

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
рами брикетувального пресу

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

Ярослав РУДИЙ

Керівник

Ігор ГУМЕНЮК

Рецензент

Віктор СЕНЧИШИН

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2025 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

РУДОМУ Ярославу Богдановичу

Тема роботи Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
рами брикетувального пресу

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

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

Термін подання студентом роботи 20.06.2025р.

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

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного
виробу (конструкції)

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

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Професійні захворювання зварників

5.2 Розрахунок штучного освітлення для спроектованого цеху з

використанням люмінісцентних ламп

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення рами брикетувального пресу – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення рами брикетувального пресу – 1.0 (форм. А3)

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

4. Складальне креслення наладки складальної – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання 19.05.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Ярослав РУДИЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Ігор ГУМЕНЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення рами брикетувального пресу 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 briquette press frame manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Опис конструкції зварного виробу	7
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	8
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	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	16
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	16
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	28
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	29
2.6.3 Складально-зварювальні операції	30

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ						
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготовлення рами брикетувального пресу Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Рудий									
Перевір.		Гуменюк								4	73
Реценз.		Сенчишин						ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск			
Н. Контр.		Залуцька									
Затв.		Дранівська									

2.6.4	Опоряджувальні операції	.	.	.	.	.	30
2.6.5	Допоміжні операції	.	.	.	.	.	30
2.6.6	Контроль якості	.	.	.	.	.	31
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної						
	конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	.	.	.	.	.	32
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	35
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при						
	виготовленні конструкції.	.	.	.	.	.	35
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	.	.	.	.	.	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	.	.	.	.	.	40
4.1	Розрахунок кількості обладнання	.	.	.	.	.	40
4.2	Розрахунок кількості працівників	.	.	.	.	.	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	.	.	.	.	.	50
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	.	.	.	.	.	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу	.	.	.	.	.	57
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого						
	технологічного процесу та його економічної ефективності	.	.	.	.	.	57
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого						
	технологічного процесу	.	.	.	.	.	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	.	.	.	.	.	62
5.1	Професійні захворювання зварників	.	.	.	.	.	62
5.2	Розрахунок штучного освітлення для спроектованого цеху з						
	використанням люмінісцентних ламп	.	.	.	.	.	66
	ВИСНОВКИ	.	.	.	.	.	70
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	.	.	.	.	.	71
	ДОДАТКИ	.	.	.	.	.	73

ВСТУП

При виконанні процесу зварювання, з'єднання можуть утворюватися без використання проміжного матеріалу, що відрізняється від з'єднуваного металу або його подачу в зону зварювання. Складності отримання міцного з'єднання вирішуються нагріванням з'єднувальних частин або механічним здавлюванням чи їх осадкою. Нагрівання послаблює зв'язки між атомами, робить їх більш рухомими, знижує твердість металу і підвищує його пластичність – здатність до пластичних деформацій. Осадка створює пластичні деформації, що викликають течію металу вздовж поверхні розділу і його переміщення, руйнує поверхневі шари металу, виводить на поверхні внутрішні, свіжі – ювенільні шари металу, зближує з'єднувальні поверхні і сприяє дотиканню їх атомів. Нагрівання і осадка при зварюванні взаємозв'язані: чим вище нагрівання, тим менший тиск осадки і навпаки. Якщо нагрівання в зоні зварювання проводять до розплавлення металу, то осадка являється зайвою. Зворотний процес – холодне зварювання. З'єднання утворюються високим тиском осадки і метал залишається весь час холодним. Більшість способів використовують одночасно, як нагрівання, так і осадку.

Зварне з'єднання виникає в тонкому шарі і зона зварювання має лінійний характер. Збільшення товщини шару зварювання і підвищення міцності зварного з'єднання можуть покращувати процеси взаємного розчинення, дифузії і кристалізації металу з'єднувальних частин, що протікають більш повільно. Використовувані способи зварювання дуже різноманітні. Їх можна класифікувати на способи зварювання плавленням (в рідкій фазі) і зварювання тиском (в твердій фазі). Розвиток зварювального виробництва, впровадження прогресивних способів зварювання підвищують вимоги щодо рівня підготовки зварників [1, с. 3].

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Рама є складовою частиною брикетувального пресу. Вона є силовою конструкцією, тому повинна бути достатньо жорсткою та міцною. В свою чергу брикетувальний прес використовується для виготовлення паливних брикетів із деревної тирси, лушпиння соняшника та соломи. Тому вся конструкція преса складається із двох основних частин – рами і бункера, що призначений для завантаження вхідної сировини та формування вже готових брикетів відповідного складу. Вигляд рами брикетувального преса показано на рисунку 1.1.

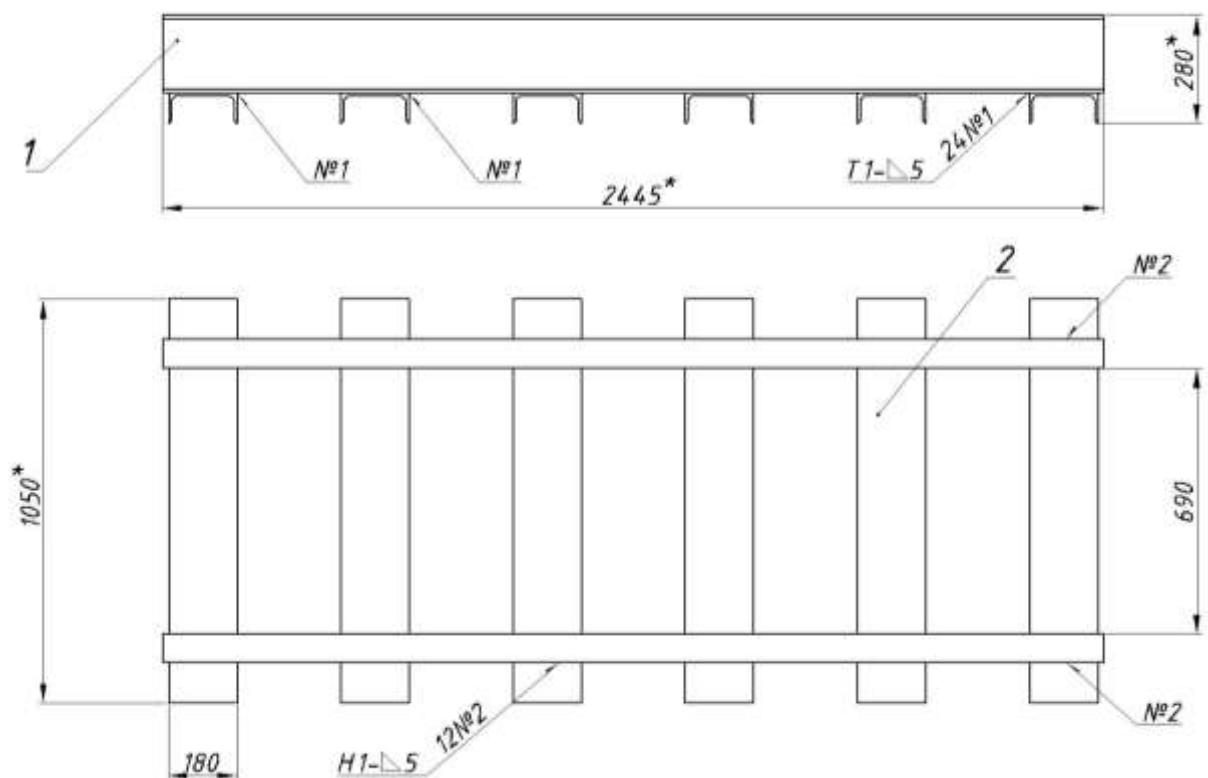


Рисунок 1.1 – Вигляд рами брикетувального пресу

1 – балка, 2 – брус

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Конструкція рами брикетувального преса складається із шести брусів 2, що виготовлені зі швелерів №18 і які в свою чергу з'єднуються за допомогою двох двотаврових балок 1 (див. рис. 1.1). Для забезпечення необхідної міцності для виготовлення рами буде використовуватися сталь СтЗсп, яка відноситься до конструкційних низьколегованих сталей.

Стосовно габаритних розмірів, то довжина рами брикетувального преса становить 2445 мм, ширина 1050 мм, а висота 280 мм.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Конструкція повинна виготовлятися з деталей, які при складанні, а також зварюванні забезпечуватимуть вільний доступ до зварних швів. В процесі виготовлення конструкцію потрібно кантувати для того, щоб зварювати деталі в нижньому положенні.

Для полегшення технологічного процесу виготовлення, конструкція розбивається на вузли і підвузли – це полегшить виконання складальних операцій та підвищить в деякій степені продуктивність процесу.

При загальному складанні конструкції типи з'єднань вузлів повинні бути простими, це полегшить виконання складально-зварювальних робіт, зробить їх більш легкими і простими, єдине що потрібно – це зачистити зварні шви після зварювання від шлаку, бризок та окалини.

Зварювання повинно виконуватись по встановлених вимогах та в певній послідовності накладання швів, це дозволить не проводити додаткових заходів для зняття залишкових напружень і можливих деформацій у зварній конструкції.

