

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

Кораблебудівний навчально-науковий інститут
(повне найменування інституту, назва факультет)

Зварювального виробництва
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

Бакалавр

(ступінь вищої освіти)

на тему : «Технологія складання та зварювання опорної стійки конвеєра
зі сталі СтЗсп»

Виконав: студент 4 курсу, групи 4121
напряму підготовки (спеціальності)
131“Прикладна механіка”
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Алпацький О.М. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник Костін О.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2026

					16.ДР.6. 131.4121.1.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

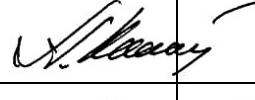
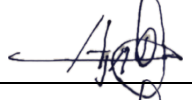
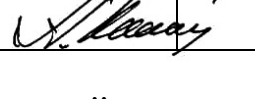
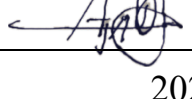
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

контроль якості зварних з'єднань, охорона праці, розрахунок технологічної собівартості складально-зварювальних робіт.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень):

Тема та завдання дипломного проекту, креслення стійки конвейєру, режими зварювання, розрахунок термічного циклу, технологія виготовлення, загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

№ з/п	Розділ	ПІБ та посада консультанта	Підпис, дата			
			завдання видав		завдання прийняв	
1	Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення					
2	Розрахунок технології виготовлення					
3	Технологічний процес складання та зварювання					

Дата видачі завдання _____ 2026 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання	При-мітки
1	Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення		
2	Розрахунок технології виготовлення		
3.	Технологічний процес складання та зварювання		
4.	Охорона праці		
5.	Розрахунок економічної собівартості		
6.	Оформлення пояснювальної записки.		

Студент 

Керівник роботи 

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ.....

ВСТУП.....

1. Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення
 - 1.1 Загальна характеристика.....
 - 1.2. Характеристика основного матеріалу.....
 - 1.3. Типові технології складання та зварювання.....
 - 1.4. Висновки мета і завдання дипломного проєкту.....
2. Розрахунок технології виготовлення.....
 - 2.1. Призначення типів та розмірів зварних з'єднань.....
 - 2.2. Обґрунтування вибору способу зварювання.....
 - 2.3. Розрахунок режимів зварювання.....
 - 2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання.....
3. Технологічний процес складання та зварювання.....
 - 3.1. Принципова послідовність складання та зварювання.....
 - 3.2. Обґрунтування способу зварювання.....
 - 3.3. Обґрунтування вибору зварювального устаткування
 - 3.4. Методи контролю якості
4. Охорона праці.....
5. Економічна оцінка проєкту.....
- Загальні висновки.....
- Список використаної літератури.....
- Перелік графічної частини

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Анотація

У дипломній роботі виконана розробка складання та зварювання стійки конвеєру.

Був проведений аналіз конструкції, дана характеристика основного металу. Приведені типові технології складання та зварювання конструкції направляючої.

Вибрані та обґрунтовані способи зварювання, виконаний розрахунок режимів зварювання, термічних циклів з наданням аналізу структури ЗТВ.

Розроблений технологічний процес складання-зварювання направляючої з обґрунтуванням вибору зварювальних матеріалів та обладнання, приведені методи контролю.

В розділі «Охорона праці» наданий аналіз небезпечних та шкідливих факторів та розроблені заходи, щодо їх усунення.

Розраховано собівартість виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску виробів.

Загальний вміст пояснювальної записки складає ____ аркушів та містить ____ розділів.

Робота включає в себе графічну частину, яка складається з одного креслення та чотирьох плакатів. Загальна кількість графічної частини ____ аркушів.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сучасні тенденції розвитку зварювального виробництва спрямовані на те, щоб звести до мінімуму так званий «людський фактор» при виготовленні зварних конструкцій. Варто відзначити, що як би не високий був рівень кваліфікації зварника, обставини можуть складатися таким чином, що виключати помилки в процесі виробництва зварного виробу ні в якому разі не можна. Крім того, сучасний рівень промисловості вимагає високої продуктивності праці, а цього найчастіше можна досягти тільки в тому випадку, якщо довірити деякі або всі операції в зварювальному виробництві механізмам. Саме тому механізація зварювального виробництва сьогодні є одним з головних питань, що постають перед виробничими підприємствами.

Одним з найбільш поширених видів зварювання, завдяки своїй універсальності, сьогодні вважається зварювання в середовищі захисних газів. І тут поле для автоматизації всіх процесів і впровадження механізації в роботу зварювальника досить широко.

Перш за все, досягається високий рівень механізації за рахунок застосування в зварювальному процесі сучасних інверторних зварювальних апаратів. Якщо говорити про особливості цих зварювальних апаратів, то тут важливим фактором є те, що для роботи з ними не потрібен зварювальник з високою кваліфікацією, а враховуючи сучасну нестачу робочих даної спеціальності на виробництві, це є досить позитивним моментом. Так що впровадження інверторного обладнання в зварювальний процес дозволяє і суттєво підвищити якість роботи, і знизити її час, при цьому не витрачаючи багато коштів і часу на навчання персоналу.

Тому метою дипломної роботи є розробка технології складання та зварювання стійки конвеєру, на підставі новітніх тенденцій в сфері складально-зварювального виробництва металоконструкцій. Виходячи з цього можливо стверджувати, що від правильності вибору режимів зварювання і залежить якість зварного з'єднання.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для оцінки впливу термічного циклу зварювання на зварне з'єднання визначають розміри зони, у якій температура перевищує температуру фазових перетворень. Розрахунки виконанні з використанням теорії розповсюдження теплоти при зварюванні, дозволяють встановити залежність розмірів такої зони від параметрів процесу зварювання і теплофізичних властивостей основного металу.

Для таврового з'єднання ГОСТ 14771-76 УП – з'єднання ТЗ катет 5 розрахунок термічного циклу виконується за схемою наплавлення на масивний виріб.

Відстань від вісі шву до точки з максимальною температурою $T_{\max}$, вважаючи, що $T_{\max} = 1350^{\circ}\text{C}$ знаходимо за формулою:

$$r_0 = \sqrt{\frac{0.368q}{\frac{\pi}{2} \cdot c \gamma \cdot T_{\max}}}$$

де q – ефективна теплова потужність, Дж.

$$q = I_{\text{зв}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta,$$

де η – ефективний ККД нагріву.

$V_{\text{зв}}$ – швидкість зварювання, см/с; $C_{\text{ст}}$ – об'ємна теплоємність, для сталі 5 Дж/см^3
 $q = 280 \cdot 31 \cdot 0.75 = 6510 \text{ Дж}$
 $r_0 = \sqrt{\frac{0.368 \cdot 6510}{\frac{3.14}{2} \cdot 5 \cdot 1200}} = 0.475 \text{ см}$
 Розрахунок температури в часі будь-якій точці виконується за формулою:
 $T(r_0, t) = \frac{q}{2\pi \lambda V t} \cdot \exp(-\frac{r_0^2}{4at})$
 де q – ефективна теплова потужність, Дж; λ – коефіцієнт теплопровідності, $\lambda = 0.4 \text{ Дж/см} \cdot \text{с} \cdot \text{K}$
 $V_{\text{зв}}$ – швидкість зварювання, см/с;

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.131.4121.01.05.01.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
					Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення	Літ.		Арк.	Аркушів		
Студент	Алпацький О.М.										
Консульт.	Костін О.М.					НУК					
Керівник	Костін О.М.										
Зав. кафедр.	Драган С.В.										

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стійка складається з наступних конструктивних елементів:

- основа $S=20$ мм – 1 шт.;
- стінка $S=12$ мм – 2 шт.;
- бокові ребра жорсткості $S=8$ мм – 2 шт.;
- вставне ребро жорсткості $S=10$ мм – 1 шт.

З аналізу конструкції видно що вона має малі габаритні розміри, малу протяжність зварних швів, що дає можливість використовувати механізоване зварювання в захисних газах, відсутні стикові шви, основну частину займають кутові та таврові з'єднання.

1.2. Характеристика основного матеріалу. Матеріал з якого виготовляється опора це сталь СтЗсп. Сталь СтЗсп сталь конструкційна вуглецева звичайної якості використання в промисловості: несучі елементи зварних і не зварних конструкцій і деталей, що працюють при позитивних температурах.

Таблиця 1.1. Хімічний склад сталі СтЗсп.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0.14-0.22	0.15-0.3	0.4-0.65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Таблиця 1.2 Механічні властивості сталі СтЗсп

Сортамент	σ_b	Σ_T	D5	y
-	Мпа	Мпа	%	%
Труби, ГОСТ 8696-74	372	245	23	
Труби, ГОСТ 10705-80	372	225	22	
Прокат, ГОСТ 535-2005	370-490	205-225	23-26	
Лист толстий, ГОСТ 14637-82	370-480	205-245	23-26	
Арматура, ГОСТ 5781-82	373	235	25	
Катанка, ГОСТ 30136-95	490-540			60

Особливості сталі СтЗсп вуглецеві сталі - найпоширеніший конструкційний матеріал. За обсягом застосування сталі цього класу перевершують всі інші. До вуглецевим відносяться сталі з вмістом 0,1-0,7% С, при вмісті інших елементів не більше: 0,8% Мп, 0,4% Si, 0,05% Р, 0,05% S, 0,5% Сі, 0,3% Cr, 0,3% Ні. У табл. 9.1 наведено хімічний склад і механічні властивості сталей, що знайшли застосування при виготовленні зварних конструкцій з використанням електрошлакового зварювання. За способом виробництва розрізняють мартенівську і конвертерну Сталі, за Ступені розкислення (у порядку зростання) киплячу, полуспокойною і спокійну. Спокійні вуглецеві сталі надходять в промисловість у вигляді виливків і поковок по ГОСТ 977-75, у вигляді гарячекатаної сталі звичайної якості ГОСТ 380-71 по, якісних конструкційних гарячекатаних сортових сталей по ГОСТ 1050-74. Головною відмінною ознакою цих сталей є вміст у них вуглецю. Характеристики міцності вуглецевих сталей підвищуються зі збільшенням вмісту вуглецю, при цьому їх зварюваність погіршується, тому що зростає небезпека утворення гарячих тріщин у шві. При вмісті понад 0,5% С сталі практично не зварюються електрошлаковою зваркою без спеціальних прийомів. Чутливість до гарячим тріщинам у шві зростає зі збільшенням жорсткості зварюваних конструкцій. Попередній і супутній підігрів можуть істотно знизити небезпека появи тріщин навіть при зварюванні жорстких стиків (наприклад, на ділянці замикання кільцевого шва). Одним з радикальних засобів щодо запобігання гарячих тріщин служить зниження швидкості подачі електродного дроту. Вуглецеві сталі в даний час зварюють дротяними електродами, електродами великого перерізу або плавкими мундштуками. Найбільш широко застосовують дрові електроди і плавляться мундштуки. Найбільш доцільний шлях підвищення міцності металу шва полягає в збільшенні вмісту марганцю, оскільки це не супроводжується зниженням технологічної міцності металу шва. Марганець збільшує схильність металу до загартування і упрочняє ферит. Так, при легуванні металу шва 1,5% Мп (0,12-0,14% С) досягаються ті ж характеристики міцності, що і при 0,22-0,24% С (0,5-0,7% Мп). Метал шва в першому випадку має більшу стійкість проти кристалізаційних тріщин і проти переходу в крихке стан. Позитивний вплив на міцність роблять також невеликі добавки в метал шва нікелю, хрому та інших легуючих елементів. Сталь СтЗсп відноситься до сталей з доброю зварюваністю, що робить можливість застосування різних способів зварювання. Оцінка схильності сталі до утворення холодних тріщин: По еквіваленту вугле

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

$$C_{\text{екв}} = 0,14 + \frac{0,4}{6} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3+0,3}{6} = 0,31\%$$

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки $C_{\text{скв}} = 0,31\%$, що менша $0,4\%$, то сталь СтЗсп не схильна до утворення холодних тріщин.

1.3. Типові технології складання та зварювання стійки. До типової технології складання та зварювання стійки висовуються такі загальні вимоги:

1. Стька повинна виготовлятися з попередньо виготовлених та виправлених вузлів.
2. Складання та зварювання повинно виконуватися на стенді або складально-зварювальній площадці.
3. При виготовленні необхідно наносити контрольні лінії на місцях встановлення ребер жорсткості, опорних планок.
4. Стька підлягає здаванню в ВТК поопераційно.
5. Контроль якості зварних швів виконується по ОСТ5.1093-78.
6. Виміри стійки виконується згідно з ОСТ5.9324-79.

