма кромки	без розроблення
Катет шва, мм	3
Кількість проходів	1
Діаметр електродного дроту, мм	1,0
Зварювальний струм, А	137
Напруга, В	27
Швидкість зварювання, м/год	22
Швидкість подачі дроту, м/год	268
Витрати газової суміші, л/хв	9

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Оскільки душова кабіна зварюється механізованим способом зварювання, то як зварювальне устаткування використовується напівавтоматичні апарати. Напівавтоматичні апарати вибираються виходячи з:

- вибраного методу зварювання;
- технологічного процесу виготовлення;
- режиму зварювання;
- конструкції виробу;
- конструкції зварного шва.

Зварювальний напівавтомат повинен відповідати наступним вимогам:

- встановлення необхідного режиму зварювання і підтримки його в процесі зварювання постійним;
- безперебійне подання зварювального дроту в зону зварювання;
- захист розплавленого металу зварювальної ванни від дії газів повітря;
- зручне і надійне регулювання швидкості подавання зварювального дроту.

При виборі зварювальних напівавтоматів необхідно враховувати їх техніко-економічні показники і експлуатаційні характеристики.

Для механізованого зварювання і виконання прихоплень при складанні кабіни душової використовуємо комбінований інверторний зварювальний напівавтомат марки TESLA MIG/MAG/MMA 350 S.

Даний напівавтомат розроблений для дугового зварювання електродними дротами суцільного перерізу (MIG/MAG), дугового зварювання порошковим дротом (FCAW), дугового зварювання штучним покритим електродом (MMA). Апарат обладнаний виносним подавальним механізмом, який обладнаний захистом від протягування дроту [7].

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Даний напівавтомат виконаний у сучасному дизайні з примусовою вентиляцією, для стійкої і стабільної роботи. Він зарекомендував себе, як надійний промисловий зварювальний апарат.

Особливості комбінованого інверторного зварювального апарату MIG/MAG/MMA 350 S:

- універсальне використання в режимі напівавтомата MIG-MAG і в режимі ручного дугового зварювання MMA;
- висока стабільність горіння дуги, зменшена можливість утворення бризк;
- регулювання напруги на дузі;
- регулювання зварювального струму суміщене з регулюванням швидкості подачі електродного дроту;
- можливість встановлення котушки D300;
- стабільна довготривала робота на максимальних струмах;
- відкритий подавальний механізм, легкий і зручний для транспортування до місця роботи;
- два цифрових дисплея для відображення струму і напруги на дузі;
- розетка 36 В для підключення підігрівання редуктора;
- набір зварювальних аксесуарів для зварювання MIG/MAG і MMA;
- силовий блок на базі інверторної технології IGBT нового покоління;
- сучасний дизайн і зручний інтерфейс;
- чотирьох роликів механізм подачі дроту;
- робота способом FCAW – порошковим самозахисним дротом [7].

Основне використання комбінованого інверторного зварювального апарату TESLA MIG/MAG/MMA 350 S:

- монтаж металоконструкцій;
- будівництво трубопроводів;
- машинобудування;

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- котельне виробництво [7].

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

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата Tesla Weld MIG MAG MMA 350 S [7]

Характеристика	Значення
Номінальний зварювальний струм, А	40 - 350
Напруга холостого ходу, В	52
Діаметр електродного дроту, мм	0,8 -1 -1,2-1,6
Маса котушки для зварювального дроту, кг	15
Напруга мережі живлення, В	380 (±10%)
Частота мережі живлення, Гц	50
Споживча потужність, кВт	11,9
Коефіцієнт корисної дії, %	85
Клас захисту	IP21S
Габаритні розміри, мм	630x285x870
Вага, кг	26



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд напівавтомата Tesla Weld MIG MAG MMA 350 S [7]

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Даний зварювальний напіватомат комплектується пальником марки AVICOR BINZEL MB-36KD 3м (MIG/MAG), технічні характеристики якого представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики зварювального пальника AVICOR BINZEL MB-36KD

Номінальний зварювальний струм, А	270
Спосіб захисту дуги	газовий
Діаметр електродного дроту, мм	0,8-1,6
Довжина шлангів, м	3,0

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості використовується для визначення відповідності властивостей конструкції умовам експлуатації, тобто для виявлення дефектів та визначення основних причин, що їх викликають. Тому для виявлення дефектів у зварних швах, при виготовленні кабіни душової можна використовувати такі методи контролю:

- візуально-оптичний контроль;
- контроль ультразвуком;
- магнітний і електромагнітний контроль;
- радіаційний контроль якості;
- гідравлічний контроль.

Візуально-оптичний контроль використовується у трьох варіантах: зовнішній огляд з'єднань і їх вимірювання, огляд за допомогою оптичних приладів (ендоскопів і т.п.), активний візуально-оптичний контроль в процесі виконання зварювання з оперативним зворотнім зв'язком для регулювання технологічних режимів. Методи даного виду контролю, а особливо зовнішній огляд швів, огляд обладнання і зварювальних матеріалів – це найпростіші,

дешеві та доступні методи порівняно з іншими. Однак ефективність візуально-оптичного методу може бути досягнута просто при достатньо високій кваліфікації контролерів. Під час зовнішнього огляду вони повинні вміти виявляти такі небезпечні дефекти, як подрізи, пропалювання, кратери, напливи, порушення розмірів і форми валика, а також тріщини і непровари, які виходять на поверхню. Наприклад контролер, який має досвід роботи зварювальником, оцінює дефекти зварних швів і дефекти складання під зварювання з високою достовірністю. Своєчасне усунення дефектів, виявлених зовнішнім оглядом та виявлення причин їх виникнення, дозволяє оперативно регулювати якість технології і зменшувати об'єми наступних етапів неруйнівного контролю. При зовнішньому огляді використовуються шаблони і еталони для вимірювання, як зварних швів, так і параметрів підготовки кромки [8, с. 21].

Ультразвуковий контроль якості використовує пружні механічні коливання, які розповсюджуються в повітрі і сприймаються звичайно як звуки. Такі коливання називаються акустичними. Якщо їх частота більша 20000 Гц (20 кГц), тобто вище слухового порогу людини, то такі коливання називаються ультразвуковими. В дефектоскопії використовуються ультразвукові коливання частотою 0,5 – 20 МГц.

При отриманні ультразвукових коливань для контролю якості виробів використовуються п'єзоелементи. П'єзопластина до якої прикладено з певною частотою змінне електричне поле, випромінює ультразвукові коливання такої ж частоти, які розповсюджуючись утворюють акустичне поле [8, с. 62].

Сутність цього методу полягає у послабленні амплітуди сигналу ультразвукових коливань, при їх проходженні через контрольований об'єкт.

Електромагнітні методи контролю основані на реєстрації ефекту взаємодії електромагнітного поля з контрольованими еталонними об'єктами контролю. Тому електромагнітне поле від поле-утворювальної системи з об'єктом – зварним швом. Зміна структури електромагнітного поля поблизу

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

шва з дефектом реєструється сканувальним датчиком, а потім вимірювальним приладом. При цьому можливе використання проміжного носія інформації, наприклад магнітної стрічки.