В процесі виробництва рами брикетувального пресу потрібно виконувати наступні технологічні умови:

- використання найбільш правильного технологічно обґрунтованого процесу виготовлення конструкції;

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- правильність виконання складально-зварювальних робіт, а також їх послідовність;
- забезпечення необхідних зазорів між деталями при їх складанні, а також точність виконання заготівельних операцій для отримання заготовок;
- виконання зварювання на правильно підібраних чи розрахованих режимах;
- виконання зварювальних робіт на прийнятному та енергоефективному обладнанні;
- контроль якості вхідних матеріалів, виконуваних робіт та готових виробів.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Так як рама брикетувального преса буде експлуатуватися в умовах середнього рівня агресивності, то враховуючи технічні та економічні сторони технологічного процесу виготовлення, найбільш придатною сталлю буде конструкційна низьковуглецева сталь марки Ст3сп. Механічні властивості та хімічний склад якої представлені в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі Ст3сп [2]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	σ_b	δ_5 ,
	МПа		%
	не менше		
Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

Таблиця 1.2 – Хімічний склад сталі Ст3сп, % [2]

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

Для оцінки зварюваності цієї марки сталі використовується формула розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю C_e [3, с.127]:

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

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

Підставивши відповідні значення, одержимо:

$$C_e = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,44 \quad \%$$

Значення еквівалентного вмісту вуглецю не перевищує 0,45%, то це значить, що зварюваність сталі СтЗсп є доброю, тому непотрібно додатково використовувати спеціальні методи для якісного формування зварних швів.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Для виготовлення рами використовуються відповідні матеріали до яких пред'являються певні вимоги:

1) матеріали повинні відповідати стандартам та задовольняти технічні умови на виготовлення конструкції;

2) матеріали повинні постачатися з сертифікатами відповідності якості підприємства-постачальника, у випадку відсутності цієї документації є необхідність проведення додаткових випробувань на підприємстві, де здійснюється технологічний процес передбаченими нормами;

3) металопрокат, який використовується для виготовлення конструкції має бути очищений від різних забруднень, виправлений та проконтрольований на рівномірність розподілу домішок по перерізу та відсутності розшарувань.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рама брикетувального пресу складається із деталей, до яких в свою чергу також висуваються певні вимоги:

- відсутність у прокатних деталях заусенець, відшарувань та необроблених кромок;
- при газовому різанні кромки повинні бути чистими, без ґрату, крапель, шлаку та напливів;
- наплавлення кромок можливе тільки в тому випадку, коли його не заперечує технологія;
- незаварені кратери, раковини, свищі в зварних з'єднаннях можуть бути виправлені тільки без порушень технологічного процесу.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Геометричні розміри рами брикетувального пресу повинні знаходитись в межах допусків встановлених технічними умовами на виготовлення відповідних виробів і конструкцій. Так загальні відхилення, що характеризуються формою виробу не повинні перевищувати 1%, як по довжині, так і по діаметру відносно встановленого номінального розміру.

Враховуючи умови експлуатації виробу при дії можливих статичних навантажень, допускається збільшення товщини в перерізі двотаврових балок, для стійкішого протистояння даним явищам.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Особливості зварних з'єднань рами брикетувального пресу є такими:

- з'єднання конструкції відбуваються у наступних конструктивних виконаннях – таврових Т1, напусків Н1; катети швів становлять 5 мм;
- ділянки зварних швів не повинні обмежувати доступність та технологічність цілого виробу;

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- правильні значення та послідовність накладання швів згідно із заявленою технологією;
- виконання з'єднань у нижньому положенні покращує стабільність зварювання;
- правильна поверхня з'єднань гладкої форми;
- надійна експлуатація зварної конструкції без неякісних дефектів протягом всього терміну.

1.3.4 Вимоги до складання

Процеси складання залежать у великій степені від якості отримуваних заготовок, а саме від їх геометричних особливостей. Так перед складанням одержані заготовки повинні бути попередньо підготовлені для забезпечення площинності чи співвісності складальних поверхонь. Складання виконується чітко по встановленій технології від виставлення зазорів чи без них, все це залежить від товщини складальних деталей.

Перед складанням заготовки конструкції мають пройти певні операції, також попереднє їх очищення з метою непопадання різнорідних включень в метал зварного шва, тому що від цього залежить його якість, а відповідно і надійність всієї зварної конструкції.

Якість виконання складальних робіт залежить від використання складально-зварювальних пристосувань. Тому що за рахунок даного устаткування можливо здійснювати базування деталей для їх проектного положення, подальшої фіксації та закріплення. Орієнтування заготовок на даних пристосуваннях має відповідати кресленню готового зварного виробу. За рахунок використання спеціалізованого обладнання досягається висока точність складання та зростання продуктивності виконання даних робіт.

Також для підвищення жорсткості закріплених одна відносно одної деталей допускається їх прихоплення між собою, однак перед зварюванням

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

підсилення прихоплень повинні бути видалені для того щоб не перешкоджати повному проплавленню металу, що зварюється.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість є найважливішим показником, який впливає на затребуваність продукції. Характеристики якості конструкції потрібно закладати ще на етапі її проектування і дотримуватись всіх рекомендаційних вимог протягом всього виробничого циклу.

Якість процесу зварювання залежить від певних умов, тому для її забезпечення потрібно їх виконувати, до них відносяться:

- зварювальні матеріали за своїм хімічним складом повинні бути близькими до основного металу;
- відсутність дефектів зварювання не тільки в зварних швах, але і в зоні термічного впливу;
- використання зварювального устаткування, яке підходить за своїми технічними параметрами відповідному режиму зварювання;
- контролювати якість продукції не тільки на завершальній стадії виготовлення, але і при виконанні кожної технологічної операції.

Якщо порівнювати вплив різних зварювальних дефектів на безвідмовність роботи конструкції, то наявність тріщин в зварних швах рами брикетувального пресу категорично заборонена, оскільки це може призвести до виникнення аварійних ситуацій в процесі роботи обладнання.

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

В базовому технологічному процесі виготовлення рами брикетувального пресу використовується спосіб ручного зварювання покритими електродами згідно відповідного стандарту. В якості обладнання

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

застосовуються інверторні зварювальні апарати марки ІСА-230/Т Протон, з номінальним зварювальним струмом 230 А.

В якості зварювальних матеріалів використовуються електроди класу Е46, марки АНО-21, з рутиловим покриттям Р11, діаметром 3 мм.

Зварювання рами брикетувального пресу виконується на параметрах режиму, які представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Параметри режиму зварювання рами брикетувального пресу

Параметри	Значення
Струм зварювання, А	140
Діаметр покритого електрода, мм	3,0
Товщина зварюваного металу, мм	5,0

Для виготовлення металевих конструкції різної конфігурації та розмірів все ширше застосовується процес зварювання, незважаючи на те, що існує висока імовірність утворення дефектів у зварних з'єднаннях, таких як напливів, підрізів, непроварів, пор, тріщин, різного роду включень та інших дефектів. Тобто процес зварювання виконується із забезпеченням потрібної якості конструкції, яка є сукупністю всіх властивостей, що відповідають призначенню конструкції.

Визначення технологічних властивостей зварних з'єднань обумовлюється проведенням ряду механічних випробувань, які дозволяють визначити показники міцності та пластичності зварних швів та співставити їх з технічними умовами на виготовлення конструкції.

Найбільш використовуваними механічними випробуваннями зварних з'єднань є:

1) статичні випробування на розтяг, які дозволяють визначити границю міцності;

2) динамічні випробування, за допомогою яких визначається ударна в'язкість та пластичність.

Контролюють якість зварної конструкції зовнішнім оглядом, який найбільше використовується завдяки своїй доступності та достатній інформаційності.

Базовий технологічний процес виготовлення рами брикетувального пресу має декілька недоліків, а саме:

- зварювання виконується ручним дуговим способом, що не відповідає необхідній продуктивності в умовах серійного виробництва;
- використання додаткових робіт, які пов'язані із зачищенням швів від шлаку, що утворюється із застосуванням вищезгаданого способу зварювання;
- оновлення технологічного складального устаткування, що дозволить підвищити рівень виконання складальних операцій.

В оновленому технологічному процесі виготовлення рами брикетувального пресу існуючі недоліки можна виправити наступним чином:

- зварювання конструкції виконувати напівавтоматичним способом в захисній суміші аргону та вуглекислого газу;
- використання механізованого продуктивного устаткування для виконання слюсарних робіт;
- застосування спеціального складального устаткування, яке дозволяє прикладати та знімати притискне зусилля без створення додаткових перешкод виконанню процесу зварювання.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Для виготовлення рами брикетувального пресу найкращим буде напівавтоматичний спосіб зварювання у суміші аргону (83%) і вуглекислого газу (17%).

Горіння дуги проходить в суміші захисних газів між зварювальним дротом та основним металом, при цьому дріт проходить через мундштук та сопло пальника і направляється в зону зварювання разом із сумішшю захищаючи розплавлений метал від кисню та азоту, що містяться в повітрі.

Даний спосіб має такі переваги:

- велика концентрація тепла в зоні зварювання, що має вплив тільки на ділянку невеликої площі, а відповідно виникаючі напруження і деформації будуть незначними;
- процес піддається механізації та автоматизації, за рахунок чого отримується більша продуктивність виконання процесу;
- відкритий простір, що дає можливість спостерігати за формуванням зварного шва;
- надійний захист зони зварювання;
- висока універсальність та маневреність, що дає можливість виконувати шви у різних просторових положеннях;
- струменеве перенесення металу, що забезпечує мале його розбризкування;
- після виконання зварювання не потрібне виконання додаткових слюсарних робіт по видаленню шлаку з поверхні швів;
- можливість зварювання сталей різних марок та товщини.

Що стосується недоліків цього способу зварювання, то до них можна віднести більшу собівартість зварювання на відміну від ручного дугового зварювання покритими електродами. Крім того продуктивність

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

механізованого зварювання в 1,5 – 4 рази вища ніж ручного дугового. Також перевагою способу порівняно з автоматичним зварюванням під флюсом є вартість наплавлення одного кілограму металу, яка на 10 – 20% менша.

Тому рама брикетувального пресу зварюється напівавтоматичним зварюванням у суміші захисних газів – аргону (83%) та вуглекислого газу (17%). Схема даного способу приведена на рисунку 2.1.

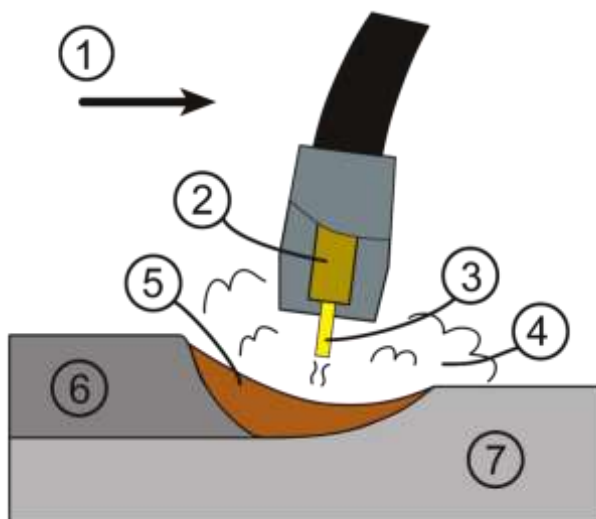


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у суміші захисних газів

1 – напрямок зварювання, 2 – мундштук, 3 – зварювальний дріт, 4 – захисний газ, 5 – ванна рідкого металу, 6 – зварний шов, 7 – основний метал

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Основною умовою виконання зварювання є отримання зварних з'єднань, які за своїми властивостями не поступаються основному металу. Це можливо досягнути за умови правильного вибору основних і допоміжних зварювальних матеріалів від яких залежить подальша якість і надійність зварних з'єднань.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Вибираючи зварювальні матеріали необхідно врахувати наступні вимоги:

- отримання шва без дефектів;
- отримання шва, що володіє необхідною технологічною міцністю.