Для виготовлення стійки можливе використання за основу декілька типових технологій.

Перша типова технологія передбачає застосування ручного дугового зварювання на всіх етапах. Ця технологія менше продуктивна.

Друга типова технологія передбачає застосування механізованого та автоматичного зварювання. Для швів великої протяжності використовується автоматичне зварювання під шаром флюсу. Для зварювання швів невеликої протяжності доцільно використовувати механізоване зварювання в середовищі захисних газів. В умовах повної або часткової механізації ця технологія найбільш більше підходить для виготовлення стійки.

Третя типова технологія передбачає виготовлення стійки виконується на складально-зварювальній універсальній постелі. На першому етапі встановлюється основа і закріплюватися за допомогою важільних захоплень. Після закріплення основи, на неї встановлюється стінка, яка фіксується упорами з одного боку, потім здійснюють прихватки. Після цього встановлюється друга стінка. Після установки і прихватки стінок проводиться обварка, механізованим зварюванням у середовищі захисних газів. На наступному етапі встановлюються ребра жорсткості, на зазначених заздалегідь місцях, виробляються прихватки і подальша обварка.

На четвертому етапі встановлюється вставне ребро жорсткості та проводиться обварка механізованим зварюванням. За основу виготовлення стійки було обрано третю типову технологію.

1.4. Мета та завдання дипломного проекту.

Виходячи з цього, метою даного дипломного проекту є розробка технології складання та зварювання стійки конвеєра, яка забезпечила б підвищення

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Обрати раціональну послідовність виготовлення і оптимальні способи зварювання, розрахувати режими зварювання;
2. Виконати аналіз структури і властивостей одержуваних зварних з'єднань;
3. Вибрати зварювальні матеріали і обладнання;
4. Розробити заходи з охорони праці;
5. Виконати економічну, оцінку ефективності.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ						
Змн.	Арк.З	№ докум.	Підпис	№	Дата						
						Розрахунок технології ВИГОТОВЛЕННЯ	Літ.	Арк.	Дата	Аркушів	
Студент		Алпацький О.М.								Арк.	
Консульт.							НУК				
Керівник		Костін О.М,									
Зав. кафедр.		Драган С.В.									

2. Розрахунок технології виготовлення

2.1. Призначення типів та розмірів зварних з'єднань

Як видно з аналізу конструкції стійки вона має не велику протяжність швів із за не великих габаритних розмірів. Основний тип зварних з'єднань таврові та кутові. Параметри всіх зварних з'єднань приведено в таблиці 2.1.

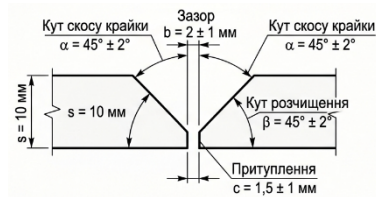
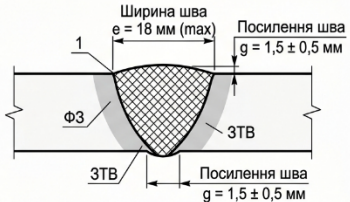
1. Приварювання стінки до основи виконується за ГОСТ 14771-76 – з'єднання Т3 катет 5.

2. Приварювання ребер жорсткості до стінки виконується за ГОСТ 14771-76 – з'єднання Т3 катет 3.

3. Приварювання вставного ребра жорсткості до стінки виконується за ГОСТ 14771-76 – з'єднання У6.

4. Приварювання вставного кілець до стінки виконується за ГОСТ 14771-76 – з'єднання Т1 катет 3.

Таблиця 2.1. Таблиця зварних з'єднань за ГОСТ.

№	Умовне позначення зварного з'єднання за ГОСТ	Конструктивні елементи		S, мм	b, мм	Δ, мм
		Підготовка крайок зварювальних деталей	Шва зварного з'єднання			
1	Т3			10	0±2,0	5

2.2. Обґрунтування вибору способу зварювання

При обґрунтуванні способів зварювання виходимо з одного боку, з продуктивності, з іншого боку, із технічної можливості використання для даного конкретного з'єднання з урахуванням його розташування в просторі, наявності зв'язків, що перетинаються, довжини та прямолінійності.

Виходячи з того, що сталь СтЗсп має добру зварювальність, для виготовлення даної конструкції можливе застосування різних способів зварювання. При виборі необхідно враховувати вартість наплавленого металу і продуктивність зварювання.

Для даної конструкції можливе застосування механізованого зварювання в середовищі захисного газу та ручного дугового зварювання.

Сутність механізованого зварювання. Механізована дугове зварювання плавким електродом в середовищі захисного газу - це різновид електричної дугового зварювання, при якій електродний дріт подається автоматично з постійною швидкістю, а зварювальний пальник переміщується вздовж шва вручну. При цьому дуга, виліт електродного дроту, ванна розплавленого металу і її застигаюча частина захищені від впливу навколишнього повітря захисним газом, подаються в зону зварювання.

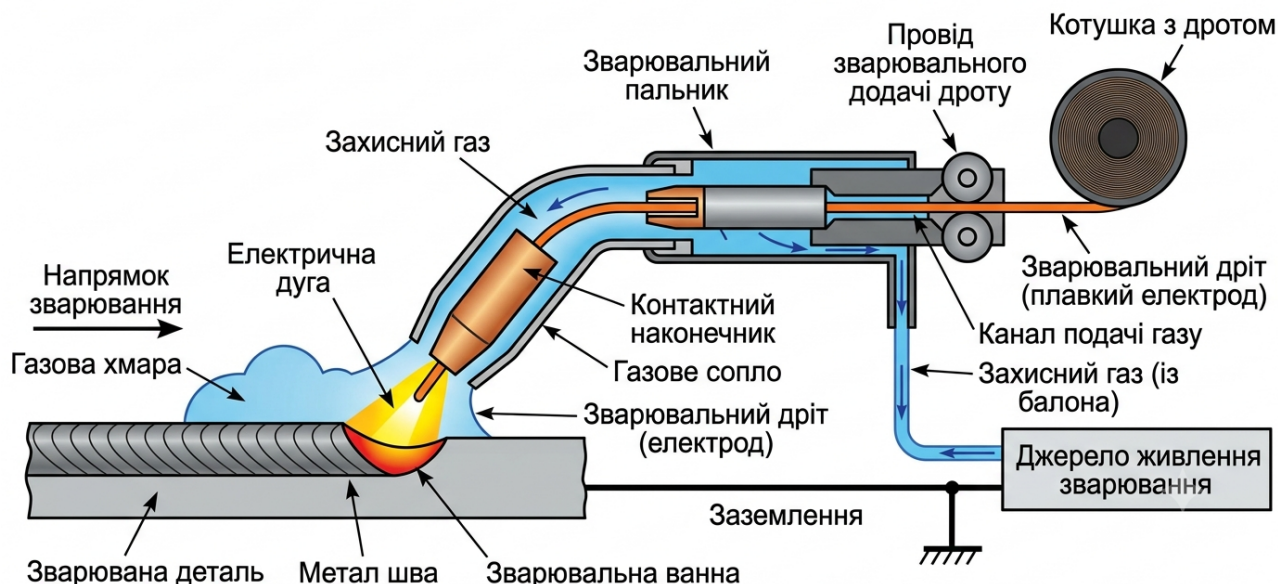


Рисунок 2.1 Сутність механізованого зварювання

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дуга горить між виробом і плавким електродним дротом, яка безперервно надходить в дугу і яка служить присадним металом. Дуга розплавляє кромки деталей і дріт, метал якої переходить на виріб у образуючу зварювальну ванну, де метал електродного дроту перемішується з металом виробу (тобто основним металом). Принаймні переміщення дуги розплавлений (рідкий) метал зварювальної ванни твердне (тобто кристалізується), утворюючи зварний шов, що з'єднає кромки деталей. Зварювання виконується постійним струмом зворотної полярності, коли плюсова клема джерела живлення підключається до пальника, а мінусова - до виробу. Іноді застосовується і пряма полярність струму зварювання. Як джерело живлення використовуються зварювальні випрямлячі, які повинні мати жорстку або пологопадаючих зовнішні вольт-амперну характеристику. Така характеристика забезпечує автоматичне відновлення заданої довжини дуги при її порушеннях, наприклад, через коливання руки зварника (це, так зване саморегулювання довжини дуги). В якості плавкого електрода може застосовуватися електродний дріт суцільного перетину і трубчастого перетину. Дріт трубчастого перетину заповнена всередині порошком з легуючих, шлако і газообразуючих речовин. Такий дріт називається порошкової, а процес зварювання, при якому вона використовується, - зварювання порошковим дротом. Є досить широкий вибір зварювальних електродних дротів для зварювання в захисних газах, що відрізняються за хімічним складом і діаметром. Вибір хімічного складу електродного дроту залежить від матеріалу виробу і, в деякій мірі, від типу застосовуваного захисного газу. Хімічний склад електродного дроту повинен бути близьким до хімічного складу основного металу. Діаметр електродного дроту залежить від товщини основного металу, типу зварного з'єднання і положення зварювання.

Основне призначення захисного газу - запобігання прямого контакту навколишнього повітря з металом зварювальної ванни, вильотом електрода і дугою. Захисний газ впливає на стабільність горіння дуги, форму зварного шва, глибину проплавлення і міцності металу шва. Більш детальна інформація про захисних газах, а також про зварювальних дротах наведена в статті

У Європі зварювання плавким електродом в захисних газах носить коротку назву MIG / MAG (МІІГ / МАГ). MIG (МІГ) означає "Метал Інертний Газ". При цьому різновиді процесу використовується інертний (неактивний) газ, тобто такий який не реагує хімічно з металом зварювальної ванни, наприклад аргон або гелій. Як правило, при зварюванні в чистому інертному газі, незважаючи на хороший захист зварювальної зони від дії навколишнього повітря, формування зварного шва погіршується, а дуга стає нестабільною. Цих недоліків можна уникнути якщо застосовувати суміші інертних газів з невеликими добавками (до 1 - 2%) таких активних газів, як кисень або вуглекислий газ (CO₂).

MAG (МАГ) означає "Метал Активний Газ". До цього різновиду зварювання в захисних газах відноситься зварювання в сумішах інертних газів з киснем або вуглекислим газом, зміст яких становить 5 - 30%. При такому вмісті кисню або

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вуглекислого газу суміш стає активною, тобто вона впливає на протікання фізико-хімічних процесів в дузі і зварювальній ванні. Зварювання маловуглецевих сталей можна виробляти в середовищі чистого вуглекислого газу (CO₂). В деяких випадках використання чистого вуглекислого газу забезпечує кращу форму проплавлення і знижує схильність до пароутворення.

Так як при даному способі зварювання електродний дріт подається автоматично, а зварювальний пальник переміщується вздовж шва вручну, цей спосіб зварювання називається механізованим, а зварювальна установка - механізованим апаратом (зварювальним напівавтоматом). Однак зварювання в захисних газах можна виконувати також і в автоматичному режимі, коли використовуються пересувні візки або пересувні зварювальні голівки.

Області застосування

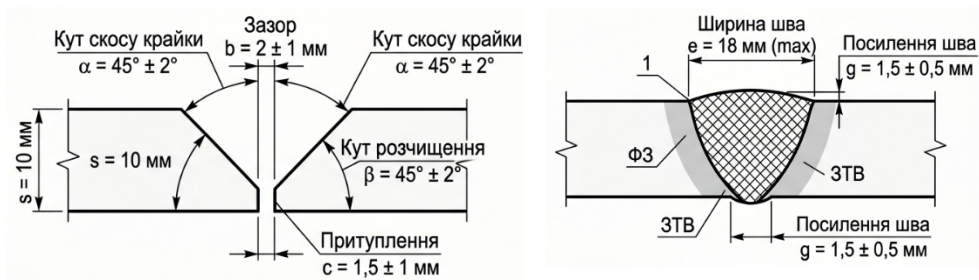
Процеси зварювання МИГ або МАГ підходять для зварювання всіх звичайних металів, таких як нелеговані та низьколеговані сталі, нержавіючі сталі, алюміній і деякі інші кольорові метали. Більше того, цей процес зварювання може бути використаний у всіх просторових положеннях. Завдяки своїм численним перевагам зварювання МИГ/МАГ знаходить широке застосування в багатьох областях промисловості.

Виходячи з аналізу способу зварювання та аналізу конструкції доцільним буде використовувати механізоване зварювання в середовищі захисного зварювання.