Для контролю якості зварних з'єднань використовуються магнітні і вихрострумові методи. Магнітні придатні тільки для ферромагнітних сталей, тоді як вихрострумові – для будь-яких струмопровідних матеріалів. Інші різновиди ультразвукового контролю: електрострумові, електростатичні, радіохвильові, і теплові методи практичного використання для контролю якості зварювання не знайшли [8, с. 100].

Радіаційний контроль якості використовує гальмівне і гамма-випромінювання нуклідів (ізоотопів). Гальмівне випромінювання і гамма-кванти – це різновидність іонізованого випромінювання у вигляді електромагнітних коливань, які мають довжину хвиль $4-7 \cdot 10^{-4}$ в мільйони разів менше порівняно з видимим світлом.

Такі короткі довжини хвиль і відповідно високі енергії квантів, гамма-променів забезпечують їх високу проникаючу здатність. При проходженні через зварні шви ці промені послаблюються по-різному в суцільному металі та не менш щільних ділянках-дефектів (порах, шлаках, тріщинах) [8, с. 29].

Гідравлічні методи контролю використовуються з метою перевірки герметичності зварних з'єднань на зварній конструкції. Даний контроль має місце для оболонкових конструкцій, які призначені для зберігання різних газів і рідин в звичайних умовах, а також під тиском, тому герметичність зварних швів в даних випадках є просто необхідністю.

Виходячи з умов технологічності та конструктивності, для контролю якості зварних швів душової kabіни застосовуємо візуально-оптичний метод контролю, крім того контроль герметичності зварних швів на водяному бакові здійснюється гідравлічним методом.

При проведенні перевірки потрібно контролювати:

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- геометричні розміри шва (рисунок 2.4) (розмір катета), контроль здійснювати за допомогою щупа;
- наявністю пор, тріщин, підрізів, кратерів, непроварів виявляти неозброєним оком або за допомогою лупи;
- герметичність зварних швів на водяному бакові для виявлення можливих течей гідравлічним методом.

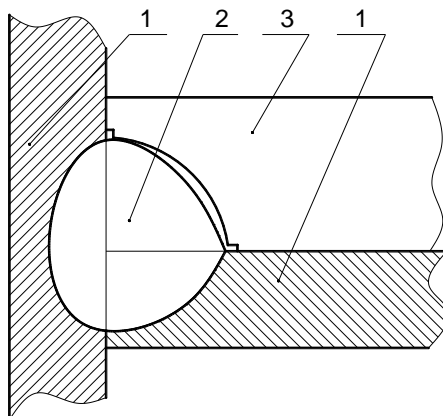


Рисунок 2.4 – Схема контролю геометричних розмірів зварного шва за допомогою щупа

1 – зварювальні деталі, 2 – зварний шов, 3 – щуп

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Вдосконалений технологічний процес виготовлення kabіни душової має перед базовим технологічним процесом ряд переваг, а саме:

- а) правильно розраховані параметри режиму зварювання дозволяють підвищити економічність процесу;
- б) існуюче обладнання заводського технологічного процесу є менш продуктивним;
- в) заміна способу зварювання з ручного на напівавтоматичне у захисних газах.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Дані переваги сприяють покращенню механічних властивостей шва, зменшують розбризкування розплавленого металу, зменшують трудомісткість виготовлення, збільшують продуктивність праці, а також дають значний економічний ефект.

2.6.1 Заготівельні операції

Заготовки, які необхідні для виготовлення kabіни, отримуються використанням таких операцій як: розмічування, різання та очищення вже готової конструкції.

Заготовки виготовляються із листового прокату, труб та кутників. Процес розмічування виконується за допомогою шаблонів механізованим способом.

Різнання труб і кутників виконується за допомогою монтажної пили марки DeWALT D28730, яка представлена на рисунку 2.5.

Крім того заготовки водяного баку та закладні виготовляються із листового металу, тому для його різання використовується верстат плазмового різання Tesla Weld CNC-CUT DP, який зображений на рисунку 2.6. Дане устаткування обладнане системою числового програмного керування, що забезпечує високу продуктивність та якість різання.



Рисунок 2.5 – Монтажна пила DeWALT D28730 [9]

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.6 – Верстат плазмового різання Tesla Weld CNC-CUT DP [10]

Перед складанням виконується очищення зварювальних кромek деталей. Окалина, іржа та жирові плями видаляються металевою щіткою і протиранням тканиною.

2.6.2 Складальні операції

Цей вид операцій використовується для правильного встановлення, фіксації і закріплення деталей конструкції, яка складається. Серед всіх технологічних операцій виготовлення складання під зварювання є найбільш трудомістким процесом, тому що на його виконання використовується близько 40% від всього процесу виготовлення конструкції. Цей процес містить комплекс робіт, що стосуються встановленню деталей в проектне положення, що передбачається відповідною документацією з наступним виконанням зварювання. Точність складання залежить від використовуваних методів складання та обладнання, а також способу базування деталей. Для підвищення точності виробу потрібно процес складання розділити на кілька етапів та не порушувати допустимих відхилень розмірів, які вказуються на кресленнях конструкції. В загальному процес складання полягає в наступному: встановлення деталей у пристосування, забезпечення їх правильної орієнтації, фіксація та закріплення.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання складально-зварювальних операцій при виготовленні кабіни душової полягають у виконанні робіт:

- встановлення стояків, верхніх і нижніх вставок у пристосування для формування каркасу конструкції;
- базування цих деталей по технологічній поверхні;
- фіксація та закріплення деталей в пристосуванні;
- виконати прихоплення та подальше зварювання даного складального вузла;
- встановлення закладних на попередньо зварений вузол;
- виконання їх прихоплювань до стояків каркасу;
- складання і зварювання водяного баку, його монтаж до верхніх вставок каркасу та подальше його з'єднання переривчастими швами.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Комплекс опоряджувальних операцій полягає у обробленні виробу після зварювання, а саме механічного та ручного очищення його поверхні від небажаних включень, як на зварювальних поверхнях, так і в зварних швах. Тому для виконання цих операцій використовують окуляри захисні Delta Plus Thunder Clear, молоток слюсарний Sigma з скловолокнистою ручкою 300 г, зубило для металу Stanley 12 x 150 мм, кутова шліфувальна машина Hyundai G 2010 230, яка показана на рисунку 2.7, щітка дискова Mastertool з плетеного дроту 180 x 22,2 мм.



Рисунок 2.7 – Кутова шліфувальна машина Hyundai G 2010 230 [11]

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2.6.5 Допоміжні операції

Технологічний процес виготовлення душової kabіни відбувається із використанням допоміжних операцій, які пов'язані з підготовчими, ремонтними та транспортними роботами.

Підготовчі роботи виконуються перед початком виконання тих чи інших операцій технологічного процесу, наприклад встановлення складального обладнання та коригування сили притискання притискачів, які встановлені на даному устаткуванні.

Ремонтні роботи виконуються при виході з ладу будь-якого обладнання, яке використовується в технологічному процесі.

Транспортні роботи стосуються доставлення потрібних матеріалів, а також перевезення обладнання та готових конструкцій в місця їх роботи зберігання. Дані роботи виконуються із застосуванням підйимального і транспортного устаткування.

2.6.6 Контроль якості

Контроль використовується для визначення якості продукції, яка характеризує сукупність її властивостей забезпечувати відповідні властивості. Для зварних з'єднань показниками якості є такі властивості, як міцність, відсутність дефектів, кількість їх виправлень та ін.