З метою зменшення розбризкування та покращення структури металу шва, зварювання виконується у суміші аргону (83%) з вуглекислим газом (17%).

Вибір марки зварювального дроту залежить від основного зварюваного металу, оскільки від нього залежать подальші технологічні властивості зварних з'єднань. Так як основним матеріалом є низьковуглецева сталь Ст3сп, тому в якості матеріалу буде використовуватись зварювальний дріт марки Св-08Г2С, склад якого представлений в таблиці 2.1.

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

Марка дроту	Вміст, %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08Г2С	0,5-0,11	1,8-2,1	0,70-0,95	0,20	≤0,25	0,025	0,030

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Зварювання рама брикетувального пресу відбувається напівавтоматичним способом у захисному газі, тому основними параметрами режиму будуть:

- сила зварювального струм $I_{зв}$, А;
- напруга на дузі U_d , В;
- діаметр зварювального дроту d_e , мм;

- швидкість зварювання $V_{зв.}$, м/год;
- швидкість подачі зварювального дроту $v_{п.д.}$, м/год;
- виліт дроту l_d , мм;
- витрати захисного газу Q_g , л/хв.

Так як рама брикетувального пресу зварюється тавровими і напусковими швами типу Т1 і Н1 без розроблення кромки, то виконуючи розрахунок потрібно враховувати катет шва, що в даному випадку становить 5 мм, величина катета впливає на міцність зварного з'єднання, тому ще на етапі проектування конструкції його значення задається конструктором. Схема таврового з'єднання показана на рисунку 2.2.

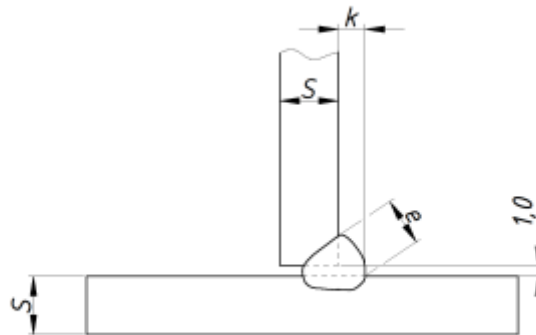


Рисунок 2.2 – Схема таврового з'єднання

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

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

де K – катет шва, $K=5$ мм,

$$F_n = \frac{5^2}{2} = \frac{25}{2} = 12,5 \quad \text{мм}^2.$$

Знаходимо висоту наплавленого металу a за формулою [4, с.192]:

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

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

$$a = \sqrt{12,5} = 3,5355 \text{ мм.}$$

Знаходимо ширину шва b , за формулою [4, с.192]:

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

$$b = \sqrt{2 \cdot 25} = 7,071 \text{ мм.}$$

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

$$\psi_m = \frac{b}{H}, \quad (2.4)$$

звідси,

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

вибираємо значення ψ_m з рекомендованих меж 0,8-2,0 мм [4,с.196], $\psi_m=1,3$, тоді:

$$H = \frac{7,071}{1,3} = 5,4392 \text{ мм.}$$

Чим менше значення ψ_m тим більші зварювальні струми, а відповідно більша продуктивність зварювання.

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

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

$$h_0 = 5,4392 - 3,5355 = 1,9037 \text{ мм.}$$

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки рама зварюється тавровим з'єднанням з катетом 5 мм, то буде застосовуватись електродний дріт діаметром 1,2 мм.

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

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

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,45$ [4, с.193],

$$I_{зв} = \frac{1,9037}{1,45} \cdot 100 = 131,2896 \quad I_{зв} \approx 140 \quad \text{А.}$$

Знаходимо швидкість подачі електродного дроту за формулою [4, с.194]:

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

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=15$ г/А·год [4, с.189],

γ – густина електродного дроту, для сталі $\gamma=7,8 \times 10^3$ кг/м³,

$F_{ел}$ – площа поперечного перерізу електрода,

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14159 \cdot 1,2^2}{4} = 1,13 \quad \text{мм}^2.$$

Тому:

$$V_{н.д.} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \cdot 140}{1,13 \cdot 10^{-6} \cdot 7,8 \cdot 10^3} = 131,25 \quad \text{м/год.}$$

Швидкість подачі дроту буде становити $V_{п.д.}=130$ м/год.

Знаходимо напругу на дузі за формулою [4, с.183]:

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

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

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 140}{1000 \cdot \sqrt{1.2}} \pm 1 = 26,4 \pm 1 \quad \text{В.}$$

Напруга становить $U_{\partial}=26\pm1$ В.

Знаходимо швидкість зварювання за формулою [4, с.183]:

$$V_{36} = \frac{F_{ел} \cdot V_{н.д.}}{F_n}, \quad (2.10)$$

$$V_{36} = \frac{1,13 \cdot 10^{-6} \cdot 131,25}{12,5 \cdot 10^{-6}} = 11,8 \quad \text{м/год.}$$

Швидкість зварювання становить $V_{зв}=12$ м/год.

Визначаємо правильність вибору діаметра електродного дроту за формулою [4, с.193]:

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{36}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

де γ – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 1,2 мм $\gamma=75\dots300$ А/мм² [4, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{140}{125}} = 1,1958 \quad \text{мм,}$$

це задовольняє умову.

Виліт електрода становить $l_{\partial}=12$ мм [5, с.103].

Витрати захисного газу становлять $Q_{\Gamma} = 12$ л/хв [5, с.105].

Значення розрахованих параметрів режиму зварювання представлені в таблиці 2.2.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання рами брикетувального пресу

Параметри режиму зварювання			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	140
Напруга на дузі	U_d	В	26 ± 1
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	1,2
Виліт електрода	l_d	мм	12
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	12
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	130
Витрати захисного газу	$Q_{г}$	л/хв	12

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Виготовлення рами брикетувального пресу буде відбуватися із використанням зварювального напівавтомату марки Jasic MIG-350. Цей апарат повністю задовольняє умови режимів зварювання для виготовлення цієї зварної конструкції.

Jasic MIG-350 за принципом роботи належить до інверторних зварювальних джерел. Це потужне професійне обладнання для тривалого використання. Апарат працює в декількох режимах напівавтоматичного зварювання, які відрізняються типом дроту, що застосовується, так доступні наступні режими [6]:

- зварювання дротом суцільного перетину в захисних газах;
- зварювання порошковим дротом в захисних газах;
- зварювання порошковим самозахисним дротом.

Крім роботи в режимі напівавтомата, джерело також працює в режимі ручного дугового зварювання (MMA DC) [6].

Апарат розрахований на стаціонарне застосування з коробки, але може бути встановлений на спеціальний візок для отримання мобільного зварювального поста. Пристрій подачі і зварювальне джерело розділені кожен у власний корпус. Всередині пристрою встановлено міцний і потужний механізм на 4 ролика, що дозволяє зварювати пальниками з шланговим пакетом до 5 м. Всередину захисного боксу можливе встановлення касет найпоширеніших типів з вагою дроту до 15 кг. Сам пристрій пов'язаний з джерелом шланг-пакетом довжиною 5 м, що разом з максимальною довжиною шланг-пакета самого пальника дозволяє працювати на відстані до 10 м від джерела [6].

Органи керування Jasic MIG-350 винесені на передню панель самого джерела і частково на передню панель пристрою подачі дроту. За допомогою ручок-регуляторів можна задати: швидкість подачі дроту і напругу (пристрій подавання дроту), величину індуктивності (жорсткість дуги), а також напругу і силу струму зварювання кратера (джерело). На задній панелі джерела встановлений роз'єм для підключення підігрівача захисного газу (~36В) [6].

Міцний металевий корпус надійно захищає електронне начиння від пошкоджень, а продумана система примусового охолодження і IGBT-транзистори в основі схеми перетворення дозволяють забезпечити ПВ 50% на максимальному струмі. В процесі роботи компенсуються стрибки вхідної напруги до 15% в обидві сторони. Jasic MIG-350 розрахований на роботу в приміщенні (IP21S) при температурах від -5 до + 40 °С і живиться від промислової електромережі 380В (3 фази). При цьому вага джерела живлення становить всього на всього 27 кг [6].

Вигляд зварювального апарата Jasic MIG-350, а також його технічні характеристики показані на рисунку 2.3 і таблиці 2.3 відповідно.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



Рисунок 2.3 – Зварювальний напівавтомат Jasic MIG-350 [6]

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики напівавтомата Jasic MIG-350 [6]

Характеристики	Значення
Бренд	Jasic
Вид зварювання/різання	MMA MIG
Додаткові режими	без пульсації
Діапазон робочої напруги, В	16,5 – 31,5
Напруга мережі живлення, В	380 ± 15% (3 фази)
Зварювальний струм MIG/MAG (min), А	50
Зварювальний струм MIG/MAG (max), А	350
Періодичність вмикання (40 °С), %	50
Зварювальний струм (ПВ 100%), А	247
Споживана потужність (повна), кВА	13,9
Споживана потужність (активна), кВА	12,93
Швидкість подачі дроту, м/хв	1,5 – 16
Кількість роликів	4
Діаметр зварювального дроту, мм	0,8 / 1,0 / 1,2
Коефіцієнт потужності (cos φ)	0,93
Клас ізоляції	F
Ступінь захисту	IP21S
Габаритні розміри (Д x Ш x В), мм	521x 268 x 446
Вага, кг	27

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Вхідні зварювальні матеріали повинні відповідати вимогам, що до них пред'являються, в даному випадку це основний метал, зварювальний дріт та захисна суміш. Відповідність їх якості має бути підтверджена сертифікатами відповідно до використовуваного технологічного процесу на основі нормативної документації та існуючих стандартів.