2.3. Розрахунок режимів зварювання.

Механізоване зварювання в середовищі захисних газів. З'єднання ГОСТ 14771-76 – ТЗ – Δ5

Приварювання стінки до основи виконується за ГОСТ 14771-76 – з'єднання ТЗ катет 5.



					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 2.3. Зовнішній вигляд та підготовка крайок під зварювання зварного з'єднання.

Для товщини з'єднання $S=10$ катет $K=5$ мм, діаметр дроту 1,2 мм.

1. Сила струму.

$$I_{зв} = \left(\frac{\pi d e^2}{4} \right) * j, \text{ A}$$

де j – припустима густина струму; d – діаметр електродного дроту.

$$I_{зв} = \left(\frac{3.14 * 1.2 e^2}{4} \right) * 180 = 203 \text{ A}$$

Приймаємо $I_{зв} = 200 \text{ A}$

2. Напруга на дузі:

$$U_d = 20 + \left(\frac{50 * 10^{-3}}{d e^{0,5}} \right) * I_{зв}$$

$$U_d = 20 + \left(\frac{50 * 10^{-3}}{1,2^{0,5}} \right) * 200 = 29 \text{ V}$$

Приймаємо 29В.

3. Швидкість зварювання

$$V_{зв} = \frac{\alpha_H * I_{зв}}{\gamma * F_i}$$

Де γ – щільність металу електродного дроту, α_H – коефіцієнт наплавлення, F_i – площа наплавленого шару.

4. Швидкість подачі електродного дроту

$$V_{др} = \frac{4 \alpha_p * I_{зв}}{\gamma * \pi * d e^2}$$

$$V_{др} = \frac{4 * 15 * 200}{7,8 * 3,14 * 1,2^2} = 7,9 \text{ см/с}$$

5. Величина погонної енергії.

$$q_p = \frac{I_z * U_d * \eta}{V_{зв}} = \frac{200 * 29 * 0,8}{0,71} = 6514 \text{ Дж/см.}$$

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2. Режими зварювання

Тип з'єднання	d _{ел} , мм	Iзв, А	U _д , В	V _{зв} , см/с	V _{ел} , см/с	q _п , Дж/см
ТЗ – Δ5	1,2	200	29	0,71	7,4	6514

2.4 Розрахунок термічного циклу.

Від температурного стану металу в зварному шві і розподілу температур в конструкції що зварюється в певній мірі залежить якість зварного з'єднання а саме його властивості: міцність, пластичність. Виходячи з цього можливо с тверджувати, що від правильності вибору режимів зварювання залежить і якість зварного з'єднання. Для оцінки впливу термічного циклу зварювання на зварне з'єднання визначають розміри зони, у якій температура перевищує температуру фазових перетворень. Розрахунки виконанні з використанням теорії розповсюдження теплоти при зварюванні, дозволяють встановити залежність розмірів такої зони від параметрів процесу зварювання і теплофізичних властивостей основного металу. Для таврового з'єднання ГОСТ 14771-76 УП – з'єднання ТЗ катет 5 розрахунок термічного циклу виконується за схемою наплавлення на масивний виріб. Відстань від вісі шву до точки з максимальною температурою T_{max}, вважаючи, що T_{max} = 1350°C знаходимо за формулою:

$$r_0 = \sqrt{\frac{0.368q}{\frac{\pi}{2} \cdot c_y \cdot T_{\max}}}$$

q – ефективна теплова потужність, Дж.

$$q = I_{\text{зв}} \cdot U_d \cdot \eta$$

η – ефективний ККД нагріву.

V_{зв} – швидкість зварювання, см/с;

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

C_y – об'ємна теплоємність, для сталі 5 Дж/см³

$$q = 280 \cdot 31 \cdot 0.75 = 6510 \text{ Дж}$$

$$r_0 = \sqrt{\frac{0.368 \cdot 6510}{\frac{3.14}{2} \cdot 5 \cdot 1200}} = 0.475 \text{ см};$$

Розрахунок температури в часі будь-якій точці виконується за формулою:

$$T(r^0, t) = \frac{q}{2\pi\lambda Vt} \cdot \exp\left(-\frac{r_0^2}{4at}\right)$$

q – ефективна теплова потужність, Дж.

Λ - коефіцієнт теплопровідності, $\Lambda = 0.4 \text{ Дж/см} \cdot \text{с} \cdot \text{К}$

$V_{зв}$ – швидкість зварювання, см/с;

α – коефіцієнт температуропровідності, $\alpha = 0,08 \text{ см}^2/\text{с}$

Дані розрахунку наведені в таблиці 2.3. За отриманими даними будуюмо графік термічного циклу. Після цього криву охолодження (починаючи з температури $A_{с3}$ наносимо на діаграму термодинамічного розпаду аустеніту для сталі Ст3сп.

Таблиця 2.3

Час, с	10	20	30	35	40	45	50	55	60
Температура, Т, °С	9182	1125	469	352	278	229	194	167	147

Для таврового з'єднання ГОСТ 14771-76 УП – з'єднання ТЗ катет 3 розрахунок термічного циклу виконується за схемою наплавлення на масивний виріб.

Відстань від вісі шву до точки з максимальною температурою $T_{\max}$, вважаючи, що $T_{\max} = 1200^\circ\text{C}$, знаходимо за формулою:

$$r_0 = \sqrt{\frac{0.368q}{\frac{\pi}{2} \cdot c\gamma \cdot T_{\max}}}$$

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q – ефективна теплова потужність, Дж.

$$q = I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta$$

η – ефективний ККД нагріву.

$V_{зв}$ – швидкість зварювання, см/с;

C_y – об'ємна теплоємність, для сталі 5 Дж/см³

$$q = 210 \cdot 30 \cdot 0.8 = 5040 \text{ Дж}$$

$$r_0 = \sqrt{\frac{0.368 \cdot 5040}{\frac{3.14}{2} \cdot 5 \cdot 1200}} = 0.475 \text{ см};$$

Розрахунок температури в часі будь-якій точці виконується за формулою:

$$T(r^0, t) = \frac{q}{2\pi\lambda V t} \exp\left(-\frac{r_0^2}{4\alpha t}\right)$$

q – ефективна теплова потужність, Дж.

Λ – коефіцієнт теплопровідності, $\Lambda = 0.4$ Дж/см *с*К

$V_{зв}$ – швидкість зварювання, см/с;

α – коефіцієнт температуропровідності, $\alpha = 0.08$ см²/с

Дані розрахунку наведені в таблиці 2.4. За отриманими даними будуємо графік термічного циклу. Після цього криву охолодження (починаючи з температури A_{c3} наносимо на діаграму термокінетичного розпаду аустеніту для сталі Ст3сп.

Таблиця 2.4. Розрахунки термічного циклу.

Час, с	10	20	30	35	40	45	50	55	60
Температура, Т, °C	762	326	206	174	151	133	119	107	98

Розрахунок точки A_{c3} виконується за формулою:

$$A_{c3} = 910 - 229C + 32Si - 25Mn - 8Cr - 18Ni + 2M + 117V - 24Cu + 7W - 120B$$

$$A_{c3} = 910 - 229 \cdot 0.14 + 32 \cdot 0.15 - 25 \cdot 0.45 - 8 \cdot 0.3 - 18 \cdot 0.3 - 24 \cdot 0.3 = 856 \text{ °C}$$

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

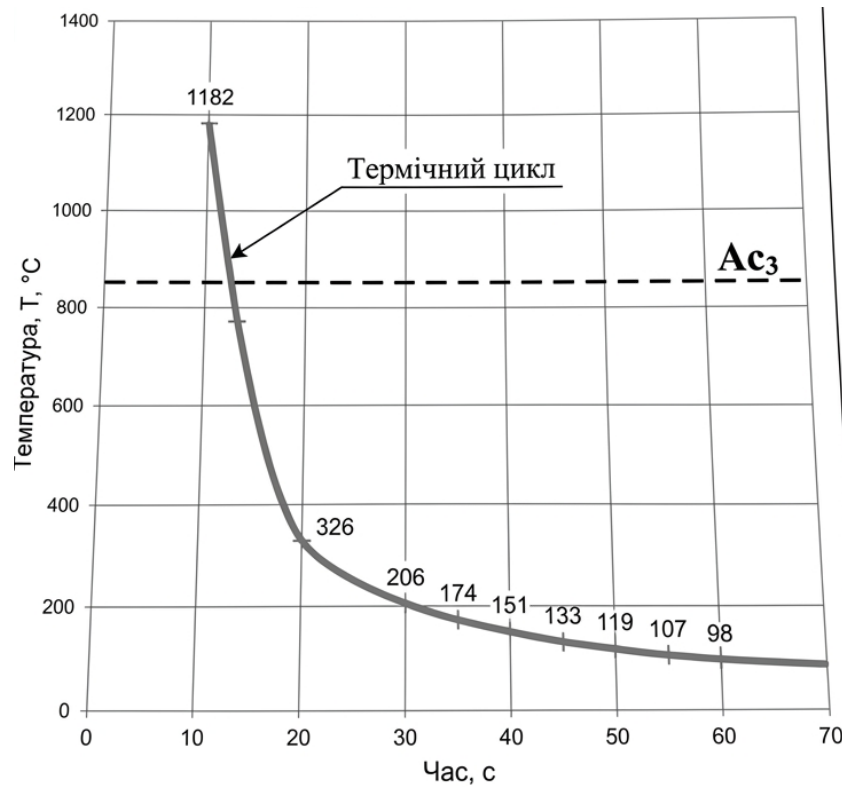


Рисунок 2.5. Термічний цикл сталі Ст3сп: 1 – ТЗ-Δ5.

За отриманим значенням будуюмо та переносимо криву охолодження на діаграму термодинамічного розпаду аустеніту сталі ВСт3 (рисунок 2.6)

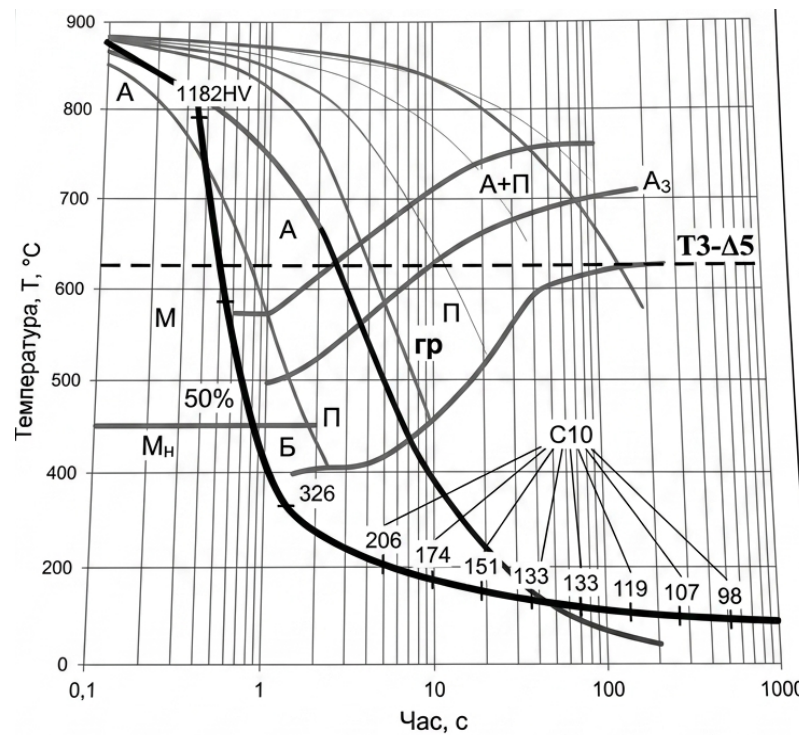


Рисунок 2.6 Діаграма термодинамічного розпаду аустеніту сталі ВСт3

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведені розрахунки дозволяють визначити параметри процесу зварювання, що характеризується нормальним режимом. У таких процесах зварювальний струм, основний параметр режиму не перевищує прийнятих норм. Продуктивність процесу зварювання при цьому найчастіше не відповідає вимогам сучасного виробництва.

Розробляються і знаходять застосування в деяких випадках технологічні процеси зварювання, що характеризуються «підвищеним» режимом. Швидкість зварювання однопровідних швів на таких режимах збільшується в 1,5-2 рази в порівнянні зі зварюванням на нормальному режимі. Однак прагнення до підвищення продуктивності процесу нашкоджується на ряд серйозних перешкод. Аналізуючи отримані результати по термічному циклі, бачимо, що при даних режимах можливе утворення мартенситних структур, особливо при тавровому зварюванні.