Контроль якості – це перевірка відповідності показників якості до встановлених вимог. Під терміном управління якістю розуміють забезпечення необхідного рівня якості за рахунок зворотних зв'язків від контролю до технології шляхом активної взаємодії на всіх етапах виробництва.

При виготовленні kabіни душової відбувається контроль якості всіх вхідних матеріалів, використовуваного устаткування та всіх операцій без яких неможливий технологічний процес. Контроль якості виконується візуально-

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

оптичним методом – для каркасу конструкції та гідравлічним методом – для водяного баку, який є складальною одиницею душової kabіни.

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».

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

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

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.13)$$

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_H=12$ г/Агод;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв}=137$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш}=10,5$ м.

$$Q_H = 12 \cdot 10^{-3} \cdot 137 \cdot 10,5 = 17,26 \text{ кг.}$$

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

$$H_{ел} = Q_p + Q_{нп}, \quad (2.14)$$

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$Q_p = Q_n \cdot K_p, \quad (2.15)$$

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

$$Q_p = 17,26 \cdot 0,7 = 12,08 \text{ кг},$$

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

$$Q_{\text{нп}} = Q_n \cdot K_0, \quad (2.16)$$

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

$$Q_{\text{нп}} = 17,26 \cdot 0,5 = 8,63 \text{ кг}.$$

Тоді:

$$H_{\text{ел}} = 12,08 + 8,63 = 20,71 \text{ кг}.$$

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

$$H_r = Q_p \cdot K_r, \quad (2.17)$$

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

$$H_r = 12,08 \cdot 0,87 = 10,51 \text{ кг}.$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу розраховуються за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_n \cdot \eta_n \cdot K_n}, \quad (2.18)$$

де – U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{27}{12 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,33 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва розраховуються за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_{\text{д}} \cdot I_{\text{зв}} \cdot t_0}{\eta_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}, \quad (2.19)$$

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

$$E = \frac{0,01 \cdot 29 \cdot 137 \cdot 0,046}{0,9 \cdot 0,75} = 2,52 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на зварювання виробу в цілому розраховуються:

$$E_{\Sigma} = E \cdot l_{\text{ш}}, \quad (2.20)$$

$$E_{\Sigma} = 2,52 \cdot 10,5 = 26,47 \text{ кВт.}$$

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Для виготовлення зварних конструкцій високої якості необхідно забезпечити правильне складання деталей зварного виробу, тобто правильне їх встановлення і подальше закріплення.

Складання зварного виробу складається із певних послідовних операцій, які потрібно виконати. Найперше це потрібно подати деталі, з яких складається виріб або зварний вузол, до складального місця. Потім потрібно встановити ці деталі в складальне пристосування, забезпечивши при цьому правильне положення. В даному положенні деталі повинні бути зафіксованими, після чого виконується їх зварювання. Подавання деталей до місця складання виконується універсальним або спеціальним підйимально-транспортним устаткуванням, а саме кранами, конвеєрами, візками та ін. Положення деталей в процесі складання визначається установчими елементами пристосувань чи іншими суміжними деталями виробу. Ці деталі закріплюються за допомогою затискних елементів, які змонтовані на складальних пристосуваннях.

Таким чином, основне призначення складального обладнання у зварювальному виробництві – це фіксація та закріплення зварюваних деталей. В свою чергу складальне обладнання підрозділяється на безпосередньо складальне і складально-зварювальне.

Відмінність між цим обладнанням полягає в тому, що на складальному процес складання закінчується виконанням прихоплень, а на складально-зварювальному – крім операції складання також виконується повне або часткове зварювання виробу, а інколи витримка після зварювання, яка

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

зменшує виникнення зварювальних деформацій. Крім того процес зварювання може виконуватись по попередньо поставлених прихопленнях або без них.

Призначення і конструкція складального устаткування визначається технологічним процесом виготовлення, який залежить в першу чергу від виробу – його форми, геометричних розмірів, необхідної точності, типу виробництва, наявності необхідних площ виробничих потужностей, завантаження робочих місць, способу зварювання та інших факторів, безпосередньо впливають на даний процес.

Якщо нераціонально виконувати складання і зварювання в різних місцях, тоді використовується складально-зварювальне обладнання. При цьому досягається вища якість виробу, за рахунок виконання зварювання одразу ж після складання і виріб не зазнає проміжного транспортування. Деякі вироби, особливо з тонколистових матеріалів, не зберігають правильну геометрію при виконанні прихоплень. В багатьох випадках переміщення зі складального на зварювальне пристосування збільшує цикл виробництва, а відповідно це веде до збільшення трудомісткості процесу. Але водночас складально-зварювальні пристосування набагато складніші і дорожчі порівняно зі складальними. Тому в кожному окремому випадку потрібно ретельно аналізувати всі технологічні і техніко-економічні фактори, які визначають вибір типу технологічного устаткування [13, с. 50-51].

Враховуючи специфіку конструкції виробу можна вибрати те чи інше технологічне оснащення. В нашому випадку виробом є душева кабіна тому потрібно враховувати всі рекомендації, що стосуються виготовлення даного роду виробів.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Кабіна душева є каркасною конструкцією, що виготовляється із профільного прокату. Тому даний тип конструкцій характеризується великою кількістю коротких швів, які розміщені в різних просторових положеннях,

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

отже з цією метою процес зварювання відбувається механізовано в захисних газах. Це дозволяє збільшити продуктивність зварювальних робіт за рахунок високої маневреності способу.

Виготовлення душової kabіни розпочинається зі складання і зварювання каркасу, до складу якого входять стояки, верхні і нижні вставки та закладні, в кількості чотирьох штук кожної із деталей. Окремо складається та зварюється бак конструкції, що виготовлений із листового металу. Завершальним етапом складально-зварювальних робіт є з'єднання баку разом із каркасом душової kabіни.

Виконання всіх складально-зварювальних операцій відбувається із застосуванням зварювальних столів, вигляд одного з них показаний на рисунку 3.1.