Контролю підлягають не тільки використовувані основні та допоміжні матеріали, але і зварювальне устаткування. Так у зварювальних апаратах перевіряється стан контрольних приладів, регулюючих механізмів, надійність ізоляції та довжину провідників, стан і надійність електричних контактів. Якщо зварювальний процес відбувається у захисних газах, то перевіряється технічний стан пальників, шлангів, редукторів тиску та витратомірів.

Правильність режимів зварювання контролюється за значеннями зварювального струму, напруги, швидкості переміщення пальника чи електродотримача, по відповідних приладах або за якістю формування зварного шва. Також можуть використовуватись еталони зварних швів для їх порівняння з робочими зразками.

Контроль якості зварних з'єднань виконується зовнішнім оглядом, як одним із найдешевших, простих та інформативних методів виявлення дефектів. Ним контролюється якість підготовки деталей та їх поверхонь до зварювання, а також вже готових зварних швів. Цей метод використовується для виявлення зовнішніх дефектів, таких як поверхневі тріщини, подрізів, напливів, незаварених кратерів та ін. Зовнішні розміри швів, а також їх підсилення контролюються еталонними шаблонами і обмірюваннями.

Тому для загального контролю якості рами брикетувального преса використовуються одночасно два методи контролю:

- візуально-оптичний метод (зовнішнім оглядом);

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- метод ультразвукової дефектоскопії (вибірковий).

Наявність внутрішніх дефектів у зварних з'єднаннях конструкції визначають ультразвуковим контролем ехо-імпульсним методом. Суть його полягає у відбиванні ультразвукових хвиль від дефектів, які зустрічаються на їхньому шляху, за рахунок різного акустичного опору порівняно з основним металом. Ці хвилі реєструються на спеціальному приладі – дефектоскопі, якщо дефект присутній, то на його екран йде сповіщення у вигляді ехо-сигналу. Метод називається імпульсним, тому що введення ультразвукових коливань не відбувається постійно, а імпульсно – переривчасто. Цим методом контролюють всі види з'єднань з їх розміщенням у всіх положеннях та місцях конструкції. Ультразвукова дефектоскопія дозволяє виявляти дефекти, що залягають на глибині до 5000 мм. Перевагою ехо-імпульсного контролю також є можливість виконувати перевірку з'єднань тільки з однієї сторони, так як двосторонній доступ не завжди можна забезпечити, тому введення і приймання сигналів здійснюється одним перетворювачем. Схеми контролю різних типів зварних з'єднань показано на рисунку 2.4.

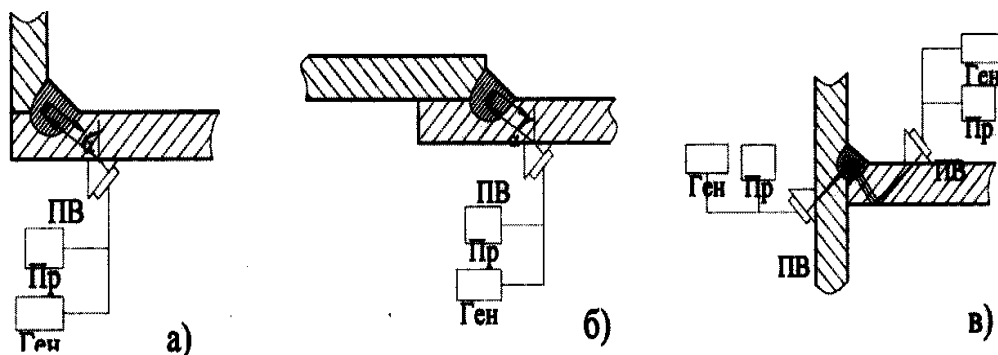


Рисунок 2.4 - Схеми ультразвукового контролю зварних з'єднань

а) - схема контролю кутових з'єднань; б) - схема контролю напусків з'єднань; в) - схема контролю таврових з'єднань; ПВ - перетворювач випромінювання; ПР - приймач; Ген - генератор; α - кут введення ультразвукової хвилі

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологія виготовлення рами брикетувального пресу полягає у застосуванні різних операцій серед яких заготівельні, опоряджувальні, комплектувальні, складальні, зварювальні, допоміжні, а також контрольні. Виконання кожної із них має важливе значення, що впливає на цілісність технологічного процесу виготовлення рами.

2.6.1 Заготівельні операції

Заготівельні операції займають важливе місце серед усіх виконуваних робіт технологічного процесу. Тому що від якості виготовлення деталей залежить якість вже готової конструкції.

Виготовлення деталей рами брикетувального пресу пов'язано із виконанням відповідних робіт. Конструкція виготовляється із сортоправильного прокату – двотаврових балок та швелерів №18, тому перш за все потрібно виконати правлення, для надання заготовкам прямолінійності. Дана операція здійснюється на правильному стані. Потім відбувається розмічування металу за допомогою рулетки, лінійки інженерної металевої та маркера.

Різання двотаврових балок та швелерів виконується газовим способом із застосуванням горючого газу – ацетилену. Для цього використовується газовий різак з важелем типу РЗ «Донмет» 374 (рис. 2.5).

Для забезпечення потрібної чистоти поверхонь перед складанням виконуємо механічне зачищення торців деталей, що будуть зварюватись кутовою шліфувальною машинкою марки Bosch GWS 18-125 SL (рис.2.6). Якщо на металі присутні хімічно-стійкі забруднення, то потрібно його протерти тканиною змоченою в лузі або кислоті.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.5 – Газовий різак РЗ «ДОНМЕТ» 374 (з важелем) [7]



Рисунок 2.6 – Кутова шліфувальна машина Bosch GWS 18-125 SL [8]

2.6.2 Складальні операції

Після того, як отримали всі потрібні деталі, з яких буде складатися рама брикетувального пресу, переходять до операції складання. Основною вимогою операції складання є забезпечення взаємного розміщення деталей з великою точністю, щоб сформувати правильну геометрію виготовлюваної конструкції. Складання виконується на спеціальному обладнанні, де заготовки центруються, затискаються, складаються з окремих частин в цілі вироби. Після одержання всіх заготовок відбувається їх складання і зварювання на пристосуванні, що обладнане всіма необхідними притискними механізмами та упорами. Для забезпечення нижнього положення швів в процесі зварювання конструкції, використовується постійне її кантування, що неодмінно позначається на високій якості виконуваних зварювальних процесів.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Основним етапом виготовлення даної конструкції є складально-зварювальні роботи. Попередньо сформовані заготовки балок та брусів встановлюють на складально-зварювальне пристосування, робоча поверхня якого може зміщуватись під певним кутом відносно горизонтальної площини, що дозволяє забезпечити положення виробу у нижньому положенні. Перед тим, як виконувати зварювання здійснюють прихоплення згідно технічних умов на складання. Після того, як виконали прихоплення здійснюють загальне зварювання конструкції.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції виконуються з метою придання конструкції потрібного зовнішнього вигляду після виконання складально-зварювальних робіт. Виконання цих робіт проходить із застосуванням захисних окулярів Delta Plus Thunder Clear, слюсарного молотка Dnipro-M Ultra 400 г, зубила по металу Stanley 12 x 150 мм. Знімання нерозплавлених крапель металу та поверхневих шлакових включень відбувається за допомогою кутової шліфувальної машини Bosch GWS 18-125 SL та дискової щітки з плетеного дроту 180 x 22,2 мм Mastertool.

2.6.5 Допоміжні операції

Ці операції виконують допоміжну функцію в технологіях виготовлення зварних конструкцій, також вони підтримують ефективність застосування основних операцій. До допоміжних операцій входять роботи по технічному обслуговуванню і ремонту устаткування, а також різноманітні транспортування матеріалів, деталей та готових виробів. Різні налагодження технологічного обладнання також виконуються даним видом операцій,

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наприклад встановлення параметрів режиму при виконанні процесу зварювання.

2.6.6 Контроль якості

Основна мета контролю – це не просто визначення дефектів конструкції, а знаходження причини, яка викликає їх появу. Етапи організації контролю повинні послідовно охоплювати всі стадії виробництва, починаючи від проектної документації та закінчуючи контролем готової продукції.

Контроль якості розпочинається ще на стадії розроблення технологічної документації на виготовлення конструкції, а закінчується на складі вже готової продукції.

Як було сказано раніше, контроль якості рами брикетувального пресу виконується одночасно двома методами. Візуальним оглядом контролюють геометричні розміри конструкції, наявність дефектів зварних швів, а також правильність виконання кожної технологічної операції. Внутрішні дефекти зварних швів, які є більш небезпечними, тому що вони не помітні, контролюють ехо-імпульсним методом ультразвукової дефектоскопії за допомогою дефектоскопа A1212 Master, який зображений на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Дефектоскоп ультразвуковий A1212 Master [9]

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

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

Основними зварювальними матеріалами в процесі виготовлення рами брикетувального пресу є дріт і захисний газ, також електрика, яка живить використовуване устаткування, тому що застосовується спосіб механізованого зварювання. Методи визначення витрат матеріалів у зварювальному виробництві та їх загальні правила регламентується стандартом ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання» [10].

Маса наплавленого металу за обчислюється формулою [10, с.6]:

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

де α_n – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, для нашої ситуації $\alpha_n = 14$ г/Атод;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв} = 140$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 4,3$ м.