Висновок

1. Було проаналізовані зварні з'єднання та обрані типи та розміри, які дозволяють якісні зварні шви та отримати продуктивність зварювання на достатньо високому рівні.
2. Проведений розрахунок зварювання дозволяє виконати оптимальне зварювання та одержати бездефектне з'єднання.
3. Розрахунок термічного циклу дозволяє отримати дані для побудови діаграми термокінетичного розпаду аустеніту.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.131.4121.01.05.03.ПЗ						
Змн.	Арк.З	№ докум.	Підпис№	Дата							
					Технологічний процес складання і зварювання.			Літ.	Арк.	Дата	Аркушів
Студент		Алпацький О.М.,								Арк.	
Консульт.					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ			НУК			Арк.
Керівник		Костін О.М.									
Зав. кафедр.		Драган С.В.	Підпис	Дата							
		№ докум.									

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ І ЗВАРЮВАННЯ.

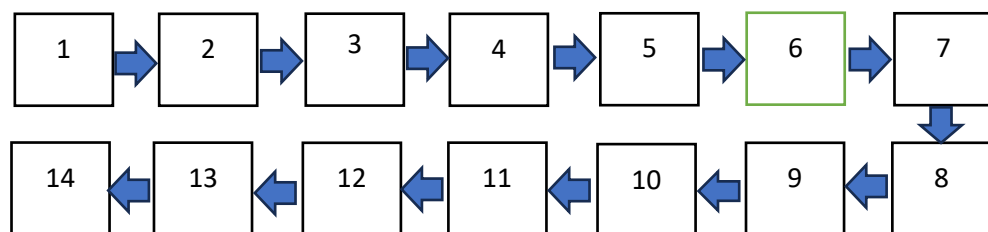
3.1. Принципова послідовність складання та зварювання.

Технологічний процес виготовлення стійки, що розглядається у даному дипломному проекті передбачає виготовлення стійки виконується на складально-зварювальній універсальній постелі. На першому етапі встановлюється основа і закріплюватися за допомогою важільних захоплень. Після закріплення основи, на неї встановлюється стінка, яка фіксується упорами з одного боку, потім здійснюють прихватки. Після цього встановлюється друга стінка. Після установки і прихватки стінок проводиться обварка, механізованим зварюванням у середовищі захисних газів.

На наступному етапі встановлюються ребра жорсткості, на зазначених заздалегідь місцях, виробляються прихватки і подальша обварка.

На четвертому етапі встановлюється вставне ребро жорсткості та проводиться обварка механізованим зварюванням.

Послідовність технологічного процесу виготовлення барабана наведена на рис. 3.1.



1. Встановлення основи.
2. Закріплення основи.
3. Контроль якості.
4. Складання стінки до основи.
5. Зварювання стінки до основи.
6. Контроль якості.
7. Складання другої стінки до основи.
8. Зварювання другої стінки до основи.

9. Контроль якості.
- 10.Складання ребер жорсткості до стінки та основи.
- 11.Зварювання ребер жорсткості до стінки та основи.
- 12.Контроль якості.
- 13.Складання вставного ребра жорсткості до стінки.
- 14.Зварювання вставного ребра жорсткості до стінки.
- 15.Здавання балки до ВТК.

Рис.3.1. Схема технологічного процесу виготовлення барабану стрічкового конвеєра

Технологічний процес заготовки деталей з прокату починається з підбору металу за розмірами і марками сталі і може включати наступні операції: правку, розмічування, різання, обробку кромek, згинання та очистку під зварювання.

Очищення та ґрунтування листів

Після надходження листів на завод, спочатку їх очищують від іржі та бруду. Очищення листів виконують дробоструменевим способом. Сутність способу полягає у використанні кінетичної енергії дробу, що викидають дробоструменні апарати на лист. Після очищення листів їх ґрунтують. Наносять на листи шар ґрунту для захисту поверхні від іржі та бруду.

Після очищення та ґрунтування листи надходять на розмітку.

Розмітка

При масовому виготовленні деталей з листового металу різання може проводитися без попередньої розмітки, по упорах. Звичайно ж розмітка є необхідною операцією.

Виготовлення деталі починається з розмітки листа під вирізку заготовок, що не є складністю і виконується за допомогою лінійки, циркуля, керна і молотка.

Перевірка правильності розмітки проводиться ВТК заводу і якщо відхилення від розмірів не перевищують 5 мм (при довжині до 10 м) і 10 мм (при

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

довжині понад 10м), а різниця діагоналей розміченого прямокутника не перевищує 5 мм, листи подаються на різку.

При розмітці необхідно враховувати припуски на лінійні укорочення від зварювання і вони повинні бути вказані в технологічній документації.

У середній частині кожної розміченій на листі заготовки, поза зоною подальшої обробки, наноситься маркування з зазначенням:

марки сталі;
номери правки;
порядкового номера заготовки;
діаметра;
товщини листа;
позначення креслення.

Різання металу

При виготовленні деталей прямої застосовують два способи різання:

механічний;
газовий.

В листорозкрійних цілях широко застосовується газокисневе різання металу. Цей спосіб різання заснований на здатності заліза згорати при 1300-1350°C досить сильним і належним чином спрямованим струменем кисню настільки швидко, що суміжні з смугою згорання місця не встигають при цьому значно нагрітися. Газове різання при виготовленні деталей прямої проводиться автоматично.

Для автоматичного різання застосовують стаціонарні газорізальні установки, обладнані спеціальними столами для укладання листів під різання. У процесі різання лист залишається нерухомим, а різак (або блок різаків) пересувається вздовж лінії різку.

Складання та зварювання

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відкалібровані і очищені від окалини деталі з обробленими поздовжніми краями поступають на складальний стенд, який представляє собою раму з встановленими на ній декількома парами ковзаник. Для складання підбирають деталі з мінімальним розходженням по ширині.

Складання починають з установки на кантувач деталі номер 2 горизонтально. На деталь номер 2 вертикально встановлюються одразу дві деталі номер 1 і 3 та фіксують їх. Після того як ці деталі склали, їх фіксують та починають зварювати. Зварюють деталі швом Т8. Спочатку накладають підварювальний шов. Підварювальний шов накладається у захисному газі зварювальним дротом діаметром 1,2 мм. Після накладання підварювального шва, накладається основний шов. Після зварювання деталей 2 та 3 до отриманої конструкції приварюють деталі 5 і 6. Далі приварюють ребра жорсткості. Ребра жорсткості приварюються швом Т3. Шов Т3 накладається у захисному газі зварювальним дротом діаметром 1,2 мм. Після приварювання ребер жорсткості до отриманої конструкції приварюються дві деталі фундаменту. Деталі фундаменту приварюються швом Т6 і Т8. Шов Т6 і Т8 накладається за допомогою зварювання у захисному газі зварювальним дротом 1,2 мм.

3.2 Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів

На механічні і фізико-хімічні властивості металу шва неабиякий вплив має його хімічний склад. Тому, для отримання властивостей, які задовольняють вимогам надійності і якості конструкції дуже важливим є правильний вибір зварювальних матеріалів.

Першою умовою при виборі зварювальних матеріалів для зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей є одержання цільних безпористих швів. Основною причиною виникнення пор є насичення металу шва воднем, азотом і гальмування реакції окислення вуглецю в період кристалізації зварювальної ванни.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Іншою умовою, при виборі зварювальних матеріалів є одержання металу шва, який володіє високою технологічною міцністю, тобто, стійкістю до утворення гарячих тріщин.

Третьою умовою є – отримання металу шва з вимогами щодо експлуатації міцності.

Четверта умова - низька вартість і доступність зварювальних матеріалів. Для виготовлення поперечної балки використовується сталь категорії Д32. Для зварювання сталі цієї категорії можуть застосовуватися такі категорії зварювальних матеріалів які вказані у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 Категорії зварювальних матеріалів

Категорія зварювальних матеріалів	A	B	D	E	A32,A36	D32,D36	E32,E36	F32,F36	A40	D40	E40	F40
1, 1S, 1T, 1M, 1TM, 1V	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1YS, 1YT, 1YM, 1YTM, 1YV	+	-	-	-	+1	-	-	-	-	-	-	-
2, 2S, 2T, 2M, 2TM, 2V	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2Y, 2YS, 2YT, 2YM, 2YTM, 2YV	+	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-
2Y40, 2Y40S, 2Y40T, 2Y40M, 2Y40TM, 2Y40V	2				+	+	-	-	+	+	-	-
3, 3S, 3T, 3M, 3TM, 3V	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
3Y, 3YS, 3YT, 3YM, 3YTM, 3YV	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
3Y40, 3Y40S, 3Y40T, 3Y40M, 3Y40TM, 3Y40V	2				+	+	+	-	+	+	+	-
4Y, 4YS, 4YT, 4YM, 4YTM, 4YV	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
4Y40, 4Y40S, 4Y40T, 4Y40M, 4Y40TM, 4YV	2				+	+	+	+	+	+	+	+

Цим категоріям зварювальних матеріалів відповідають такі вітчизняні та іноземні марки зварювальних матеріалів, як у таблицях 3.3 – 3.4

Категорія зварювальних матеріалів	СНД	Голландія	Швеція
2YMS	Св-08Г2С+С1 Св-08Г2С+С1	—	—
3Y40MS	Св-08ГСНТ+С1 Св-08ГСМТ+С1 Св-08ГСНТА+С1 48ПП-8Н+С1	PZ6111+M21(НН) PZ6113+С1(НН) PZ6113+M21(НН) PZ6113S+С1(НН) PZ6111HS+С1(НН)	OK Autrd 12.50+M21 OK Autrd 21.51+С1 O K Autrd 12.64+С1 Elgacre:DWA50+M21(ННН) Elgacre: DWA55E+С1(ННН) Elgacre: MXA100+M21(ННН)

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нижче приведено хімічний склад дротів, які використовуються для зварювання.

Таблиця 3.4 Хімічний склад дротів сталевих зварювальних (ГОСТ 2246-70)

Марка дроту	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P	Інші елементи
Низьковуглецевий дріт										
Св-08А	—	0,06	0,35...0,60	0,1	0,25	—	—	0,02	0,02	0,01 Al
Св-08ГА	—	0,06	0,80...1,10	0,1	0,25	—	—	0,025	0,03	—
Св-10ГА	0,12	0,06	1,10...1,40	0,2	0,3	—	—	0,025	0,03	—
Св-10Г2	0,12	0,06	1,50...1,90	0,2	0,3	—	—	0,03	0,03	—
Легований дріт										
Св-08ГС	0,1	0,60...0,85	1,40...1,70	0,2	0,25	—	—	0,025	0,03	—
Св-08Г2С	0,05...0,11	0,70...0,95	1,80...2,10	0,2	0,25	—	—	0,025	0,03	—
Св-10ГН	0,12	0,15...0,30	0,90...1,20	0,2	0,90...1,20	—	—	0,025	0,03	—
Св-08ГСМТ	0,06...0,11	0,40...0,70	1,00...1,30	0,3	0,3	0,20...0,40	0,05...0,12	0,025	0,03	—
OK Autrod 12.20, 4мм	0.1	0.07	0.91	0.05	0.01	—	—	0.019	0.01	Al 0.005Cu 0.09

Для механізованого зварювання в захисній газовій суміші (82%Ar і 18%CO₂) (ГОСТ 8050-85), фізико-хімічним показникам суміші повинна відповідати нормам записаним в таблицях 3.5, 3.6. Застосуємо проволоку ОК Tubrod 15/14. Порошковий дріт фірми ESAB ОК Tubrod 15.14

Це рутиловий порошковий дріт розроблений для економічного позиційного зварювання у всіх просторових положеннях. Із цим дротом використовується будь-який тип захисного газу. При позиційному зварюванні допустимі високі величини напруги й струму дуги. Зварювальна ванна легко контролюється в обох напрямках вертикального зварювання (нагору й зверху вниз), шлаки легко віддаляються. Рутилові порошкові дроти мають струйно-краплинне перенесення металу через дугу у всьому діапазоні зварювального струму й характеризуються чудовими зварювальними характеристиками, широким діапазоном зварювальних параметрів і гарним зовнішнім виглядом швів. Порошкові дроти утворюють швидко твердіючі шлаки, призначені для

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

продуктивного зварювання у всіх просторових положеннях. Різновидом є дроти призначені для зварювання в нижньому положенні, які утворюють більш текучі шлаки забезпечують більше високу швидкість зварювання.