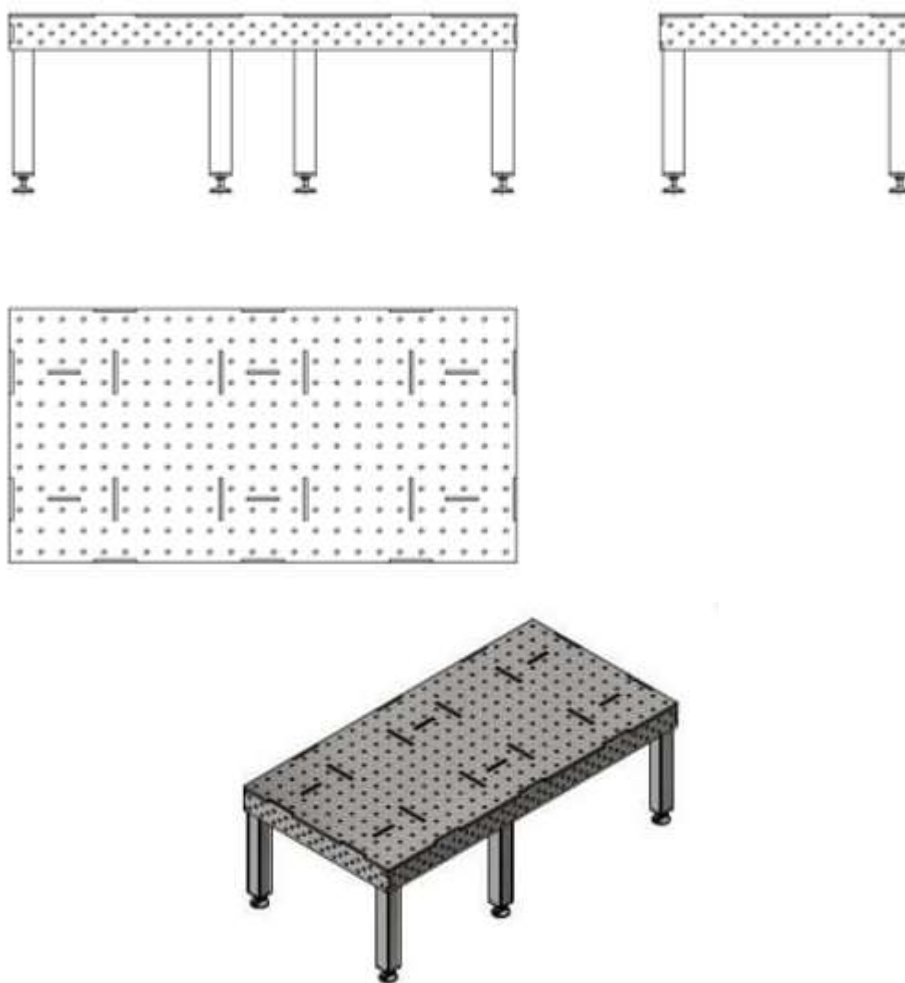


Рисунок 3.1 – Вигляд зварювального стола

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.18.00.00.000.ПЗ

Арк.

39

В технологічному процесі виготовлення також застосовуються електричні ланцюгові підіймачі типу СС1, як показано на рисунку 3.2. Їх основне призначення полягає у виконанні підйомно-транспортних операцій, які необхідні для доставки матеріалів на заготівельну дільницю, а також знімання із пристосування вже готової звареної конструкції та переміщення її на наступні технологічні дільниці та склад продукції.

Крім того електричний підіймач задіяний ще для виконання кантування конструкції в процесі здійснення складально-зварювальних робіт, це обумовлено конфігурацією душової kabіни, яка складається із коротких швів, що розміщені в різних положеннях. Тому для забезпечення якісного виконання процесу зварювання необхідне кантування-обертання виробу, щоб зварюванні шви знаходились в нижній площині, а не в горизонтальній, вертикальній чи стельовій.

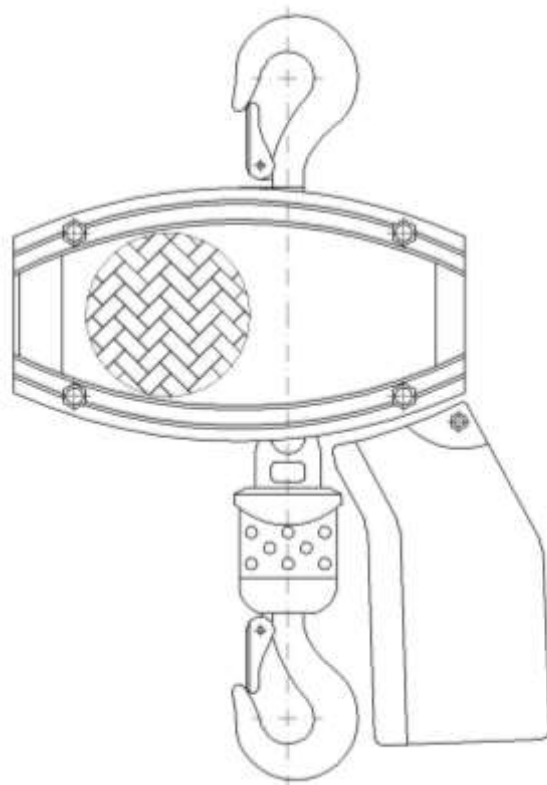


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд електричного ланцюгового підіймача СС1

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

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 душової kabіни

Показник	Одиниці вимірювання	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	2820x1020	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Сталь 35	кг	133	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	2,71	
захисний газ (суміш – Ar 82% +CO ₂ 18%)	м ³	5,1	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	8	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
Сталь 35	грн	44,0	43,80
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	130	129,75
захисний газ (суміш – Ar 82% +CO ₂ 18%)	грн	26,5	26,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	32	

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення душової kabіни

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Потужність електрод вигунів, кВт	Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн		Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Заготівельні	$\frac{3}{П}$	Пила DeWALT D28730	13500	2,3	окуляри зах. Delta Plus Thunder Clear	315	IV	$\frac{4,5}{4,3}$
Металообробні	$\frac{3}{П}$	Верстат плазмового різання Tesla Weld CNC-CUT DP	320900	0,18	молоток	150	IV	$\frac{4,6}{4,5}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл зварювальний	110000		молоток	150	IV	$\frac{5,7}{4,9}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний напівавтомат TESLA MIG/MAG/MM A 350S	65000	16,8			IV	$\frac{4,7}{4,4}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Hyundai G 2010 230	3440	2	окуляри зах. Delta Plus Thunder Clear щітка дискова Mastertool 180x22,2, зубило Stanley 12 x 150 мм	315 295 180	III	$\frac{4,4}{3,5}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$				Лупа THE "EYE" GARDNER 5x	305	VI	3,0
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Електричний ланцюговий підйомач CC1	70000	1			IV	1,9

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 26,9;
по проекту 24,6;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 1,9;
по проекту 1,9.

Загальна штучна норма часу: по заводу 28,8;
по проекту 26,5.

Для виготовлення душової kabіни 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 $D_{роб}$ ~ кількість робочих днів в році, $D_{роб} = 253$ дні;

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,05) \approx 1903 \text{ год.}$$

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]:

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

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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

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

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 6100 шт.$

Кількість робочих місць для виконання заготівельних операцій при виготовленні душової kabіни становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,5 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 2,83 \approx 3 шт.,$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,3 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 2,7 \approx 3 шт.$$

Для виконання металообробних операцій кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,6 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 2,89 \approx 3 шт.,$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,5 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 2,83 \approx 3 шт.$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,7 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 3,58 \approx 4 шт.,$$

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,9 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 3,08 \approx 3 \text{шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,7 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 2,95 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 2,77 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{4,4 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 2,77 \approx 3 \text{шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,5 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 2,2 \approx 2 \text{шт.}$$

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

$$n = \frac{3,0 \cdot 6100}{1903 \cdot 5,1} = 1,89 \approx 2 \text{шт.}$$

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

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

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

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 6100 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 $K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{6100 \cdot 1 \cdot 0,3}{2100 \cdot 0,7} = 1,24 \approx 1шт.$$

Приймаємо один електричний ланцюговий підіймач для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [14, с.13]:

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

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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 $B_{np} = 6100$ шт;