Підставивши значення отримаємо:

$$Q_n = 14 \cdot 10^{-3} \cdot 140 \cdot 4,3 = 8,43 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу обчислюються за формулою [10, с.7]:

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

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

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

$$Q_p = 8,43 \cdot 0,7 = 5,9 \text{ кг},$$

$Q_{нп}$ – маса наплавленого металу,

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

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

$$Q_{нп} = 8,43 \cdot 0,5 = 4,21 \text{ кг}.$$

Тоді:

$$H_{ел} = 5,9 + 4,21 = 10,11 \text{ кг}.$$

Норми витрат захисного газу обчислюються за формулою [10, с.10]:

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

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

$$H_z = 5,9 \cdot 0,9 = 5,31 \text{ кг}.$$

Обчислюємо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

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

де – U_d напруга на дузі, В;

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{26}{14 \cdot 0,85 \cdot 0,75} = 2,91 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва обчислюються за формулою:

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

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,083$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 26 \cdot 140 \cdot 0,083}{0,85 \cdot 0,75} = 4,74 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Витрати електроенергії на зварювання цілого виробу обчислюються:

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

$$E_{\Sigma} = 4,74 \cdot 4,3 = 20,38 \text{ кВт.}$$

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Використання складально-зварювального устаткування при здійсненні технологічного процесу виготовлення конструкції має важливе значення, тому що дозволяє:

- складати вироби необхідних геометричних розмірів з високою точністю;
- полегшити виконання складально-зварювальних робіт з паралельним підвищенням їх продуктивності;
- запобігти або скоротити до мінімуму утворення деформацій при виконанні процесу зварювання, що в свою чергу спростить процедуру проведення контролю якості.

Враховуючи вимоги, які пред'являються до складально-зварювальних пристосувань, вони повинні під час виконання робіт забезпечувати:

- просторове встановлення деталей для формування складального вузла або конструкції без додаткового виконання рихтувальних робіт;
- потрібну точність складання з урахуванням допустимих відхилень вказаних на кресленнях;
- легку та ефективну процедуру виконання складальних операцій з наступною послідовністю виконання зварних з'єднань;
- фіксування деталей з дотриманням потрібних зазорів, що відповідають технічним умовам;
- закріплення деталей чи складальних одиниць зусиллями необхідної величини, які забезпечуватимуть надійність фіксацій без додаткового їх деформування;
- можливість швидкого відведення тепла з місця зварювання при інтенсивному нагріванні;

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

- виконання зварювання при просторовому розміщенні швів в нижньому положенні, що є можливим за рахунок кантування конструкції.

Розроблення технологічного процесу виготовлення рами брикетувального пресу повинно враховувати можливість механізації виконання складальних операцій, тому що вони займають велику частину порівняно з іншими операціями процесу. Склавши деталі у складальному пристосуванні виконуються прихоплення для того, щоб надати конструкції необхідної жорсткості та забезпечити їх взаємодію при виконанні подальшого зварювання. Прихоплення повинні виконуватись тільки тоді, коли конструкція зафіксована та закріплена в пристосуванні, тому що там також виникають стягуючі зусилля від дії зварювальної дуги, що може викликати викривлення та інші залишкові деформації. Якщо деталі конструкції прихоплені, то наступною операцією є зварювання, яке є основною в технологічному процесі виготовлення зварних металоконструкцій всіх видів.

Для забезпечення можливості виконання зварювання в нижньому положенні необхідне кантування конструкції. Тому що саме в нижньому положенні найкращі умови для формування зварного шва, так як розплавлений метал не витікає із зони зварювання порівняно із вертикальним чи стельовим положеннями.

Рама брикетувального пресу виготовляється із застосуванням складально-зварювальних кондукторів. Дане обладнання представляє собою великогабаритну платформу із потрібною кількістю затискних механізмів для надійної фіксації і забезпечення проектного положення складальних деталей. Кондуктори повинні мати достатню міцність, щоб протидіяти навантаженням, які діятимуть на них в процесі складання. Загальний вигляд складально-зварювального кондуктора показаний на рисунку 3.1.

Після виконання всіх необхідних операцій із застосуванням кондуктора. Частково зварена рама брикетувального преса поміщається у складальну наладку (рис. 3.2). Дане устаткування використовується для кантування

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробів з метою забезпечення їх розміщення у нижньому положенні, яке створює найкращі умови для формування зварних з'єднань.

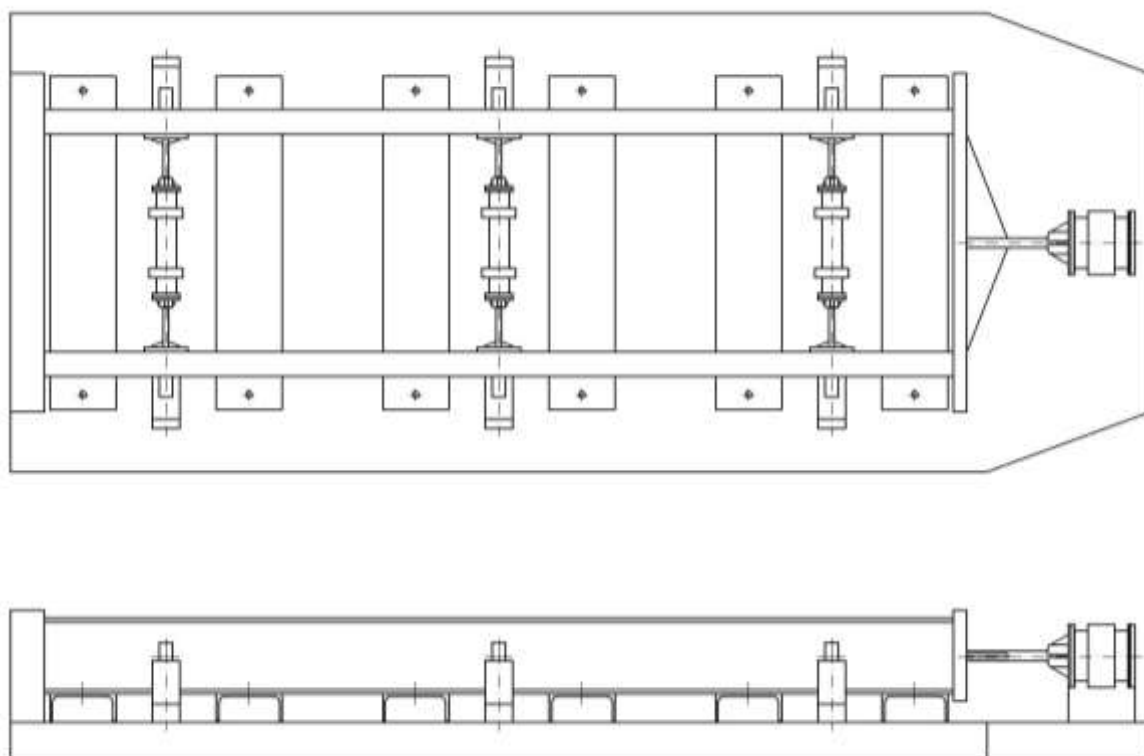


Рисунок 3.1 – Кондуктор складально-зварювальний

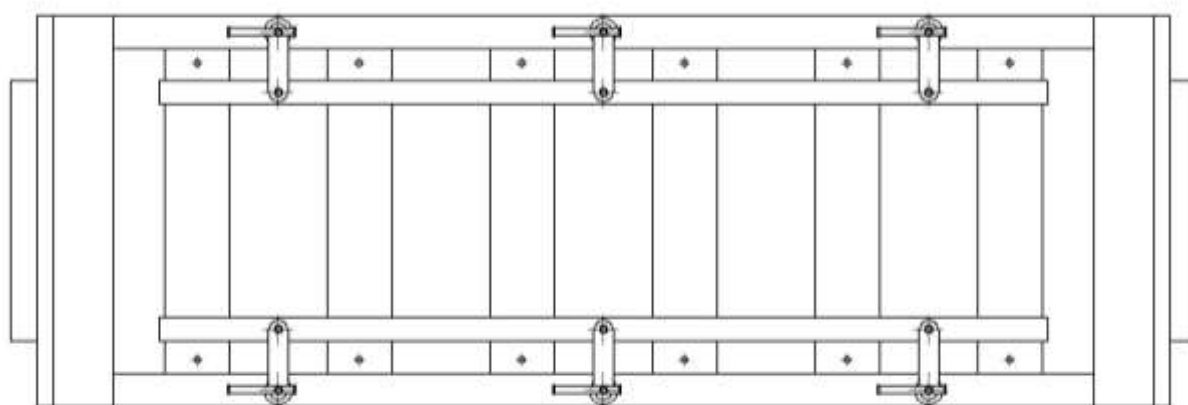


Рисунок 3.2 – Наладка складальна

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Технологічний процес виготовлення рами брикетувального пресу містить основні складально-зварювальні операції, які займають найбільше часу порівняно з іншими. Тому для збереження потрібної точності та регламентованої якості конструкції використовується складально-зварювальне обладнання, яке в процесі роботи повинно забезпечувати:

- установлення деталей в зварюваному вузлі без приганяльних операцій;
- точність складання в межах установлених кресленнями допусків;
- вільний доступ до місця виконання прихоплень та зварювання;
- найбільш вигідний порядок складання та послідовність виконання зварних швів;
- надійне закріплення зварюваного виробу притискачами;
- можливість зварювання в нижньому положенні;
- швидке відведення тепла від місця інтенсивного нагрівання;
- зниження зварювальних деформацій та напружень у вузлі;
- захист усіх базових та установочних поверхонь;
- надійний захист базових та установочних елементів, силових елементів, корпусу оснастки від прилипання зварювальних бризок;
- необхідну міцність та жорсткість елементів пристрою;
- виключення можливості заклинювання затискних механізмів під дією зварювальних деформацій;
- вільне знімання (витягування) складеного або звареного виробу з пристрою;
- ремонтоспроможність (можливість зміни швидкозношуваних деталей та відновлення необхідної точності пристрою);
- технологічність пристрою;
- безпека експлуатації (наявність самогальмівних пристроїв та ін.);

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- широке використання типових уніфікованих, нормалізованих та стандартних деталей, вузлів і механізмів, що сприяє зменшенню їх собівартості, строків проектування та виготовлення [11, с.24-25].