Таблиця 3.5 Хімічний склад наплавленого металу при зварюванні порошковими дротами.

Марка дроту	C,%	Mn,%	Si,%	Ni,%	P,%	S,%
ESAB, OKTubrod 15.14	0,05	1,4	0,5		<0,025	<0,025

Таблиця 3.6 Механічні властивості металу шва при зварюванні порошковими дротами.

Марка дроту	Re, МПа	Rm, МПа	$\sigma_{0.2}$, (A5), %
ESAB, OK Tubrod 15.14	420	510	26

Фізико-хімічні показники 82%Ar і 18%CO₂ вказані в таблицях 3.7 і 3.8

Таблиця 3.7 Склад двоокису вуглецю.

Показник	Вищий сорт (норма)	Перший сорт (норма)
Об'ємна частка CO ₂ , % не менша	99,8	99,5
Масова частка водяних парів при температурі 20С і тиску 101,3 кПа, г/см не більша	0,037	0,184

Таблиця 3.8 Склад аргону вищий сорт.

Показник	Норма
Вміст Ar, %, не менше	99,99
Вміст O ₂ , %, не більше	0,001
Вміст N ₂ , %, не більше	0,008
Вміст водяних парів, г/см , при нормальних умовах(20°C і 760 мм. рт. ст.	0,01
Ar при 760мм рт. ст. і температурі, не вище	-58
Вміст CO ₂ і вуглеводнів в сумі, %,не більше	0,001

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Обґрунтування вибору зварювального обладнання

При виготовленні конструкцій стійки застосовуються механізоване зварювання у суміші $Ar+CO_2$. Для механізованого зварювання плавким електродом застосовуємо зварювальні напівавтомати виробництва вітчизняного виробника Каховського заводу електрозварювального обладнання (КЗЕСО). Зварювальні напівавтомати КЗЕСО з широким діапазоном регулювання зварювальних параметрів призначені для зварювання суцільним дротом маловуглецевих і низьколегованих сталей у захисному середовищі вуглекислого газу, а також легованих і нержавіючих (корозійностійких) сталей у середовищі аргону довгими та переривчастими швами, у всіх просторових положеннях. Також це обладнання має низьку вартість. Технічні характеристики наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 Технічна характеристика зварювальних напівавтоматів.

Технічна характеристика	ПДГ 508М	ПДГ 508М-1 ПДГ 508М-2	КП 003	КП 006
Іном, при ПВ=60% та циклі зварювання 5 хвил, А	500	315-500	500	500
Витрата захисного газу, л/год	480-1280	480-1280	480-1280	480-1400
Межі регулювання зварювального струму, А	60-500	60-500	50-315 60-500	60-315 60-500
Діаметр електродного дроту, мм- суцільний- порошковий	1,2-2,0	0,8-1,4; 1,2-2,00,8-1,4; 1,2-2,0	0,8-1,4; 1,2-2,00,8-1,4; 1,2-2,0	0,8-1,4; 1,2-2,00,8-1,4; 1,2-2,0
Межі регулювання швидкості подачі, м/год	120-1200	140-730	80-800	120-850
Регулювання подачі дроту	східчасте	східчасте	плавне	плавне
Джерело живлення (рекомендований)	КИУ 501	КИУ 501	КИУ 301КИУ 401КИУ 501	КИУ 301КИУ 401КИУ 501
Маса, кг- устрою що подає- джерела живлення	24260	21260	17260	12260

З джерел живлення для механізованого зварювання можна рекомендувати зварювальні випрямлячі виробництва Каховського заводу електрозварювального устаткування (КЗЕСО).

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— універсальні зварювальні випрямлячі для комплектації зварювальних напівавтоматів і автоматів для зварювання в середовищі захисних газів і під флюсом, а також для ручного дугового зварювання, різання штучними електродами всіх типів на прямій і зворотній полярності. Технічна характеристика випрямлячів приведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 Технічна характеристика зварювальних випрямлячів

Технічна характеристика	КИУ 1201	КИУ 301	КИУ 501
Номінальний зварювальний струм, А	1250	315	500
Межі регулювання зварювального струму- падаюча- жорстка	200-1250250-1250	50-31560-315	50-50060-500
Споживана потужність, кВА	120	24	40
Напруга холостого ходу, В	85	72	85
Маса, кг	550	190	260

Каховський завод електрозварювального устаткування випускає пальники для дугового зварювання. Пальники призначені для дугового зварювання в середовищі CO₂ а також у суміші газів у всіх просторових положеннях сталевим суцільним і порошковим дротом.

3.4 Контроль якості зварних з'єднань

Методи контролю зварних з'єднань встановлені ДСТУ 3242-80. У ньому визначені методи контролю залежно від виду та розмірів дефектів, їх розташування, товщини матеріалів, а також способів зварювання.

3.4.1 Контроль зварювальних робіт і зварних швів, при виготовленні конструкцій і деталей, повинен здійснюватися контрольними органами підприємства. Результати контролю повинні реєструватися за встановленою на підприємстві формою, зберігатися до здачі об'єкта і пред'являтися інспектору Регістру на його вимогу для розгляду.

- Неруйнівний контроль зварних швів може виконуватися наступними методами:\ зовнішнім оглядом (візуальний контроль);

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- магнітопорошковий контроль;
- капілярний контроль;
- радіографічний контроль, рентгено- або гамаграфування;
- ультразвуковий контроль.

Застосування конкретного методу неруйнівного контролю встановлюється в технічній документації проєкту в залежності від відповідальності конструкції і типу зварного з'єднання.

Неруйнівний контроль здійснюється за узгодженими зі стандартами або методиками.

3.4.2 Контролю зовнішнім оглядом та вимірюванню підлягають всі зварні шви по всій довжині з обох сторін, до контролю їх іншими методами. Перед контролем зовнішнім оглядом та вимірюванням зварні шви повинні бути акуратно очищені від шлаку та забруднень. При контролі швів вимірюванням, повинно бути встановлено відповідність розмірів зварних швів вимогам креслення. Вимірювання виконується не менше ніж через кожен метр шва, але не менше одного вимірювання на кожному окремому шві, а також в місцях, де при зовнішньому огляді ймовірні відхилення від допустимих розмірів.

3.4.3 Радіографічному контролю підлягають шви, зварювання яких виконується на повну товщину металу (з повним проплавленням). Даний метод контролю виконується для знаходження таких дефектів: тріщин, непроварів, пор та шлакових включень.

При контролі зварних швів зовнішньої обшивки знімок повинен бути розташований по осі стика на перехресті швів таким чином, щоб він частково охоплював паз. Оцінка зварних з'єднань за результатами контролю проводиться за 3-бальною шкалою. З'єднання, які оцінені балами 2 та 3 вважають придатними. З'єднання, оцінені балом 1, бракуються та підлягають виправленню.

3.4.4 Контролю випробовуванням на міцність та щільність металу швів підлягають готові зварні з'єднання, непроникних зварних конструкцій. Методи та

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметри контролю призначаються робочими кресленнями та спеціальними технічними умовами.

Розчин мильної піни наноситься на рівні ділянки методом напилення. Встановлюється прилад для проведення випробування, за допомогою ежектору створюється вакуум в камері. Якщо при перевірці з'явилися повітряні бульбашки, то за допомогою мановакууметра перевіряються показники, які повинні бути в межах 0,2-0,21 бар. Всі з'єднання, які підлягають контролю, повинні мати доступ для огляду.

Випробовування триває 5-10 хвилин, та проводиться при температурі не нижче - 10 °С.

3.4.5 У випадку випробовування зварних з'єднань без повного проплавлення змочуванням керосином, після виконання першого проходу шва з однієї сторони (у відповідності до ГОСТ 3285-77) продовжувати зварювання дозволяється через добу після закінчення випробування, для

абезпечення висихання керосину. При цьому безпосередньо перед зварюванням необхідно провести прожарювання зварювальним пальником зварних крайок. У випадку роботи у складально доступних і замкнених місцях, перед прожарюванням крайок, необхідно провести газовий аналіз на предмет гранично допустимих концентрацій у повітрі парів легкозаймистої рідини.

3.4.6 Виправлення зварних швів, які мають дефекти, необхідно виконувати до подальшого контролю. Контроль, після виправлення дефектів, які були забраковані результатами рентгеноконтролю та контролю герметичності з'єднання, необхідно проводити в повному обсязі всіма видами та методами контролю, які передбачені технічною документацією для з'єднання, яке підлягає контролю.

3.4.7 Оцінку якості та прийом виправлених зварних з'єднань необхідно виконувати аналогічно, як і при першому контролі.

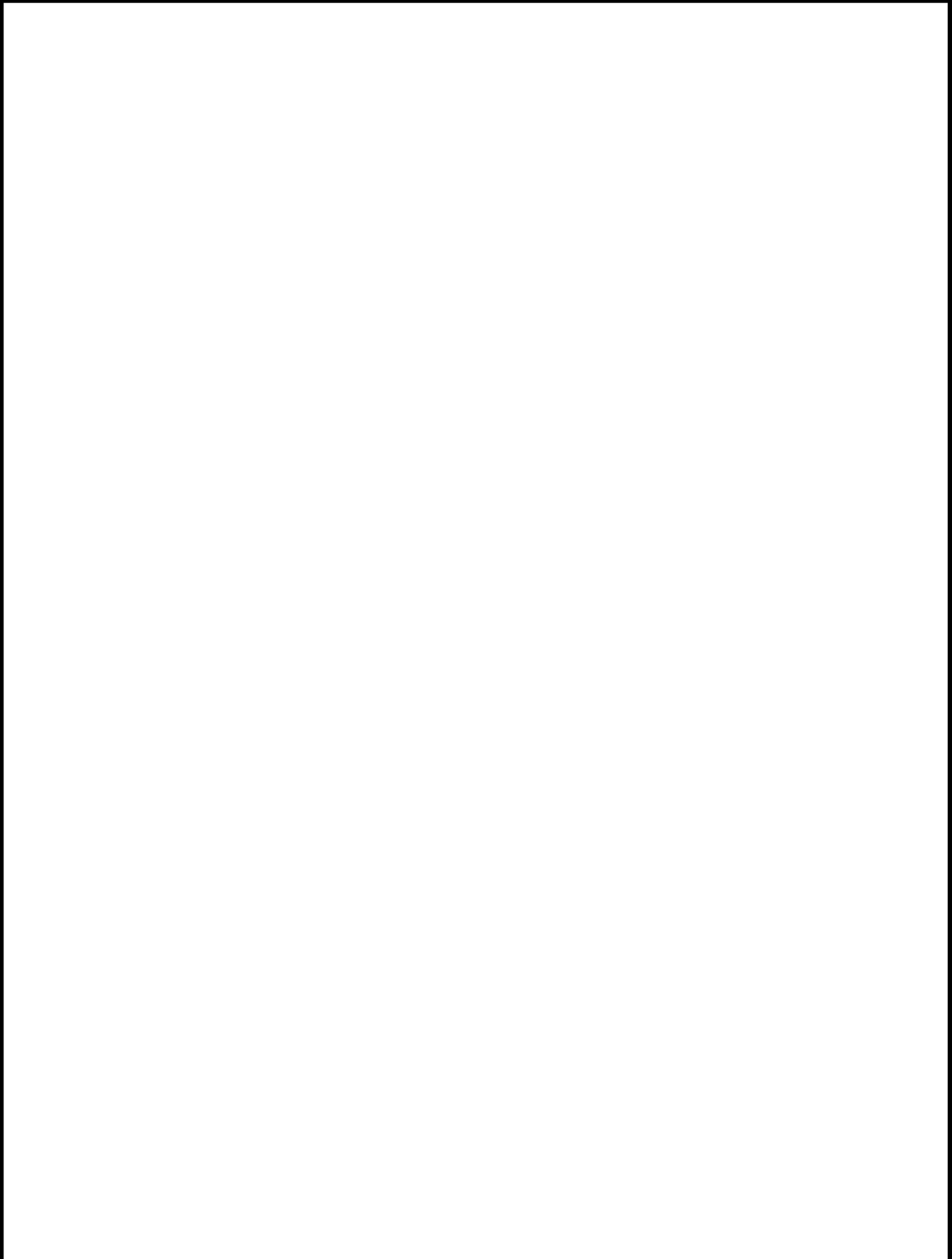
					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо в зварному з'єднанні, після контролю, не виявлено дефектів, то воно вважається придатним та підлягає подальшому контролю.