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

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

Необхідна кількість заготівельників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 4,5}{1850 \cdot 5,1} = 2,9 \approx 3 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 4,3}{1850 \cdot 5,1} = 2,78 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість верстатників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 4,6}{1850 \cdot 5,1} = 2,97 \approx 3 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 4,5}{1850 \cdot 5,1} = 2,9 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 5,7}{1850 \cdot 5,1} = 3,69 \approx 4 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 4,9}{1850 \cdot 5,1} = 3,17 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 4,7}{1850 \cdot 5,1} = 3,04 \approx 3 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 4,4}{1850 \cdot 5,1} = 2,84 \approx 3 \text{чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 4,4}{1850 \cdot 5,1} = 2,84 \approx 3 \text{чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 3,5}{1850 \cdot 5,1} = 2,26 \approx 2 \text{чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$r_{oi} = \frac{6100 \cdot 3,0}{1850 \cdot 5,1} = 1,94 \approx 2 \text{чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
заготівельники	3	3	IV	IV
верстатники	3	3	IV	IV
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 дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	26	24	—	—

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

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

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

В-нт	Назва матеріалів ресурсів	Од. вим.	Ціна придб. за од. вим., грн/кг		Затрати в натуральних одиницях, грн						
					на один виріб		на програму				
З/П	Сталь 35	кг	44	43,8	5852	5825,4	35697200	35534940			
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	130	129,75	352,3	351,62	2149030	2144897,25			
З/П	Захисна сумiш – Аг 82% +CO ₂ 18%	кг	26,5	26,25	135,15	133,88	824415	816637,5			
Р-ом					6339,45	6310,9	38670645	38496474,75			
В-нт	Транспортно-заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	2,2	2,19	292,6	291,27	1784860	1776747	32	32	195200	195200
З/П	5	6,5	6,49	17,62	17,58	107451,5	107244,86				
З/П	5	1,33	1,31	6,76	6,69	41220,75	40831,88				
Р-ом		10,03	9,99	316,97	315,55	1933532,25	1924823,74	32	32	195200	195200

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

Приймаємо, що всі основні робітники оплачуються по відрядній системі оплати праці, допоміжні - по погодинній, ІТР та МОП - по штатно-окладній системі. Розрахунки проводяться по двох напрямках: на один виріб (для обчислення калькуляції собівартості виробу) та на програму (для визначення об'ємних економічних характеристик). В калькуляцію собівартості виробу безпосередньо включаються затрати по оплаті праці основних (виробничих) робітників.

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

											Арк.
											50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.18.00.00.000.ПЗ						

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

де y - кількість технологічних операцій;

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

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [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 заготівельників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 6,8 \cdot 8,5 \cdot 4,5 = 260,1 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 260,1 \cdot (0,2 + 0,15) = 91,04 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 260,1 \cdot 0,4 = 104,04 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 6,8 \cdot 8,5 \cdot 4,3 = 248,54 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 248,54 \cdot (0,2 + 0,15) = 86,99 \text{ грн};$$

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$Z_{\text{по}} = 248,54 \cdot 0,4 = 99,42 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці верстатників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 5,3 \cdot 10,5 \cdot 4,6 = 255,99 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 255,99 \cdot (0,2 + 0,15) = 89,6 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 255,99 \cdot 0,4 = 102,4 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 5,3 \cdot 10,5 \cdot 4,5 = 250,43 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 250,43 \cdot (0,2 + 0,15) = 87,65 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 250,43 \cdot 0,4 = 100,17 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 6,3 \cdot 8,5 \cdot 5,7 = 305,24 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 305,24 \cdot (0,2 + 0,15) = 106,83 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 305,24 \cdot 0,4 = 122,09 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 6,3 \cdot 8,5 \cdot 4,9 = 262,4 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 262,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 91,84 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 262,4 \cdot 0,4 = 104,96 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 6 \cdot 10,5 \cdot 4,7 = 296,1 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 296,1 \cdot (0,2 + 0,15) = 103,64 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 296,1 \cdot 0,4 = 118,44 \text{ грн;}$$

- проектний варіант:

$$Z_{\text{оо}} = 6 \cdot 10,5 \cdot 4,4 = 277,2 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{до}} = 277,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 97,02 \text{ грн;}$$

$$Z_{\text{по}} = 277,2 \cdot 0,4 = 110,88 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 9,5 \cdot 4,4 = 313,5 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 313,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 109,73 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 313,5 \cdot 0,4 = 125,4 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 7,5 \cdot 9,5 \cdot 3,5 = 249,38 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 249,38 \cdot (0,2 + 0,15) = 87,28 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 249,38 \cdot 0,4 = 99,75 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 7,3 \cdot 12,5 \cdot 3,0 = 273,75 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 273,75 \cdot (0,2 + 0,15) = 95,81 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 273,75 \cdot 0,4 = 109,5 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 12,5 \cdot 11 \cdot 1,9 = 261,25 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 261,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 91,44 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 261,25 \cdot 0,4 = 104,5 \text{ грн}.$$

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

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

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

r_{∂} - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

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

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$Z_{од} = 2 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 112850 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 112850 \cdot 0,35 = 39497,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 112850 \cdot 0,4 = 45140 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 2 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 112850 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 112850 \cdot 0,35 = 39497,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 112850 \cdot 0,4 = 45140 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 56425 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 56425 \cdot 0,35 = 19748,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 56425 \cdot 0,4 = 22570 \text{ грн}.$$

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]:

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

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

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

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

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8100 \cdot 12 = 97200 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 97200 \cdot 0,35 = 34020 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 97200 \cdot 0,4 = 38880 \text{ грн}.$$

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Затрати по оплаті праці МОП:

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

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

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

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	
Основні робітники:						
заготівельники	197415,9	188641,9	69095,57	66024,65	78966,36	75456,74
верстатники	194296,4	190072,6	68003,74	66525,4	77718,56	76029,03
складальники	308897,8	199157,8	108114,24	69705,23	123559,1	79663,12
зварювальники	224739,9	210394,8	78658,97	73638,18	89895,96	84157,92
зачищувальники	237946,5	126183,8	83281,28	44164,31	95178,6	50473,5
контролери	138517,5		48481,13		55407	
транспортувальники	66096,25		23133,69		26438,5	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	112850		39497,5		45140	
ремонтники	112850		39497,5		45140	
електрики	56425		19748,75		22570	
ІТР	97200		34020		38880	
МОП	96000		33600		38400	
Разом	1843235,28	1594389,54	645132,35	558036,34	1188852,86	1089314,57

4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:	6339,45	6310,9
Сталь 35	5852	5825,4
зварювальний дріт Св-08Г2С	352,3	351,62
захисна суміш (Ar 82% +CO ₂ 18%)	135,15	133,88
Поворотні відходи	32	
Паливо та енергія на технологічні цілі	140	139,7
Основна заробітна плата основних робітників	224,25	183,45
Додаткова заробітна плата основних робітників	78,49	64,21
Премії та надбавки основних робітників	89,7	73,38
Відрахування на соціальне страхування	5,49	4,5
Відрахування на медичне страхування	9,81	8,03
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	124,88	124,88
Цехові (дільничні) витрати	85,52	85,52
Всього цехова собівартість	7065,59	6962,57

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
заготівельне	3	3	13500	13500	675	675
металообробне	2	2	320900	320900	16045	16045
складальне	4	3	110000	110000	5500	5500
зварювальне	3	3	65000	65000	3250	3250
зачищувальне	3	2	3440	3440	172	172
транспортне	1	1	70000	70000	3500	3500
Інструменти:						
молоток	9	8	150	150	7,5	7,5
зубило	7	5	180	180	9	9
захисні окуляри	3	2	315	315	15,75	15,75
щітка	3	2	295	295	14,75	14,75
збільшувальна лупа	2	2	305	305	15,25	15,25
Разом						

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.18.00.00.000.ПЗ

Арк.