Виконання складально-зварювальних операцій при виготовленні рами брикетувального пресу відбувається наступним чином:

- встановити у складально-зварювальному кондукторі шість брусів та покласти на них дві балки із дотриманням технічних умов та вимог креслення, виконати їх фіксацію і наступні прихоплення;
- зварити конструкцію у місцях, які забезпечують вільний доступ до них;
- звільнити із кондуктора частково зварену конструкцію;
- встановити її у складальній наладці та зафіксувати притисками;
- кантувати конструкцію для розміщення ще не зварених швів у нижньому положенні та виконати її загальне зварювання;
- звільнити готову зварну конструкцію із складальної наладки.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

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 рами брикетувального пресу

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габаритні розміри виробу	мм	2445x1050x280	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат СтЗсп	кг	420	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	4,31	
захисний газ (суміш Ar 83% +CO ₂ 17%)	кг	10,11	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	16	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
Сталь СтЗсп	грн	38,2	38,08
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	69	68
захисний газ (суміш Ar 83% +CO ₂ 17%)	грн	18,45	18,25
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	80	

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення
рами брикетувального пресу

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Правлення	$\frac{3}{П}$	Правильний стан	1812000	молоток	225	III	$\frac{2,5}{1,8}$
Розмічування	$\frac{3}{П}$			рулетка лінійка маркер	168 162 62	III	$\frac{2,6}{2,4}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Комплект газової апаратури "Донмет"	11000	окуляри	98	III	$\frac{2,4}{2,2}$
Очищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліфувальна машина Bosch GWS 18-125 SL	6700	щіпка дискова диск зачисн. окуляри	420 240 98	III	$\frac{1,6}{1,5}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Кондуктор складально-зварювальний, наладка	294400	молоток	225	IV	$\frac{3,1}{2,5}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Зварювальний напівавтомат Jasіc MIG-350	60000			IV	$\frac{3,2}{2,6}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліфувальна машина Bosch GWS 18-125 SL	6700	щіпка дискова молоток диск зачисн. окуляри	420 225 240 98	III	$\frac{2,4}{2,3}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$	Дефектоскоп ультразвуковий A1212 Master	343000	лупа	200	VI	1,8
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Таль електрична	78000			III	$\frac{1,6}{1,4}$

Штучна норма часу:

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

а) по технологічних операціях: по заводу 19,6;

по проекту 17,1;

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

по проекту 1,4.

Загальна штучна норма часу: по заводу 21,2;

по проекту 18,5.

Для виготовлення рами брикетувального пресу застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [12, с.9]:

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

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

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

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

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,07) \approx 1882 \text{ год.}$$

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 [12, с.10]:

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

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання, $K_{вн}=0,6$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 1500 шт.$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні рами брикетувального пресу:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,45 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,19 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,19 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,2 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 2,92 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання правління при виготовленні рами брикетувального пресу:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,32 \approx 3 \text{ шт.},$$

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,8 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 2,39 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для очищування необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{1,6 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 2,13 \approx 2 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,5 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 1,99 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,1 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 4,12 \approx 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,5 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,32 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,2 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 4,25 \approx 4 \text{ шт,}$$

- проектний варіант:

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{2,6 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,45 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,19 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,3 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 3,06 \approx 3 \text{ шт.}$$

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

$$n = \frac{1,8 \cdot 1500}{1882 \cdot 0,6} = 2,39 \approx 2 \text{ шт.}$$

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

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

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 1500 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;

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{кр}$ - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається $K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{1500 \cdot 2 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,6} = 1,9 \approx 2 \text{ шт.}$$

Приймаємо дві електричних талі 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 [12, с.13]:

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

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

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

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{np} = 1500 \text{ шт}$;

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

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн} = 0,6...0,7$.

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,6}{1850 \cdot 0,7} = 3,01 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 0,7} = 2,78 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 0,7} = 2,78 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,2}{1850 \cdot 0,7} = 2,55 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість правильників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,5}{1850 \cdot 0,7} = 2,9 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 1,8}{1850 \cdot 0,7} = 2,09 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість робітників для виконання очищення:

- за заводським варіантом:

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 1,6}{1850 \cdot 0,7} = 1,85 \approx 2 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 1,5}{1850 \cdot 0,7} = 1,74 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 3,1}{1850 \cdot 0,7} = 3,59 \approx 4 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,5}{1850 \cdot 0,7} = 2,9 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 3,2}{1850 \cdot 0,7} = 3,71 \approx 4 \text{ чол},$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,6}{1850 \cdot 0,7} = 3,01 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,4}{1850 \cdot 0,7} = 2,78 \approx 3 \text{ чол},$$

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 2,3}{1850 \cdot 0,7} = 2,66 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{1500 \cdot 1,8}{1850 \cdot 0,7} = 2,1 \approx 2 \text{ чол.}$$

Виходячи з кількості транспортних засобів приймаємо необхідну кількість транспортувальників $r_{oi} = 2$ 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:				
правильники	3	2	III	III
розмічувальники	3	3	III	III
різальники	3	3	III	III
очищувальники	2	2	III	III
складальники	4	3	IV	IV
зварювальники	4	3	IV	IV
зачищувальники	3	3	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	2	2	III	III
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	2	2	IV	IV
ремонтники	2	2	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер діляниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	33	30	—	—

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 Ст3сп			кг	38,2	38,08	16044	15993,6	24066000	23990400		
З/П	Зварювальний дріт Св-08Г2С			кг	69	68	297,39	293,08	446085	439620		
З/П	Зах. суміш – Ar 83% +CO ₂ 17%			кг	18,45	18,25	186,53	184,51	279794,25	276761,25		
Р- ом							16527,92	16471,19	24791879,25	24706781,25		
В- нт	Транспортно- заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн				
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму		
З/П	5	1,91	1,9	802,2	799,68	1203300	1199520	80	80	120000	120000	
З/П	5	3,45	3,4	14,87	14,65	22304,25	21981					
З/П	5	0,92	0,91	9,33	9,23	13989,71	13838,06					
Р- ом		6,28	6,22	826,4	823,56	1239593,96	1235339,06	80	80	120000	120000	

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

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ						Арк.
											50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

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 [12, с.18]:

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

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) [12, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [12, с.18]:

$$З_{до} = З_{oo} (Д_1 + Д_2), \quad (4.6)$$

де $Д_1$ - доплата за шкідливість, грн, $Д_1 = 12...24 \%$, приймаємо $Д_1 = 20 \%$; $Д_2$ - інші доплати, грн, $Д_2 = 15...20 \%$, приймаємо $Д_2 = 15 \%$.

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [12, с.18]:

$$З_{но} = З_{до} \cdot P, \quad (4.7)$$

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

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

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7,5 \cdot 21,5 \cdot 2,6 = 419,25 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 419,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 146,74 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 419,25 \cdot 0,4 = 167,7 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7,5 \cdot 21,5 \cdot 2,4 = 387 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 387 \cdot (0,2 + 0,15) = 135,45 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 387 \cdot 0,4 = 154,8 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7,5 \cdot 22,5 \cdot 2,4 = 405 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 405 \cdot (0,2 + 0,15) = 141,75 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 405 \cdot 0,4 = 162 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7,5 \cdot 22,5 \cdot 2,2 = 371,25 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 371,25 \cdot (0,2 + 0,15) = 87,59 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 371,25 \cdot 0,4 = 100,1 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці правильників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 8 \cdot 21,6 \cdot 2,5 = 432 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 432 \cdot (0,2 + 0,15) = 151,2 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 432 \cdot 0,4 = 172,8 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 8 \cdot 21,6 \cdot 1,8 = 311,04 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 311,04 \cdot (0,2 + 0,15) = 108,86 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 311,04 \cdot 0,4 = 124,42 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці очищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 11 \cdot 23 \cdot 1,6 = 404,8 \text{ грн};$$

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$З_{до} = 404,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 141,68 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 404,8 \cdot 0,4 = 161,92 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 11 \cdot 23 \cdot 1,5 = 379,5 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 379,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 132,83 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 379,5 \cdot 0,4 = 151,8 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 6,5 \cdot 22,7 \cdot 3,1 = 457,41 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 457,41 \cdot (0,2 + 0,15) = 160,09 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 457,41 \cdot 0,4 = 182,96 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 6,5 \cdot 22,7 \cdot 2,5 = 368,88 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 368,88 \cdot (0,2 + 0,15) = 129,11 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 368,88 \cdot 0,4 = 147,55 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 6,5 \cdot 23,5 \cdot 3,2 = 488,8 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 488,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 171,08 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 488,8 \cdot 0,4 = 195,52 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 6,5 \cdot 23,5 \cdot 2,6 = 397,15 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 397,15 \cdot (0,2 + 0,15) = 139 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 397,15 \cdot 0,4 = 158,86 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 7 \cdot 24 \cdot 2,4 = 403,2 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 403,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 141,12 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 403,2 \cdot 0,4 = 161,28 \text{ грн};$$

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 7 \cdot 24 \cdot 2,3 = 386,4 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 386,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 135,24 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 386,4 \cdot 0,4 = 154,56 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{\text{оо}} = 9 \cdot 27,5 \cdot 1,8 = 445,5 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 445,5 \cdot (0,2 + 0,15) = 155,93 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 445,5 \cdot 0,4 = 178,2 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

- заводський варіант:

$$З_{\text{оо}} = 10,5 \cdot 24,5 \cdot 1,6 = 411,6 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 411,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 144,06 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 411,6 \cdot 0,4 = 164,64 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{\text{оо}} = 10,5 \cdot 24,5 \cdot 1,4 = 360,15 \text{ грн};$$

$$З_{\text{до}} = 360,15 \cdot (0,2 + 0,15) = 126,05 \text{ грн};$$

$$З_{\text{по}} = 360,15 \cdot 0,4 = 144,06 \text{ грн.}$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [12, с.19]:

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

де $З_{\text{од}}$ - основна заробітна плата допоміжних робітників, грн;

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

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

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

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затрати по оплаті праці наладжувальників:

$$З_{од} = 2 \cdot 31,2 \cdot 1850 = 115440 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 115440 \cdot 0,35 = 40404 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 115440 \cdot 0,4 = 46176 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$З_{од} = 2 \cdot 31,2 \cdot 1850 = 115440 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 115440 \cdot 0,35 = 40404 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 115440 \cdot 0,4 = 46176 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$З_{од} = 1 \cdot 31,2 \cdot 1850 = 57720 \text{ грн};$$

$$З_{дд} = 57720 \cdot 0,35 = 20202 \text{ грн};$$

$$З_{пд} = 57720 \cdot 0,4 = 23088 \text{ грн}.$$

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 [12, с.19]:

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

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

$$З_{оп} = 1 \cdot 8300 \cdot 12 = 99600 \text{ грн};$$

$$З_{дп} = 99600 \cdot 0,35 = 34860 \text{ грн};$$

$$З_{пп} = 99600 \cdot 0,4 = 39840 \text{ грн}.$$

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{оп} = 1 \cdot 8123 \cdot 12 = 97476 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 97476 \cdot 0,35 = 34116,6 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 97476 \cdot 0,4 = 38990,4 \text{ грн}.$$