ВИСНОВКИ

Розроблено технологію складання та зварювання секції із застосуванням розробленого складального і вибраного зварювального обладнання та матеріалів. Обрано зварювальне обладнання яке забезпечує стійке горіння дуги при різних видах зварювання, які застосовуються для виготовлення даної конструкції. Для механізованого зварювання в середовищі суміші захисних газів пропонується використовувати механізм подачі КП 006 разом з джерелом живлення КИУ-501. Зварювання виконується переважно механізованим способом у суміші захисних газів (82% Ar+18%CO₂), у якості зварювальних матеріалів для механізованого способу зварювання використано порошковий дріт ESAB, OKTubrod 15.14.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					ДП.131.4121.01.05.04.ПЗ								
Змн.	Арк.З	№ докум.	Підпис	№	Дата								
						Охорона праці.				Літ.	Арк.	Дата	Аркушів
Студент		Алпаський О.М								Арк.			
Консульт.						ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ				НУК			Арк.
Керівник		Костін О.М.											
Зав.кафедр.		Драчук С.В											
		№ докум.	Підпис	№	Дата								

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Вступ

Розвиток економіки нашої країни передбачає постійне прискорення темпів розвитку промисловості, що вимагає широкої механізації і автоматизації виробничих процесів, впровадження нової техніки і технологій. При цьому питанням охорони праці приділяється значна увага, оскільки від цього залежить економічна ефективність промислового виробництва і соціальна стабільність суспільства.

Охорона праці — це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці, що є частиною трудового законодавства.

Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує.

Завдання охорони праці — звести до мінімальної ймовірності ураження або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпечних і шкідливих виробничих факторів. До небезпечних відносяться виробничі фактори, вплив яких на працюючого в певних умовах приведе до травми або раптового різкому погіршенню здоров'я; до шкідливих — виробничі фактори, вплив яких на працюючого в певних умовах приведе до захворювання або зниження працездатності.

До небезпечних факторів відносять відкриті струмоведучі частини устаткування, деталі машин і механізмів, що рухаються, розпечені тіла, можливість падіння з висоти самого працюючого або деталей і предметів, наявність балонів, цистерн зі стислими або шкідливими речовинами і т.п. До шкідливих факторів відносять шкідливі домішки в повітрі, несприятливі метеорологічні умови, промениста теплота, недостатнє освітлення, вібрація, шум, ультразвук і інфразвук, іонізуюче

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і лазерне випромінювання електромагнітні поля, напруженість і важка праця, наявність шкідливих мікроорганізмів і т.п.

Між небезпечними і шкідливими факторами часто не можна провести чіткої границі. Один або другий фактор може привести до нещасного випадку.

Нещасний випадок на виробництві — вплив на працюючого небезпечного виробничого фактора при виконанні їм трудових обов'язків або завдань керівника робіт.

Вплив на людину шкідливого виробничого фактора може привести до професійного захворювання, наприклад, пневмоконіозу у шахтарів, що практично не зустрічається в побуті, а гостре респіраторне захворювання може виникнути через несприятливі метеорологічні умови як на виробництві, так і в побуті. Результатом нещасного випадку є травма — ушкодження тканин організму і порушення його функцій зовнішнім впливом .

Виробнича санітарія — це система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають або зменшують вплив на працюючих шкідливих виробничих факторів. До виробничої санітарії відносять гігієну праці (область профілактичної медицини, що вивчає умови збереження здоров'я на виробництві, і заходи, що сприяють цьому), а також технічні засоби: пристрої вентиляції, опалення, кондиціонування повітря, тепло-, газо- і водопостачання, каналізації, очищення і нейтралізації викидів шкідливих речовин в атмосферу і водойми, освітлення, захисти людини від вібрацій, шуму, дії шкідливих випромінювань і полів, санітарні і побутові спорудження і пристрої і т.п.

Техніка безпеки — це система організаційних заходів і технічних засобів, що запобігають вплив на працюючих небезпечних виробничих факторів .

Пожежна і вибухобезпека — це система організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на профілактику і ліквідацію пожеж і вибухів, обмеження їхніх наслідків . Застосування засобів колективного і індивідуального захисту є

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

однією з найпоширеніших заходів попередження несприятливого впливу на працюючих небезпечних і шкідливих виробничих факторів .

Засоби колективного захисту призначені для одночасного захисту двох і більше працюючих, засобу індивідуального захисту — для захисту одного працюючого. Вони можуть ставитися як до техніки безпеки (наприклад, каска, що захищає від травм), так і виробничої санітарії (респіратори або навушники, що захищають від шкідливих виробничих факторів).

14 жовтня 1992 року Верховною Радою України був прийнятий закон «Про охорону праці», де зазначений основний принцип державної політики в області охорони праці: „... комплексного рішення задач охорони праці на основі національних програм, з цих питань і з урахуванням інших напрямків економічної і соціальної політики, досягнень в області науки, техніки і охорони навколишнього середовища..., соціального захисту працівників, повного відшкодування збитку особам, що постраждали від нещасних випадків на виробництві..., встановлення середніх нормативів по охороні праці для підприємств.”

Дійсний закон визначає основні положення по реалізації конституційного права громадян по охороні їхнього життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, регулює при участі відповідних державних органів відносини між підприємствами і працівником з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, і встановлює єдиний порядок організаціям по охороні праці на Україні.

4.2. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при проведенні складально-зварювальних робіт і заходи щодо їхнього усунення

Виготовлення цистерн супроводжується комплексом небезпечних і шкідливих виробничих факторів (табл. 6.1).

Найбільш характерним шкідливим фактором практично для всіх способів дугового зварювання, є утворення і надходження в повітря робочої зони

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зварювальних аерозолів, що містять токсичні речовини Хімічний склад, валові і питомі виділення зварювального аерозолу залежать від виду покриття електрода, хімічного складу дроту, діаметра дроту, виду захисного газу або флюсу і від режиму зварювання. Тривалий вплив на організм зварників зварювальними аерозолями може привести до виникнення таких професійних захворювань, як пневмоконіоз, пиловий бронхіт і інтоксикації металами і газами.

Для істотного зниження надходження зварювального аерозолу в повітря робочої зони необхідне комплексне сполучення технологічних і санітарно-технічних заходів. Тому, відповідно до вимог ДСТУ 2496-94, при розробці технологічних процесів дугового зварювання варто передбачати максимально можливу механізацію і автоматизацію процесу, при виборі зварювальних матеріалів — віддавати перевагу електродам, зварювальним дротам, флюсам і захисним газам, застосування яких супроводжується мінімальним виділенням шкідливих речовин, а також передбачати застосування засобів колективного захисту (системи загальнообмінної і місцевої вентиляції; відсоси, вбудовані у зварювальне встаткування).

З технологічних заходів найбільш прості — правильний вибір режимів зварювання і зварювальних матеріалів, що забезпечують мінімальне виділення аерозолу. Так в якості захисного газу рекомендуються гази зі зниженою окисною здатністю — газові суміші на основі аргону замість вуглекислого газу. Застосовувати малі діаметри зварювального дроту інтенсивність утворення аерозолу від них знижується.

Для найбільш повного видалення зварювального аерозолу з робочої зони необхідно застосовувати ефективні місцеві відсоси (пальники з вбудованим відсосом, гнучкі настінні відсоси, вентилятори із гнучкими воздуховодами і фільтровентиляційні агрегати) у комбінації із загальнообмінною приточно-втяжною вентиляцією. Повітря, що виходить з виробничих приміщень в

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

атмосферу, повинно бути очищено від всіх шкідливих речовин, що утворюються при використанні способів зварювання.

Дугове зварювання, за винятком зварювання під флюсом, супроводжується оптичним випромінюванням в ультрафіолетових, видимих і інфрачервоних діапазонах, що багаторазово перевищує фізіологічно стерпну оком людини величину. Інтенсивність оптичного випромінювання зварювальної дуги і його спектральні характеристики залежать від потужності дуги, способу зварювання, виду зварювальних матеріалів і захисних газів. При відсутності засобів індивідуального захисту можливе враження органів зору (електроофтальмія, катаракта) і шкірних покривів (опіки та інше).

Тому при проведенні складально-зварювальних робіт необхідно користуватися захисними щитками з вбудованими світлофільтрами. Вибір світлофільтрів залежить від сили зварювального струму.

Інтенсивність інфрачервоного (теплого) випромінювання від виробів, що зварюють, і зварювальної ванни визначається температурою виробів, їхніми габаритами і конструкцією, а також температурою і розмірами зварювальної ванни. При відсутності засобів індивідуального захисту вплив теплового випромінювання в інтенсивностях, що перевищують припустимі рівні, може привести до порушень терморегуляції, тепловому удару. Контакт із нагрітим металом може викликати опіки.

Тому при проведенні складально-зварювальних робіт необхідно користуватися спецодягом.

Напруженість електромагнітних полів залежить від конструкції і потужності зварювального устаткування, конфігурації виробу, що зварюється. Характер їхнього впливу на організм визначається рівнем і тривалістю впливу. Як правило, для дугового зварювання напруженість магнітного поля незначна, тому не перевищує гранично допустимих рівнів.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шум на робочих місцях при дуговому зварюванні є чинником помірної інтенсивності. Джерела шуму — зварювальна дуга, джерела живлення і пневмоприводи. Рівень шуму від зварювальної дуги визначається стабільністю її горіння. Тому при зварюванні покритими електродами і іншими зварювальними матеріалами, у складі яких присутні елементи — стабілізатори дуги, рівень шуму не перевищує припустимі рівні звукового тиску. При зварюванні у вуглекислому газі, особливо дротом суцільного перетину, що не відрізняється високою стабільністю горіння дуги, рівні звукового тиску залежно від режиму зварювання можуть бути на 4-25 дБ(А) більше припустимих значень.

Користуватися засобами індивідуального захисту (навушники) і т.д.

Розбризкування металу при зварюванні також наслідок нестабільного горіння дуга: при зварюванні у вуглекислому газі дротом суцільного перетину воно досягає 15%, істотно менше при використанні покритих електродів і порошкових дротів і відсутній зовсім при зварюванні під флюсом. Бризки, іскри і викиди розплавленого металу і шлаків при відсутності засобів захисту можуть бути причиною опіків шкірних покривів, травмування органів зору, а також підвищують небезпеку виникнення пожеж.

Тому при проведенні складально-зварювальних робіт необхідно користуватися спецодягом і дотримуватися правил пожежобезпеки.

Небезпечним для життя людини вважається напруга більше 42 В змінного й 110 В постійного струму для приміщень зварювальних цехів і 12 В для особливо небезпечних умов (сирі приміщення, замкнуті металеві обсяги). Однак ці значення напруги є досить умовними, оскільки небезпека враження електричним струмом істотно залежить від індивідуальних особливостей організму і навколишніх умов. Наявність навіть малих кількостей алкоголю в крові різко знижує електричний опір тіла людини. Мокра або пітна шкіра має в багато разів більшу електропровідність, підвищуючи тим самим небезпеку враження струмом.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому при проведенні складально-зварювальних робіт забороняється вживати спиртні напої; користуватися тільки сухим і чистим спецодягом і дотримувати правил електробезпеки.

Статичні і динамічні фізичні навантаження у зварників при ручному і напівавтоматичному зварюванні викликають перенапруга нервової і кістково-м'язової систем організму. Статичні навантаження залежать від маси зварювального інструмента (електродотримача, шлангового тримача напівавтомата), гнучкості шлангів і проводів, тривалості безперервної роботи і підтримки робочої пози (стоячи, сидячи, напівсидячи, стоячи на колінах, лежачи на спині). Найбільші фізичні навантаження відчуються при виконанні зварювальних робіт напівсидячи і стоячи при зварюванні в стельовому положенні або лежачи на спині у важкодоступних місцях.

Динамічна перенапруга пов'язане з виконанням важких допоміжних робіт: доставка на робоче місце заготівель, зварювальних матеріалів, підйом і перенесення пристосувань, поворот вузлів, що зварюють. Такі навантаження приводять до стомлюваності зварників і погіршенню якості зварювальних швів.

Для зниження навантажень варто застосовувати засоби механізації зварювання (зварювальні маніпулятори, роликові стенди та ін.) .

Слід зазначити, що крім зазначених у таблиці небезпечних і шкідливих факторів, при електродугових процесах відзначається іонізація повітря робочої зони з утворенням іонів обох полярностей. Причиною цього є електрична і термічна іонізація в результаті електродугового процесу, а також вплив ультрафіолетового випромінювання дуги на повітря. Підвищена або знижена концентрація негативно або позитивно заряджених іонів у повітрі робочої зони також може робити несприятливу дію на самопочуття і здоров'я працюючих.