57

Продовження таблиці 4.7

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:					
заготівельне	41175	41175	8	3294	3294
металообробне	657845	657845	8	52627,6	52627,6
складальне	445500	335500	7	31185	23485
зварювальне	198250	198250	6,5	12886,25	12886,25
зачищувальне	10492	7052	8	839,36	564,16
транспортне	73500	73500	7	5145	5145
Інструменти:					
молоток	1357,5	1207,5	16	217,2	193,2
зубило	1269	909		203,04	145,44
захисні окуляри	960,75	645,75		153,72	103,32
щітка	899,75	604,75		143,96	96,76
збільшувальне лупа	625,25	625,25		100,04	100,04
Разом	6156874,25	6042314,25			343045,17	334890,77

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

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

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

де $C_{nз}$ - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nз} = 8938,47$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 8745,19$ грн);

$\Phi_{мз}$ - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{мз} = 7065,59$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 6962,57$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((8938,47 + 0,15 \cdot 7065,59) - (8745,19 + 0,15 \cdot 6962,57)) \cdot 6100 = 1273271,3 \text{ грн.}$$

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

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

де $\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{осз} = 48913948$ грн);

$\Phi_{осп}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{осп} = 48179081$ грн);

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

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

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

$$E_{ур} = 6100 \cdot (8938,47 - 8745,19) = 1179008 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{48913948 - 48179081}{1179008} = 0,62 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	6100	6100
Кількість технологічного устаткування	шт	14	12
Собівартість товарної продукції	грн	8938,47	8745,19
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	26	24
- основних робітників	чол	19	17
Фондомісткість продукції	грн/шт	7065,59	6962,57
Умовна річна економія	грн	-	1179008
Річний економічний ефект	грн	-	1273271,3
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,62
Місячний оклад основних робітників:			
- заготівельники	грн	9558,68	9133,85
- верстатники	грн	9407,63	9203,12
- складальники	грн	11217,39	9643,02
- зварювальники	грн	10881,68	10187,1
- зачищувальники	грн	11521,13	9164,53
- контролери	грн	10060,31	10060,31
- транспортувальники	грн	9600,94	9600,94

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Джерела запалювання та пожежна небезпека електрообладнання

Пожежа – це неконтрольоване горіння, що розвивається в часі та просторі. Вона приносить великі матеріальні збитки і нерідко супроводжується нещасними випадками з людьми. Тому особи, які експлуатують електрообладнання та електроустановки, повинні знати можливі причини виникнення пожеж і уміти їх гасити [15, с.124].

Причини, що викликають пожежі та вибухи при експлуатації електрообладнання та електроустановок [15, с.124]:

- струми короткого замикання та перевантаження, що викликають недопустиме нагрівання провідників і запалення ізоляційних конструкцій;
- іскріння в електричних апаратах і машинах, а також іскріння в результаті електричних розрядів і ударів блискавки;
- нагрів контактних з'єднань до високої температури через їхній підвищений електричний опір;
- електрична дуга, що виникає між контактами комутаційної апаратури, та електрична дуга при зварюванні;
- аварії з маслonaповненими апаратами при викиданні в атмосферу продуктів розкладання оливи з утворенням у повітрі вибухонебезпечної суміші;
- загорання обмоток електричних машин і трансформаторів при їх перевантаженні чи несправності;
- застосування несправних або залишених без догляду ввімкнених електронагрівальних приладів, а також установлення їх біля вогненебезпечних матеріалів і конструкцій будинків;

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

- несправності люмінесцентних ламп і їхньої пускорегулювальної апаратури; розташування стаціонарних або переносних світильників поблизу горючих матеріалів;

- виділення водню, що утворює з повітрям вибухонебезпечну суміш у процесі заряджання і розряджання акумуляторних установок;

- використання сірчаної кислоти для приготування електроліту (стикання її з органічними матеріалами викликає вогонь);

- старіння і розкладання оливи при високій температурі з утворенням вибухонебезпечних сумішей, пробій внаслідок гігроскопічності масла.

Коротке замикання являє собою найбільшу пожежну небезпеку. Струми короткого замикання в багато разів перевищують номінальні струми проводів та струмовідних частин і досягають сотень і тисяч ампер. Такі струми можуть не тільки перегріти, але й запалити ізоляцію, розплавити струмовідні частини та проводи. Плавлення металевих деталей машин та апаратів супроводжується розлітанням іскор, які у свою чергу здатні запалити близько розташовані горючі речовини та матеріали, стати причиною вибуху. Коротке замикання при експлуатації електроустановок виникає з різних причин. Найчастіше воно відбувається через старіння електричної ізоляції і відсутність контролю за її станом.

Порушення правил експлуатації електроустановок неминуче призводить до виникнення пожеж, тому що ігноруються чіткі вимоги до режиму роботи, не дотримуються протипожежні відстані до горючих матеріалів, не виконуються умови запобігання непередбачуваному акумулюванню тепла, що виділяється. Пожежі через неправильну експлуатацію електроустановок характерні для житлових і адміністративних будівель, а також пересувних споруд, причому електроустановками, порушення режиму роботи яких призводить до пожеж, частіше за все є електричні світильники, електричні нагрівальні прилади, а також електричні мережі [15, с.125].

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Електричні мережі небезпечні в електричному відношенні через те, що вони складаються з безлічі розгалужених проводів і кабелів, які мають значну довжину. Проводи електричних мереж часто стикаються з горючими матеріалами та частинами будинків і споруд. Крім того, несправності в розгалужених електричних мережах великої довжини часто сховані від ока найдосвідченішого електрика. Горючим матеріалом проводів і кабелів є їхня ізоляція, яка звичайно складається з речовин органічного походження. Крім того, горіння може поширюватись уздовж прокладання електричних проводок. Статистичні дані свідчать про те, що на частку електричних проводок припадає значна кількість усіх пожеж [15, с.125].

Трансформатори, що застосовуються в системах електропостачання, за способом охолодження поділяються на сухі, масляні та заповнені негорючою рідиною – совтолом. Якщо в сухих трансформаторах горючим матеріалом є ізоляційні конструкції, то в масляних – ще й трансформаторне масло. Трансформаторне масло добре горить, при високій температурі розкладається на газоподібні складові, які утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші. Розвиток пожежі в трансформаторах залежить в основному від причин її виникнення. При місцевому перегріванні осердя процес горіння носить жевріючий характер і може продовжуватися тривалий час. Ознакою пожежі є поява газів у камері газового реле та шум трансформатора. При несвоєчасному аварійному вимиканні трансформатора виникає коротке замикання та загорання обмоток. Виявити це можна за виходом продуктів горіння з розширювального бака, руйнуванням запобіжної мембрани, випинанням стінок або кришки бака.