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:						
розмічувальники	318210,75	293733	111373,76	102806,55	127284,3	117493,2
різальники	307395	281778,75	107588,25	98622,56	122958	112711,5
правильники	327888	157386,24	114760,8	55085,18	131155,2	62954,5
очищувальники	204828,8	192027	71690,08	67209,45	81931,52	76810,8
складальники	462893,86	279976,13	162012,85	97991,64	185157,54	111990,45
зварювальники	494665,6	301436,85	173132,96	105502,9	197866,24	120574,74
зачищувальники	306028,8	293277,6	107110,08	102647,16	122411,52	117311,04
контролери	225423		78898,05		90169,2	
транспортувальники	208269,6	182235,9	72894,36	63782,57	83307,84	72894,36
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	115440		40404		46176	
ремонтники	115440		40404		46176	
електрики	57720		20202		23088	
ІТР	99600		34860		39840	
МОП	97476		34116,6		38990,4	
Разом	3341279,41	2692504,7	1169447,79	942532,66	1797903,96	1538572,39

4.5 Калькуляція собівартості виробу

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

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:	16527,92	16471,19
Сталь Ст3сп	16044	15993,6
зварювальний дрiт Св-08Г2С	297,39	293,08
захисний газ (суміш – Ar 83% +CO ₂ 17%)	186,53	184,51
Поворотні відходи	80	
Паливо та енергія на технологічні цілі	193,96	193,38
Основна заробітна плата основних робітників	1903,74	1471,52
Додаткова заробітна плата основних робітників	666,31	515,03
Премії та надбавки основних робітників	761,49	588,61
Відрахування на соціальне страхування	46,64	36,05
Відрахування на медичне страхування	82,29	64,38
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	519,48	519,48
Цехові (дільничні) витрати	354,74	354,74
Всього цехова собівартість	20976,57	20134,38

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.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
різальне	3	3	11000	11000	550	550
правильне	3	2	1812000	1812000	90600	90600
очищувальне	2	2	6700	6700	335	335
складальне	4	3	294400	294400	14720	14720
зварювальне	4	3	60000	60000	3000	3000
зачищувальне	3	3	6700	6700	335	335
контрольне	2	2	343000	343000	17150	17150
транспортне	2	2	78000	78000	3900	3900
Інструменти:						
молоток	10	8	225	225	11,25	11,25
диск зачисний	5	5	240	240	12	12
щітка	5	5	420	420	21	21
рулетка	5	5	168	168	8,4	8,4
захисні окуляри	11	10	98	98	4,9	4,9
лінійка	5	5	162	162	8,1	8,1
маркер	9	8	62	62	3,1	3,1
лупа	2	2	200	200	10	10
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах., %	Річна сума амортиз. Відрах., грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	7381250	7381250	5	369062,5	369062,5	
Устаткування:						
різальне	33550	33550	8,5	2851,75	2851,75	
правильне	5526600	3714600	8,5	469761	315741	
очищувальне	13735	13735	8,5	1167,48	1167,48	
складальне	1192320	897920	7	83462,4	62854,4	
зварювальне	243000	183000	7,5	18225	13725	
зачищувальне	20435	20435	8,5	1736,98	1736,98	
контрольне	703150	703150	6,5	45704,75	45704,75	
транспортне	159900	159900	7,5	11992,5	11992,5	

Продовження таблиці 4.7

Інструменти:				
молоток	2261,25	1811,25		
диск зачисний	1212	1212		
щітка	2121	2121		
рулетка	848,4	848,4		
захисні окуляри	1082,9	984,9		
лінійка	818,1	818,1		
маркер	561,1	499,1		
лупа	410	410		
Разом	15283254,75	13116244,75		

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [12, с.27]:

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

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz} = 35527,32$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 32600,71$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 20976,57$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn} = 20134,38$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((35527,32 + 0,15 \cdot 20976,57) - (32600,71 + 0,15 \cdot 20134,38)) \cdot 1500 = 4579407,75 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [12,с.28]:

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

де Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн
($\Phi_{ocz}= 45742755$ грн);

Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн
($\Phi_{ocn}= 42491670$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [12, с.28]:

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

$$E_{yp} = 1500 \cdot (35527,32 - 32600,71) = 4389915 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{45742755 - 42491670}{4389915} = 0,74 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця вимірюван.	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	1500	1500
Кількість технологічного устаткування	шт	16	13
Собівартість товарної продукції	грн	35527,32	32600,71
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	33	30

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.8

- основних робітників	чол	26	23
Фондомісткість продукції	грн/шт	20976,57	20134,38
Умовна річна економія	грн	-	4389915
Річний економічний ефект	грн	-	4579407,75
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,74
Місячний оклад основних робітників:			
- розмічувальники	грн	15407,44	14222,25
- різальники	грн	14883,75	13643,44
- правильники	грн	15876	11430,72
- очищувальники	грн	14876,4	13946,63
- складальники	грн	16809,63	13556,16
- зварювальники	грн	17963,4	14595,26
- зачищувальники	грн	14817,6	14200,2
- контролери	грн	16372,13	16372,13
- транспортувальники	грн	15126,3	13235,51

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Професійні захворювання зварників

Захворювання, спричинене дією на працюючого шкідливих умов праці, класифікується, як професійне захворювання. Професійне отруєння також належать до професійних захворювань. Явище, яке характеризується сукупністю професійних захворювань, називають професійною захворюваністю. У деяких випадках вплив шкідливих факторів виробничого середовища призводить до виникнення виробниче обумовленої захворюваності.

Рівень професійної захворюваності в машинобудуванні, де у великих об'ємах застосовують електродугове зварювання, значно вищий, ніж в інших галузях промисловості.

Несприятливу дію шкідливих факторів виробничого середовища на здоров'я працівників і викликані ними професійні захворювання у зварювальному виробництві можна поділити на три основні групи [13, с.6]:

1. Захворювання, спричинені дією хімічних факторів.
2. Захворювання внаслідок фізичного навантаження, а також одноманітних, часто повторюваних рухів, вимушеної пози.
3. Захворювання, викликані фізичними факторами (нагрівання чи охолодження, мікроклімат, шум, ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання).

В останні роки спостерігається підвищення рівня захворювань нервово-мозкового апарата у зв'язку з використанням одноманітних, часто повторюваних рухів і фізичним навантаженням. Ці захворювання реєструються на ділянках, де виробничий процес частково автоматизований і механізований, або використовується лише ручна праця.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

У кожному виробничому середовищі на організм людини одночасно можуть діяти декілька шкідливих факторів, які або взаємно компенсуються, або накладаються один на одний, шкідливо впливаючи на здоров'я людини.

Наявність зазначених небезпечних і шкідливих виробничих факторів є невід'ємним наслідком зварювального процесу. Серед них найбільшу загрозу для здоров'я зварників становить зварювальний аерозоль (ЗА), від якого до цього часу зварник захищений дуже слабо. Вплив ЗА на організм призводить до бронхо-легеневих захворювань [13, с.6]. Пневмоконіозу, що виявився у зварників, які відпрацювали у зварювальних цехах більше 15 років, і хронічного бронхіту, що виникає вже через 5 років праці. При виконанні зварювальних робіт у недоступних для вентилявання замкнених просторах період розвитку пневмоконіозу скорочується до 5 років. Крім того, є дані, які свідчать про те, що вплив канцерогенних речовин шестивалентного хрому і нікелю у складі ЗА на органи дихання може підвищувати ризик розвитку онкологічних захворювань.

До професійних захворювань зварників належать також інтоксикація (отруєння) марганцем, що характеризується ураженням центральної нервової системи. Наявність у повітрі високих концентрацій монооксиду вуглецю може бути причиною як гострого, так і хронічного отруєння. Вплив оксидів азоту в закритих приміщеннях може проявлятися розвитком набряку легенів. Підвищений вміст твердих та газоподібних сполук фтору в ЗА призводить до ураження слизової оболонки верхніх дихальних шляхів, бронхів, розвитку бронхопневмонії. Озон у малих кількостях має подразнювальну дію, а у великих руйнівну дію на верхні дихальні шляхи. До неспецифічних захворювань, причиною яких є ЗА, належать функціональні порушення центральної нервової та серцево-судинної систем, алергічні захворювання, статеві ускладнення тощо [13, с.6].

Усі різновиди зварювання металів відкритою дугою, за винятком зварювання під флюсом, є джерелом видимого випромінювання,

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ультрафіолетових (УФ) променів, іскор та бризок розплавленого металу і шлаку. Більшість цих процесів супроводжується інфрачервоним (ІЧ) випромінюванням зварювальної дуги і нагрітого основного металу.

При різних способах зварювання на долю випромінювання в УФ області спектра припадає 1...40% інтегральної інтенсивності променевого потоку [13, с.7]. Зі збільшенням сили зварювального струму та напруги дуги інтенсивність УФ складової випромінювання оптичного діапазону підвищується. Спектр випромінювання зміщується у бік коротких хвиль. Склад покриття електродів і матеріал присадок також впливають на інтенсивність та спектр УФ випромінювання. Найбільший вплив на величину УФ радіації виявляє склад захисного газу. Зі збільшенням вмісту аргону в захисній газовій суміші інтенсивність УФ випромінювання підвищується.

Введення в захисне середовище вуглецевого газу й гелію викликає зміщення спектра випромінювання в бік коротких хвиль. Зі збільшенням відстані від дуги інтенсивність УФ радіації знижується. Опромінення тіла зварника залежить від відбиваючих та пропускнух властивостей спецодягу. Вплив УФ випромінювання на незахищені очі може призвести до електроофтальмії, погіршення зору, кон'юнктивіту та інших захворювань.