При дуговому зварюванні в захисних газах додатково з'являються небезпечні фактори (балони під тиском), які можуть бути причиною вибухів і пожеж.

4.3. Розрахунок захисного заземлення

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заземлюючий пристрій — це сукупність заземлювача і заземлюючих провідників, які з'єднують заземлюючі частини електроустановки із заземлювачем .

Визначимо припустимий опір заземлюючого пристрою.

Найбільший припустимий опір заземлюючих пристроїв і електроустановок напругою до 1000 В — $R_{\text{доп}} = 4 \text{ Ом}$, за умови, що заземлюючі пристрої електроустановок мережі з ізольованою нейтраллю при потужності трансформатора більше 1000 кВ·А.

– Визначимо питомий опір ґрунту.

Питомий опір ґрунту є опір куба ґрунту з ребром 1 м.

Вибираємо по таблиці 2.3 []. Ґрунт-супісок. Питомий електричний опір ґрунту – 300 Ом·м.

– Вибір матеріалу, розмірів заземлювача і розрахунок опору розтікання.

Заземлювач круглий (суцільного перетину), сталевий.

Зовнішній діаметр стрижня – 12 мм.

– Визначимо опір розтіканню для одного заземлювача (рис. 1):

$$R_1 = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right)$$

де ρ — питомий опір, Ом·м; l — довжина стрижня, $l = 10 \text{ м}$; d — зовнішній діаметр стрижня, м; t — глибина закладення стрижня, від поверхні землі до середини стрижня, $t = 5,5 \text{ м}$; t_0 — глибина закладення стрижня, від поверхні землі до верхнього торця стрижня, $t_0 = 0,5 \text{ м}$.

$$R_1 = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 10} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 10}{0,012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 5,5 + 10}{4 \cdot 5,5 - 10} \right) = 37 \text{ Ом}.$$

Умова $R_1 > R_{\text{дол}}$ не виконується, то необхідно застосувати кілька штучних замінників з'єднаних паралельно.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

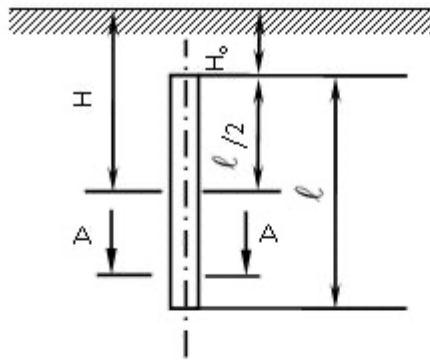


Рис. 6.1. Розміщення одного заземлювача

– Визначимо необхідне число паралельно з'єднаних заземлювачів:

$$n' = \frac{R_1}{\eta_{\text{в}} \cdot R_{\text{доп}}} = \frac{37}{1 \cdot 4} = 9,3,$$

де $\eta_{\text{в}}$ — коефіцієнт використання заземлювача враховуюче їхнє взаємне екранування, $\eta_{\text{в}} = 1$.

Приймаємо $n' = 10$.

– Визначимо фактичний опір штучних заземлювачів:

$$R_{\text{еф}} = \frac{R_1}{(n \cdot \eta_{\text{ф}})} = \frac{37}{(10 \cdot 0,62)} = 5,97 \text{ Ом},$$

де $\eta_{\text{ф}}$ — фактичний коефіцієнт використання заземлювача по таблиці 2.4 [], $\eta_{\text{ф}} = 0,62$.

Для зв'язку вертикальних заземлювачів застосуємо сполучну смугу (рис. 2).

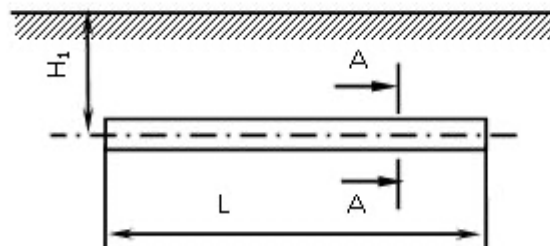


Рис. 6.2. Розміщення сполучної смуги

Опір розтікання сполучної смуги визначимо, як опір протяжного смугового заземлювача розташованого уздовж.

– Визначимо опір розтіканню сполучної смуги:

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{1n} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{l^2}{d \cdot t}$$

де а — відстань між електродами, а = 10м; t — глибина закладення смуги, від поверхні землі до середини смуги, t = 0,5 м; l — довжина смуги, l = 1,05 * 10 * 10 = 105 м; d = 0,012 м

$$R_{1n} = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 105} \cdot \ln \frac{105^2}{0,012 \cdot 0,5} = 6,56 \text{ Ом.}$$

– *Визначимо опір смуги:*

$$R_n = \frac{R_{1n}}{\eta_n} = \frac{6,56}{0,62} = 10,6 \text{ Ом,}$$

де η_n — коефіцієнт використання смуги по таблиці 2.5 [], $\eta_n = 0,62$.

– *Визначимо фактичний опір розтікання заземлюючого пристрою з вертикальних заземлювачів і сполучної смуги:*

$$R_z = \frac{R_{\text{еф}} \cdot R_n}{R_{\text{еф}} + R_n} = \frac{5,97 \cdot 10,6}{5,97 + 10,6} = 3,8 \text{ Ом.}$$

$R_z < R_{\text{доп}}$. Умова виконується.

4.4. Розробка правил техніки безпеки при виконанні складально-зварювальних робіт

Основні вимоги по безпечному проведенню складально-зварювальних робіт повинні задовольняти систему стандартів безпеки праці, а також ДСТУ 2496-94 "Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки", ГОСТ 12.2.003 "Правила устрою електроустановок", ГОСТ 12.2.049 "Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів", ГОСТ 12.2.007.8 "Правила технічної експлуатації установок споживачів".

Відповідальність за дотримання цих вимог покладається на керівника підрозділу, ділянки або цеху, якому підкоряються робітники і у веденні якого перебуває все устаткування. До складально-зварювальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли спеціальне навчання, і мають посвідчення на право провадження робіт і кваліфікаційну групу по техніці безпеки.

Кожний електрозварник при надходженні на роботу або при допуску до цієї роботи повинен пройти вступний (загальний) інструктаж з техніки безпеки і

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничої санітарії, а також інструктаж безпосередньо на робочому місці, яку потрібно проводити при кожному переході на іншу роботу або при зміні умов роботи. Крім того, повторний інструктаж необхідно проводити для всіх робітників не рідше одного разу в 3 місяці. Проведення інструктажу реєструється в спеціальному журналі.

Зварник повинен щорічно здавати повторні іспити на знання техніки безпеки. Крім того, зварник повинен знати правила надання першої допомоги при ураженні електричним струмом, при опіку, отруєнні, тепловому ударі або механічному впливі, а також правила пожежної безпеки.

Не рідше одного разу в рік зварник повинен проходити медичний огляд.

При проведенні складально-зварювальних робіт електрозварник зобов'язаний і повністю дотримуватися правил техніки безпеки, які запропоновані місцевими нормативними документами, а адміністрація підприємства повинна створювати умови для правильного і безпечного виконання цих робіт.

Складально-зварювальні роботи необхідно виконувати:

- в спецодязі, який складається з костюму виготовленого з брезенту з термостійким, іскростійким і вогнестійким просоченням (всесезонного (ТУ 17 України 14-15-94) або літнього (ТУ 17 України 14-16-94) варіанту), головного убору без козирка, робочих черевик або чобіт на діелектричній підшві, без металічних цвяхів та рукавиць за ДСТ 12.4.010;
- в сухому не загроможденому робочому місці з достатнім освітленням та з ефективною місцевою та загальною вентиляцією.

Забороняється:

- працювати на несправній апаратурі яка не відповідає вимогам техніки безпеки; застосовувати замість електропроводу рейки, труби, прутковий метал; працювати без спецодязі і інших захисних засобів; працювати при недостатнім освітленні робочого місця; торкатися нагрітих місць голими руками;
- вмикати наплавочну апаратуру, а потім рубильник;
- видаляти флюс з валика, якщо шлакова корка ще не потемніла;
- проводити очищення поверхні наплавленого металу, якщо шлакова корка ще не потемніла;
- не сідати на зварювальні випрямлячі або апаратні шафи – це не безпечно для життя;

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підключати до мережі і відключати від неї електрозварювальне встаткування, а також спостерігати за його станом у процесі експлуатації. Цим повинні займатися електромонтери, що мають кваліфікацію не нижче третього розряду і групу безпеки не нижче третього;
- не допускати зберігання горючих матеріалів поблизу проведення наплавочних робіт;
- залишати ввімкненим апаратуру при короткочасній відлучці;
- розмовляти з іншими людьми при ввімкненому устаткуванні.

4.5. Охорона навколишнього середовища

Охорона навколишнього середовища і раціональне використання його ресурсів в умовах інтенсивного росту промислового виробництва стала однією з актуальних проблем сучасності.

XX ст. закінчилося формуванням і зростанням глобальної кризи цивілізації в усіх напрямках – соціальному, духовному демографічному, економічному, екологічному. Про це свідчать жорсткі сутички людини з навколишнім середовищем в усіх регіонах земної кулі. Науково-технічний прогрес, швидкість якого на декілька порядків перевищує швидкість створення біосферою нових видів організмів, які були б адаптовані до змінених людиною

умов існування, породжує дедалі нові джерела збурення, тиску на біосферу, її пере забруднення, знищення природних ресурсів, катастрофічне зменшення біорозмаїтості. А економіка, що керується силами і законами ринку, активно втілює в життя все потужніші технології, які дедалі більше руйнують довкілля. Результатом активного розвитку економіки стали непередбачувані швидкі загрозливі зміни клімату, а повітря, ґрунти і поверхневі води перестали бути відновними ресурсами.

Цивілізація виникла в середині біосфери, є її частиною, і без біосфери існувати не зможе. Незважаючи на це, люди продовжують вести спосіб життя, що суперечить екологічним законам, сподіваючись на свою технічну могутність та наукові досягнення, які допоможуть вижити.

Тому, в суспільстві різко зростає роль технічної екології, призначеної оцінювати ступінь шкоди, яка завдається природі та навколишньому середовищу та розробити інженерно-технічні засоби захисту, розвивати основи здійснення замкнутих та безвідходних технологічних циклів.

Необхідність охорони навколишнього середовища, відображена в законах нашої країни. Верховна Рада України прийняла закон України «Про охорону

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

атмосферного повітря», що спрямований на збереження стану атмосферного повітря, його відновлення і поліпшення для забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини, а також запобігання шкідливого впливу на навколишнє середовище. Він визначає правові, організаційні основи в області охорони і використання атмосферного повітря.

4.6. Забруднення навколишнього середовища при проведенні складально-зварювальних робіт

Всі промислові відходи по агрегатному стані діляться на газоподібні, рідкі і тверді. Залежно від фізико-хімічних властивостей відходів і від їхньої кількості, застосовують різні методи знешкодження і переробки: механічні, хімічні, біологічні.

При проведенні складально-зварювальних робіт у навколишнє середовище виділяються шкідливі газоподібні речовини, які забруднюють повітряне середовище і негативно впливають на рослинний і тваринний мир. По агрегатному стану їх можна розділити на дві групи:

- а) зважені частки (аерозолі) твердих речовин - пил, дим; рідин - тумани;
- б) газоподібні і пароподібні речовини.

До аерозолів відносяться зважені тверді частки неорганічного і органічного походження, а також зважені частки рідини (тумани). Пил – це дисперсна малостійка система, що містить більше великих часток, чим дими і тумани. Рахункова концентрація (число часток в 1 м^3 мала в порівнянні з димами і туманами. Розрізняють пил у промислових газових викидах неорганічний і органічний. До димів відносяться аеродисперсні системи з малою швидкістю осадження під дією сили ваги. Дими утворюються при окислюванні пар металів в електричній дузі і т.д. Розміри часток у димах на багато менше, ніж у пилу і туманах, і становлять від 5 мкм до субмікронних розмірів, тобто менш 0,1 мкм. Тумани складаються із крапельок рідини, що утворюються при конденсації пар або розпиленні рідини. У промислових вихлопах при проведенні складально-зварювальних робіт тумани не виділяються, тому що відсутні роботи пов'язані із застосуванням кислот. Друга група - газоподібні і пароподібні речовини, що містяться в промислових газових вихлопах, набагато більша. До неї ставляться вуглеводні, аміни, нітросполуки, пари металів, піридини, хромати, меркаптани і багато інших компонентів газоподібних промислових відходів.