При міжвиткових і коротких замиканнях в обмотці трансформатора напругою вище 1000 В і своєчасному спрацьовуванні захисту спостерігається лише місцеве вигорання обмотки. Залежно від потужності короткого замикання може відбутися зруйнування мембрани, розширювального бака та зрив кришки з викидом оливи назовні. При великій потужності короткого

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		63

замикання і тривалому горінні відбувається руйнування розширювального бака, а потім трансформатора, у результаті чого масло, що розтікається, створює загрозу сусіднім трансформаторам та іншому обладнанню. Найбільші пошкодження з розривом корпусу трансформатора відбуваються на вхідних або вихідних струмопроводах [15, с.126].

Електричні машини систем електропостачання пожежонебезпечні при перегріві. Їх перегрів виникає в результаті перевантаження, через забруднення вентиляційних каналів системи охолодження. У цих випадках машина перегрівается рівномірно. Крім того, буває, що у двигунах перегріваються лише обмотки статора або ротора. Перегрів обмотки статора відбувається при перевантаженні двигуна, порушенні режиму його охолодження або підвищенні напруги на затисках двигуна. Перегрів обмотки ротора виникає при перевантаженні, порушенні режиму охолодження, у результаті поганого контакту в пайках будь-яких частин обмотки. Перегрів електричних машин може бути викликаний їхньою роботою у двофазному режимі, що є найбільш частою причиною відмови трифазних асинхронних двигунів. Перегрів обмоток електричних машин може викликати спалахування ізоляції проводів, що звичайно призводить до пожежі. Особливу пожежну небезпеку являє собою іскріння щіток і пригорання контактних кілець електричних машин. Це відбувається з таких причин: встановлено щітки інших марок порівняно з зазначеними в документації; щітки погано притерті або слабо притиснені; контактні кільця і колектор мають нерівну поверхню і тому вібрують; контактні поверхні забруднені або замаслені. У машинах постійного струму при неправильному виборі та розташуванні щіток при великих навантаженнях відбувається посилення іскріння. Повітря в зоні колектора іонізується, що призводить до появи кругового вогню на колекторі. Причиною пожежі може бути також перегрів підшипників електричних машин через їх недостатнє змащування і перекіс валу. Для запобігання займання ізоляційних конструкцій електричні машини обладнують пристроями для захисту від струмів короткого

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

замикання і перевантаження, а також температурними сигналізаторами для контролю температури [15, с.126, 127].

Більше 20 % усіх пожеж в електроустановках припадає на електричні апарати. Через дефекти при виготовленні та неправильну експлуатацію контакторів і магнітних пускачів виникають несправності, основним результатом яких є надмірне підвищення температури деталей. Недопустиме підвищення температури котушки, наприклад пов'язане з появою в ній міжвиткового короткого замикання. Нагрів струмовідних частин відбувається при перевантаженні апарата, послабленні затяжки контактних з'єднань, забрудненні контактних поверхонь і зношуванні головних контактів.

Пожежна небезпека апаратів захисту полягає в появі електричної дуги та іскроутворенні при перегоранні плавкої вставки, а також у можливості нагріву струмовідних частин при порушенні щільності контактних з'єднань. Часто пожежі є результатом ненадійної роботи апаратів захисту й установлення плавких вставок підвищеного перерізу [15, с.127, 128].

Освітлювальні установки з лампами розжарювання та люмінесцентними лампами також пожежонебезпечні. Практично пожежі від ламп розжарювання виникають у результаті використання ламп підвищеної потужності, тому мають місце випадки займання пластмасових плафонів. У світильниках з люмінесцентними лампами пожежонебезпечними елементами є стартер, конденсатори з паперовим діелектриком, світлорозсіювачі з органічного скла [15, с.128].

При виникненні пожежі в електропроводці або електромережі необхідно вимкнути приєднання, на яких горить обладнання, сповістити пожежну охорону, керівника підприємства чи відповідну посадову особу, після чого почати гасіння пожежі наявними засобами. Гасити пожежу в електроустановках усіма видами хімічних пін, розчин яких має підвищену електропровідність, а також ручними засобами в сильно задимлених приміщеннях без зняття з них напруги забороняється [15, с.128].

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

З метою попередження пожежі на підприємствах використовують різні засоби пожежогасіння, які найбільш придатні для ліквідації пожежі в електроустановках та електрообладнанні, вважаються вуглекислотні, вуглекислотно-брометиллові та порошкові ручні вогнегасники і пересувні установки.

5.2. Знаки безпеки та принципи їх застосування на підприємстві

Сигнальним кольорам, знакам безпеки та сигнальній розмітці належить суттєва роль у сфері забезпечення виробничої безпеки. Їхнє призначення полягає в забезпеченні однозначного розуміння певних вимог, що стосуються безпеки, збереження життя і здоров'я людей, зниження матеріального збитку без застосування слів або з їх мінімальною кількістю [16, 17, с.202].

Знаки безпеки можуть бути основними, додатковими, комбінованими і груповими. Основні знаки безпеки містять однозначне смислове вираження вимог щодо забезпечення безпеки. Основні знаки використовують самостійно або в складі комбінованих і групових знаків безпеки. Додаткові знаки безпеки містять пояснювальний напис, їх використовують у поєднанні з основними знаками. Об'єднані і групові знаки безпеки складаються з основних і додаткових символів та є носіями комплексних вимог забезпечення безпеки [16, 17, с.204].

Знаки безпеки слід розташовувати (встановлювати) в полі зору людей, для яких вони призначені і таким чином, щоб їх було добре видно, не відволікали уваги і не створювали незручностей при виконанні людьми своєї професійної або іншої діяльності, не загороджували прохід, проїзд, не перешкоджали переміщенню вантажів. Знаки безпеки, розміщені на воротах і на (над) вхідних(ми) дверях(ми) приміщень, означають, що зона дії цих знаків поширюється на всю територію і площу за воротами чи дверима [16, 17, с.205].

Основні знаки безпеки поділяють на 6 груп (див. таблицю 5.1). Геометрична форма, сигнальний колір, смислове значення основних знаків

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		66

безпеки повинні відповідати таблиці 5.1 [16, 17, с.205, 206].

Таблиця 5.1 – Геометрична форма, сигнальний колір і смислове значення основних знаків безпеки

Група	Геометрична форма	Сигнальний колір	Смислове значення
1	2	3	4
Заборонні знаки	Коло з поперечною смугою 	Червоний	Заборона небезпечної поведінки або дії
Попереджувальні знаки	Трикутник 	Жовтий	Попередження про можливу небезпеку. Обережність. Увага
Наказові знаки	Коло 	Синій	Припис обов'язкових дій для уникнення небезпеки
Знаки пожежної безпеки <*>	Квадрат або прямокутник 	Червоний	Позначення та зазначення місць знаходження засобів протипожежного захисту, їх елементів
Евакуаційні знаки і знаки медичного та санітарного призначення	Квадрат або прямокутник 	Зелений	Позначення напрямку руху при евакуації. Порятунк, перша допомога при аварії або пожежі. Напис, інформація для забезпечення безпеки

Продовження таблиці 5.1

Вказівні знаки	Квадрат або прямокутник 	Синій	Дозвіл. Вказівка. Напис або інформація
----------------	--	-------	--

Отже, знаки безпеки на підприємствах відіграють важливу роль, однак вони разом із сигнальною розміткою при експлуатації не повинні завдавати ушкоджень здоров'ю працівників, обладнанню, внутрішньозаводському транспорту у випадках падіння або наїзду та забезпечують безпеку працівників під час виконання різноманітних виробничих процесів.