Зварювальний процес є одним із потужних виробничих джерел інфрачервоного випромінювання. Його впливу підлягають не тільки безпосередньо зварники, але й робітники інших спеціальностей, що знаходяться поблизу. ІЧ випромінювання при зварюванні виробів з підігрівом, особливо великих деталей, є фактором, що формує умови мікроклімату у виробничих приміщеннях. Залежно від сили зварювального струму, температури дуги і зварювальної ванни, ступеня підігрівання та інших умов, випромінювання має різний спектральний склад і охоплює діапазон 0,76...10 мкм і більше. Інтенсивність опромінення робочих місць коливається в межах 100...2450 Вт/м². Інтенсивність ІЧ випромінювання залежить від режимів зварювання, потужності дуги і зростає від 350...400 Вт/м² під час зварювання

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

покритими електродами на режимах 150...200 А до 1200...1500 Вт/м², при зварюванні кольорових металів в інертних газах, а також попередньо нагрітих конструкцій [13, с.7]. Негативний вплив на здоров'я зварників справляє також переохолодження організму під час будівельно-монтажних робіт у холодний період року.

Психофізіологічна дія на зварника проявляється у вигляді фізичних та нервово-психічних навантажень. Фізичні навантаження викликають у людини статичні та динамічні напруження, що залежать від маси зварювального інструменту, гнучкості шлангів і дротів, тривалості безперервної роботи, підтримання робочої пози. У результаті статичного перенапруження може виникнути захворювання нервово-м'язового апарата плечового пояса. Нервово-психічні навантаження призводять до перенапруження зорових аналізаторів та виникнення нервово-емоційного напруження у зварників. Ці навантаження залежать від напруження зору, викликаного безперервними спостереженнями за недостатньо контрастними елементами зони зварювання невеликих розмірів (зварювальна ванна, зазор у стику, глибина кратера, шов, що твердішає, тощо), відповідальністю за високу якість зварних з'єднань та складністю роботи. Перенапруження зорових аналізаторів може призвести до втоми і як наслідок до порушення скорочувальної функції м'язів очей. Нервово-емоційне напруження може порушити функціональний стан серцево-судинної та центральної нервової систем (підвищення артеріального тиску, зміна латентного (прихованого) періоду рухово-моторної реакції) [13, с.7].

Таким чином професія зварника відноситься до небезпечних, оскільки зазнає впливу багатьох шкідливих виробничих факторів, які негативно впливають на його здоров'я. Тому законодавством України передбачено певні пільги для цієї професії, так як вона постійно піддається негативному впливу порівняно з іншими професіями.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

5.2 Розрахунок штучного освітлення для спроектованого цеху з використанням люмінесцентних ламп

Зварювальникам доводиться виконувати операції, що розрізняються по точності зорової роботи: розмітку, складання, читання креслень, зварювання, контроль зварних з'єднань та ін. Наявність джерел підвищеної яскравості викликає необхідність частоті адаптації зору: кожного разу при переході від допоміжних операцій, що виконуються без щитка, до зварювання, що виконується обов'язково з щитком.

Створення високих рівнів освітленості місць зварювання (близько десятків тисяч люкс) з тим, щоб усі операції можна було виконувати з щитком, економічно не вигідно і практично складно. Рівні освітлюваності зварювальних робіт встановлені відповідно до діючих нормативних документів для люмінесцентних ламп 150 лк, а для ламп розжарювання 50 лк з урахуванням наявності у полі зору самосвітних елементів.

Характер технологічних операцій в складально-зварювальних цехах (робота на нефіксованих місцях) визначає доцільність створення системи загального освітлення локалізованого або рівномірного загального з використанням переносних світильників місцевого освітлення. З урахуванням можливості використання газорозрядних джерел світла доцільно підвищити рівні освітленості при електрозварювальних роботах до 500 лк при загальному і місцевому освітленні і до 300 лк при одному загальному освітленні.

Під кранами мають бути підвішені додаткові світильники, які компенсують затемнення робочих місць. При зварюванні усередині місткостей слід використовувати світильники спрямованої дії, які розташовані зовні, або ручні переносні світильники, що мають захисну сітку (трансформатор має бути встановлений зовні, його вторинна обмотка заземлена; не допускається застосування автотрансформаторів).

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Світильники, вікна і світлові ліхтарі необхідно очищати в міру забруднення (не рідше за один раз в три місяці).

Забарвлення стін доцільно виконувати спеціальними фарбами, що мають високий коефіцієнт віддзеркалення для видимої частини спектру і низький коефіцієнт - для ультрафіолетових променів [14].

Для роботи по виконанню зварного з'єднання рами брикетувального пресу при рівномірному розміщенні світильників загального освітлення і горизонтальної поверхні основним є, так званий, метод коефіцієнту використання світлового потоку.

Розрахунок проводиться за формулою [14, с. 85]:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_z}{N \cdot \eta}, \quad (5.1)$$

де Φ – світловий потік, потрібний для забезпечення заданої освітленості, лм;

E_n – нормова освітленість, лк;

S – площа приміщення, м²;

Z (1,15) – коефіцієнт, що враховує відношення середньої освітленості;

K_z – коефіцієнт запасу, що приймається в залежності від забрудненості повітря в приміщенні за таблицею [14, с. 91] в СНіП II-4-79 ($K_z=1,5$);

N – кількість ламп;

η - коефіцієнт використання світлового потоку; коефіцієнт використання світлового потоку η визначається за світлотехнічними таблицями. Для цього потрібно знайти індекс приміщення i та приблизно оцінити коефіцієнт відбивання поверхонь приміщення: I_c – стелі; I_{cm} – стін; I_p – робочої поверхні.

Індекс приміщення i знаходимо за формулою [14, с. 90]:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (5.2)$$

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де S – площа ділянки цеху, м^2 ;

h – розрахункова висота (відстань від світильника до робочої поверхні), м ;

A і B – довжина і ширина приміщення, м ; ($S=120 \text{ м}^2$; $h=3,4 \text{ м}$; $A=6 \text{ м}$; $B=20 \text{ м}$).

$$i = \frac{120}{3,4 \cdot (8 + 10)} = 1,96$$

За таблицею знаходимо відповідні значення I :

$I_c=70 \%$; $I_{ct}=50 \%$; $I_p=30 \%$.

$$\Phi = \frac{300 \cdot 120 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{0,65} = 95538,5 \text{ лм.}$$

Необхідну кількість ламп визначаємо за формулою [14, с. 89]:

$$N = \frac{\Phi}{2 \cdot E_{\text{л}}}, \quad (5.3)$$

де $E_{\text{л}}$ – світловий потік лампи;

$$N = \frac{95538,5}{2 \cdot 3105} = 15,39 \text{ шт.}$$

Приймаємо 16 штук.

Для освітлення приміщення використовуємо лампи ЛД-40-4, які мають наступні технічні характеристики:

- світловий потік – $E_{\text{л}}=3105 \text{ лм}$;
- довжина лампи – $L=1,213 \text{ м}$;
- потужність – $P=40 \text{ Вт}$;
- діаметр лампи – $d=0,04$.

Також використовуємо двохламповий світильник без перфорації з решіткою типу ЛДГ, що має такі характеристики:

- довжина – $1,3 \text{ м}$;

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– ширина – 0,27 м.

Світильники розташовуємо в 2 ряди по вісім штук в кожному ряду.
Відстань між рядами світильників розраховуємо за формулою:

$$L = \frac{8 - 2 \cdot 1,3}{2} = 2,7 \text{ м};$$

$$L = \frac{10 - 8 \cdot 0,27}{8} = 0,98 \text{ м}.$$

Схема штучного освітлення цеху представлена на відповідному кресленні (Додаток 2).

Таким чином, за результатами розрахунків штучного освітлення, для спроектованого цеху площею 120 м² необхідно 16 двохлампових світильників типу ЛДГ, які розташовуватимуться в двох рядах на міжрядній відстані 2,7 м один від одного, а відстань в ряді буде складати 0,98 м.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Технологічний процес виготовлення, який потребує удосконалень стосується рами брикетувального пресу. Вона є силовою конструкцією, тому повинна бути достатньо жорсткою та міцною. В свою чергу брикетувальний прес використовується для виготовлення паливних брикетів із деревної тирси, лушпиння соняшника та соломи. Тому вся конструкція преса складається із двох основних частин – рами і бункера, що призначений для завантаження вхідної сировини та формування вже готових брикетів відповідного складу.

Основним матеріалом, який використовується для виготовлення конструкції є звичайна низьковуглецева сталь марки Ст3сп.

В свою чергу технологічний процес виготовлення рами брикетувального пресу включає наступне обладнання: зварювальний напівавтомат Jasic MIG-350, апаратуру газового різання з різакom РЗ «ДОНМЕТ» 374, кутову шліфувальну машину Bosch GWS 18-125 SL. Процеси складання відбуваються на складально-зварювальних кондукторах і наладках.

Основне вдосконалення виготовлення рами пресу стосується заміни способу зварювання, запропоновано використовувати спосіб механізованого зварювання в захисній суміші замість ручного дугового.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 3сп. Довідник. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3sp/> (дата звернення: 23.05.2025).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Технологія і обладнання зварювання плавленням. Зварювання і споріднені процеси: веб-сайт. URL: <http://chertezhi.zp.ua/index.php/literatura/87-metallurgiya/svarka-i-rodstvennye-protsessy/obshchaya-literatura-po-svarke/558-akulov-a-i-tekhnologiya-i-oborudovanie-svarki-plavleniem> (дата звернення: 27.05.2025).
5. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Зварювальний напівавтомат Jasic MIG-350. Зварювальні напівавтомати: веб-сайт. URL: <https://jasic.ua/ua/product/mig-350-n255-1055> (дата звернення: 28.05.2025).
7. Газовий різак РЗ «ДОНМЕТ» 374. Газові різакі: веб-сайт. URL: <https://svarcentr.com.ua/ua/hazovyuy-rizak-promin-374> (дата звернення: 30.05.2025).
8. Кутова шліфувальна машина Bosch GWS 18-125 SL. Шліфувальні та полірувальні машини (болгарки) Bosch: веб-сайт. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/429919745/p429919745/> (дата звернення: 02.06.2025).
9. Ультразвуковий дефектоскоп A1212 MASTER. Опис дефектоскопів: веб-сайт. URL: <http://intron-set.com.ua/product/ultrazvukovoj-defektoskop-a1212-master/> (дата звернення: 02.06.2025).
10. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ручного і механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

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

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

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

14. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352с.

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					КР.422.12.00.00.000.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		