5.3 Вимоги безпеки праці під час виготовлення кабіни душової

Виготовлення заготовок та конструкції кабіни душової в цілому відбувається на робочих місцях, тому основна увага приділяється вимогам безпеки праці під час техпроцесів.

Організація, облаштування та оснащення робочих місць для зварювання мають відповідати ДСТУ 2456-94 [18, с.125].

Робочі місця для виконання зварювальних робіт можуть бути стаціонарними, нестаціонарними, постійними і непостійними (тимчасовими).

Стаціонарні місця для працюючих в сидячому положенні повинні бути укомплектовані робочими кріслами з регульованими параметрами згідно з ДСТУ 7234:2011 [18, с.126]. Сидіння і спинка крісла повинні бути виконані з негорючих матеріалів, які легко очищуються, з низьким коефіцієнтом теплопровідності.

Постійні робочі місця, які живляться електричною енергією від багатопостових джерел повинні бути обладнані щитками з сигнальною лампою, що показує зварнику на наявність або відсутність напруги у зварювальному ланцюгу [18, с.126].

Під час виконання зварювальних робіт в одному приміщенні з іншими

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

роботами необхідно вживати заходи, що виключають можливість впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на працюючих.

Зварювання відкритою дугою виробів малих і середніх розмірів у стаціонарних умовах повинно провадитись у спеціально обладнаних кабінках. Кабіни мають бути з відкритим верхом, а між стінками kabіни та підлогою належить залишати зазор не менший 50 мм, при зварюванні в середовищі захисних газів – не менше 300 мм. Вільна площа в кабіні на один зварювальний пост повинна складати не менше 3 м² [18, с.126].

Кабіна на два і більше постів, а також робочі місця на поточно-конвеєрних лініях повинні бути розділеними захисними ширмами, що захищають зварників від випромінювання дуги, бризок розплавленого металу та забезпечують достатній простір кожному працюючому.

Розташування обладнання належить провадити таким чином, щоб ширина проходів складала [18, с.126]:

- між стіною будинку та обладнанням – не менш 0,5 м;
- між стаціонарними джерелами живлення – не менш 0,8 м;
- між стаціонарним та багатопостовими джерелами живлення електрошлакового зварювання, а також рухомими механізмами та деталями, що переміщуються – не менш 1,5 м;
- між обладнанням та місцями складування – не менш 1,0 м.

Обладнання для контактного зварювання необхідно встановлювати як в окремих, так і в спільних виробничих приміщеннях. Ширина проходів між контактними машинами повинна бути [18, с.126]:

- при розташуванні робочих місць одне проти одного – не менше 3 м;
- при розміщенні машин тильними боками один до одного – не менше 1 м;
- при розміщенні машин передніми і тильними боками одна до одної – не менше 1,5 м.

Стаціонарні робочі місця, пости та стенди для тих способів зварювання,

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

які супроводжуються виділенням у повітря робочої зони аерозолів і газів, належить обладнати пристроями місцевої витяжної вентиляції та атестувати їх на відповідність нормам ГДК.

Під час виконання зварювальних робіт на відкритому повітрі над обладнанням та зварювальними постами повинні бути споруджені навіси з негорючих матеріалів. За відсутності навісів роботи по зварюванню під час атмосферних опадів проводити забороняється [18, с.127].

Зварювальні роботи у замкненому або обмеженому просторі повинні провадитись під контролем двох спостерігачів з кваліфікаційною групою з безпеки праці не нижче II, яким належить знаходитись ззовні. Зварник повинен мати запобіжний пояс з канатом, кінець якого знаходиться у спостерігачів.

Робочі місця, розташовані вище 1,3 м від рівня землі або суцільного покриття повинні бути оснащені огорожами висотою не менш 1,1 м. Для виконання зварювальних робіт на висоті більше 5 м слід установлювати риштування (площадки) з неспалимих матеріалів. Працюючі зобов'язані користуватись вогнестійкими запобіжними поясами та страхувальними фалами з карабінами, а також спеціальними сумками для інструменту та збирання недогарків електродів [18, с.127].

Не допускається проведення зварювальних робіт без вживання заходів, що виключають можливість пожежі як під час зварювання, так і після закінчення.

Отже, основною вимогою технологічного процесу зварювання кабінки душової є дотримання та виконання рекомендацій, що стосуються безпеки праці на виробництві, а також забезпечить безпеку працівників.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ВИСНОВКИ

У наявному заводському технологічному процесі виготовлення кабіни душової існують деякі недосконалості, а саме це:

- використання малопродуктивного зварювального процесу, а відповідно і устаткування:

- нераціонально використовуються енергоресурси, тому що зварювання виконується на неправильних (завищених) параметрах режиму зварювання, що також впливає на якість зварних з'єднань.

Виправити ці технологічні помилки можливо, коли:

- виконувати процес зварювання енергоефективним сучасним обладнанням;

- правильно підібрати з довідників необхідні параметри режиму зварювання відповідно для кожного типу зварного з'єднання;

- змінити спосіб ручного зварювання на напівавтоматичний в захисних сумішах (Ar+CO₂), які покращують формування зварних швів.

З метою підвищення продуктивності праці та полегшення виконання складально-зварювальних робіт, в технологічному процесі виготовлення душової кабіни передбачено застосування зварювальних столів та електричних ланцюгових підіймачів типу СС1.

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сталь 35. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-35/> (дата звернення: 28.04.2024).
2. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. Зварювальний напівавтоматичний апарат Tesla Weld MIG/MAG/MMA 350 S. Зварювальні напівавтомати (MIG/MAG): веб-сайт. URL: <https://ua.teslaweld.com/svarochnyy-poluavtomaticheskyy-apparat-tesla-weld-mig-mag-mma-350> (дата звернення: 02.06.2024).
8. Камель Г.І., Гасило Ю.А., Івченко П.С., Романюк Р.Я. Контроль якості зварювання. Том 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ, 2018. 241 с.
9. Монтажна мережева пила DeWALT D28730. Монтажні пили: веб-сайт. URL: <https://dewalt-ukraine.com.ua/pila-montazhnaya-setevaya-dewalt-d28730> (дата звернення: 07.06.2024).
10. Верстат плазмового різання Tesla Weld CNC-CUT DP. Верстати ЧПУ: веб-сайт. URL: <https://ua.teslaweld.com/stanok-plazmennoy-rezki-tesla-weld-cnc-cut-dp-1040-x-2100> (дата звернення: 07.06.2024).

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

11. Кутова шліфувальна машина Hyundai G 2010 230. Болгарки (КШМ): веб-сайт. URL: <https://hyundai-ukraine.com.ua/ua/product/uglovaja-shlifovalnaja-mashina-hyundai-g-2010-230.html> (дата звернення: 07.06.2024).

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. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

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

15. Основи безпечної експлуатації електроустановок: підручник / С.В. Панченко, О.І. Акімов, М.М. Бабаєв та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2021. 149 с.

16. ДСТУ ISO 3864-1:2005 Графічні символи. Кольори та знаки безпеки.

17. Охорона праці та цивільний захист: підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / Левченко О.Г., Полукаров О.І., Зацарний В.В., Полукаров Ю.О., Землянська О.В.; за ред. О.Г. Левченка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.

18. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 181 с.

					<i>КР.422.18.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ДОДАТКИ

					КР.422.18.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74