При неможливості досягти ГПК очищенням іноді застосовують багаторазове розведення токсичних речовин або викид газів через високі димарі для розсіювання домішок у верхніх шарах атмосфери. Теоретичне визначення

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентрації домішок у нижніх шарах атмосфери залежно від висоти труби і інших факторів пов'язане із законами турбулентної дифузії в атмосфері і поки розроблено не повністю. Висоту труби, необхідну, щоб забезпечити ГПК токсичних речовин у нижніх шарах атмосфери, на рівні подіху, визначають по наближених формулах.

Метод досягнення ГПК за допомогою "високих труб" служить лише паліативом, тому що не охороняє атмосферу, а лише переносить забруднення з одного району в інші.

Використання установок, зварювальних перетворювачів і деяких інших пристроїв випромінюють шум різної інтенсивності, що приводить до забруднення акустичного середовища. Тому припустимий рівень шуму на робочому місці повинен відповідати нормам за ГОСТ 12.1. 003-83 і ГОСТ 12.01. 35-81 (СТ СЭВ 2415-80). Так, для зварювального встаткування (крім зварювальних перетворювачів) частотою 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц припустимий рівень шуму відповідно 99, 92, 86, 83, 80, 78, 76 і 74 дБ.

Також при проведенні складально-зварювальних робіт можуть утворюватися такі відходи, як шматки зварювального дроту, огарки електродів і флюсовий шлак.

4.6. Заходи для запобігання забруднення навколишнього середовища

Відповідно до характеру шкідливих домішок розрізняють методи очищення газів від аерозолів і від газоподібних і пароподібних домішок. Всі способи очищення газів визначаються в першу чергу фізико-хімічними властивостями домішок, їхнім агрегатним станом, дисперсністю, хімічним складом і ін. Розмаїтість шкідливих домішок у промислових газових викидах приводить до великої розмаїтості методів очищення, застосовуваних реакторів і хімічних реагентів.

Очищення газів від аерозолів. Методи очищення по їхньому основному принципі можна розділити на механічне очищення, електростатичне очищення і очищення за допомогою звукової і ультразвукової коагуляції.

Механічне очищення газів включає сухі і мокрі методи. До сухих методів ставляться:

- гравітаційне осадження;
- інерційне й відцентрове пиловловлення;
- фільтрація.

У більшості промислових газоочисних установок комбінується кілька прийомів очищення від аерозолів, причому конструкції очисних апаратів досить численні.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гравітаційне осадження засноване на осадженні зважених часток під дією сили ваги при русі запиленого газу з малою швидкістю без зміни напрямку потоку. Процес проводять у відстійних газоходах і пилоосаджувальних камерах. Для зменшення висоти осадження часток в осаджувальних камерах установлено на відстані 40-100 мм безліч горизонтальних полиць, що розбивають газовий потік на плоскі струмені. Гравітаційне осадження дієве лише для великих часток діаметром більше 50-100 мкм, причому ступінь очищення становить не вище 40-50 %. Метод придатний лише для попереднього, грубого очищення газів.

Інерційне осадження засноване на прагненні зважених часток зберігати первісний напрямок руху при зміні напрямку газового потоку. Серед інерційних апаратів найбільше часто застосовують жалюзійні пиловловлювачі з більшим числом щілин (жалюзі). Гази обезпилюються, виходячи через щілини і міняючи при цьому напрямок руху, швидкість газу на вході в апарат становить 10-15 м/с. Гідравлічний опір апарата 100-400 Па (10-40 мм вод. ст.). Частки пилу з $d < 20$ мкм у жалюзійних апаратах не вловлюються. Ступінь очищення залежно від дисперсності часток становить 20-70 %. Інерційний метод можна застосовувати лише для грубого очищення газу. Крім малої ефективності недолік цього методу – швидке стирання або забивання щілин.

Відцентровані методи очищення газів засновані на дії відцентрової сили, що виникає при обертанні газового потоку, що очищає, в очисному апараті або при обертанні частин самого апарата. Як відцентрові апарати пилоочисники застосовують циклони різних типів: батареїні циклони, що обертаються пиловловлювачі (ротоклони) і ін.

Фільтрація заснована на проходженні газу, що очищає, через різні фільтруючі тканини (бавовна, вовна, хімічні волокна, скловолокно і ін.) або через інші фільтруючі матеріали (кераміка, металокераміка, пористі перегородки із пластмаси і ін.). Найбільше часто для фільтрації застосовують спеціально виготовлені волокнисті матеріали – скловолокно, вовна або бавовна з азбестом, асбоцелюлозу. Залежно від фільтруючого матеріалу розрізняють тканинні фільтри (у тому числі рукавні), волокнисті, із зернистих матеріалів (кераміка, металокераміка, пористі пластмаси). Тканинні фільтри, найчастіше рукавні, застосовуються при температурі газу, що очищає, не вище 60-65 °С. Для безперервного очищення тканини продувають повітряними струменями, які створюються різними пристроями – соплами, розташованими проти кожного рукава, що рухаються зовнішніми продувними кільцями і ін. Зараз застосовують автоматичне керування рукавними фільтрами із продувкою їхніми імпульсами стисненого повітря.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Волокнисті фільтри, що мають пори, рівномірно розподілені між тонкими волокнами, працюють із високою ефективністю; ступінь очищення $\eta_n = 99,5 / 99,9\%$ при швидкості фільтруючого газу 0,15-1,0 м/с і $\Delta P = 500-1000$ Па.

На фільтрах зі скловолокнистих матеріалів можливе очищення агресивних газів при температурі до 275 °С. Для тонкого очищення газів при підвищених температурах застосовують фільтри з кераміки, тонковолокнистої вати з нержавіючої сталі, що володіють високою міцністю і стійкістю до змінних навантажень; однак їхній гідравлічний опір великий – 1000 Па.

Фільтрація — досить розповсюджений прийом тонкого очищення газів. Її переваги — порівняльна низька вартість устаткування (за винятком металокерамічних фільтрів) і висока ефективність тонкого очищення. Недоліки фільтрації: високий гідравлічний опір і швидке забивання фільтруючого матеріалу пилом.

Мокре очищення газів від аерозолів засноване на промиванні газу рідиною (звичайною водою) при можливо більше розвинутій поверхні контакту рідини із частками аерозолу і можливо більше інтенсивному перемішуванню газу, що очищає, з рідиною. Цей універсальний метод очищення газів від часток пилу, диму і тумана будь-яких розмірів є найпоширенішим прийомом заключної стадії механічного очищення, особливо для газів, що підлягають охолодженню. В апаратах мокрого очищення застосовують різні прийоми розвитку поверхні зіткнення рідини і газу.

Башні з насадкою (**насадочні скрубери**) відрізняються простотою конструкції і експлуатації, стійкістю в роботі, малим гідравлічним опором ($\Delta P = 300-800$ Па) і порівняно малою витратою енергії. У насадочному скрубери можливе очищення газів з початкової запиленістю до 5-6 г/м³. Ефективність одного щабля очищення для пилів з $d > 5$ мкм не перевищує 70-80 %. Насадка швидко забивається пилом, особливо при високій початковій запиленості.

Зрошувані циклони (**відцентрові скрубери**) застосовують для очищення більших обсягів газу. Вони мають порівняно невеликий гідравлічний опір — 400-850 Па. Для часток розміром 2-5 мкм ступінь очищення становить ~ 50 %. Відцентрові скрубери високопродуктивні завдяки великій швидкості газу; у входному патрубку $\omega_r = 18-20$ м/с, а в перетині скрубера $\omega_r = 4-5$ м/с.

Пінні апарати застосовують для очищення газу від аерозолів полідисперсного состава. Інтенсивний пінний режим створюється на полках апарата при лінійній швидкості газу в його повному перетині 1-4 м/с. Пінні газоочисники мають високу продуктивність по газі і порівняно невеликим гідравлічним опором (ΔP однієї полки близько 600 Па). Для часток з діаметром $d > 5$ мкм ефективність їхнього

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вловлювання на одному полку апарата 90-99 %; при $d < 5$ мкм $\eta = 75-90$ %. Для підвищення установлюють двох- і трьохполичні апарати.

Основний недолік всіх методів мокрого очищення газів від аерозолів — це утворення більших обсягів рідких відходів (шламу). Таким чином, якщо не передбачені замкнута система водообороту і утилізація всіх компонентів шламу, то мокрі способи газоочистки власне кажучи тільки переносять забруднювачі з газових викидів у стічні води, тобто з атмосфери у водойми.

Електростатичне очищення газів служить універсальним засобом, придатним для будь-яких аерозолів, включаючи тумани кислот, і при будь-яких розмірах часток. Метод заснований на іонізації і зарядці часток аерозолу при проходженні газу через електричне поле високої напруги, створюване коронуючими електродами. Осадження часток відбувається на заземлених осаджувальних електродах. Промислові електрофільтри складаються з ряду заземлених пластин або труб, через які пропускається очищає газ. Між осаджувальними електродами підвішені дотові коронуючі електроди, до яких підводить напруга 25-100 кВ. Теоретичне вираження для ступеня вловлювання аерозолів у трубчастих електрофільтрах має вигляд

При очищенні від пилу сухих газів електрофільтри можуть працювати в широкому діапазоні температур (від 20 до 500 °С) і тисків. Їхній гідравлічний опір невеликий — 100-150 Па. Ступінь очищення від аерозолів — вище 90, досягаючи 99,9 % на багатопильних електрофільтрах при $d > 1$ мкм. Недолік цього методу — більші витрати засобів на спорудження і зміст очисних установок і значна витрата енергії на створення електричного поля. Витрата електроенергії на електростатичне очищення — 0,1-0,5 кВт на 1000 м³ газу, що очищає.

Звукова і ультразвукова коагуляція, а також попередня електризація поки мало застосовуються в промисловості і перебувають в основному в стадії розробки.

Очищення газів від пароподібних і газоподібних домішок. Гази в промисловості звичайно забруднені шкідливими домішками, тому очищення широко застосовується на заводах і підприємствах для технологічних і санітарних (екологічних) цілей. Промислові способи очищення газових викидів від газоподібних і пароподібних токсичних домішок можна розділити на три основні групи:

- абсорбція рідинами;
- адсорбція твердими поглиначами;
- каталітичне очищення.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У менших масштабах застосовуються термічні методи спалювання горючих забруднень, спосіб хімічної взаємодії домішок із сухими поглиначами і окислювання домішок озоном.

Для очищення викидів від газоподібних і пароподібних домішок застосовують і інтенсивну масообмінну апаратуру — пінні апарати, безнасадочні форсуночні абсорбер, скрубер Вентурі, що працюють при більш високих швидкостях газу. Пінні абсорбери працюють при $w_r = 1 - 4$ м/с і забезпечують порівняно високу швидкість абсорбційно-десорбційних процесів; їхні габарити в кілька разів менше, ніж насадочних скрубєрів. При достатнім числі щаблів очищення досягаються високі показники глибини очищення: для деяких процесів до 99,9 %. Особливо перспективні для очищення газів від аерозолів і шкідливих газоподібних домішок пінні апарати зі стабілізатором пінного шару. Вони порівняно прості по конструкції і працюють у режимі високої турбулентності при лінійній швидкості газу до 4-5 м/с.

Абсорбційні методи характеризуються безперервністю і універсальністю процесу, економічністю і можливістю добування більших кількостей домішок з газів. Недолік цього методу в тім, що насадочні скрубєри, барботажні і навіть пінні апарати забезпечують досить високий ступінь добування шкідливих домішок (до ГПК) і повну регенерацію поглиначів тільки при великій кількості щаблів очищення. Тому технологічні схеми мокрого очищення, як правило, складні, багатоступінчаті і очисні реактори (особливо скрубєри) мають більші обсяги.

Любий процес мокрого абсорбційного очищення вихлопних газів від газоподібних і пароподібних домішок доцільний тільки у випадку його циклічності і безвідходності. Але й циклічні системи мокрого очищення конкурентноздатні тільки тоді, коли вони сполучені з пилоочисткою і охолодженням газу.

Основні міри захисту при рівні шуму, що перевищує припустимий норми, наступні [12]: вибір по можливості мал шумних способів наплавлення, та відповідного устаткування; застосування звукоізолюючих кожухів на джерелах шуму і звукоізолюючих екранів (пересувних) [12].

Відходи дроту і електродні огарки йдуть на переробку. Різні тверді відходи вивозяться на мусорозбірники.

Найбільш надійним і самим економічним способом охорони біосфери від шкідливих викидів є перехід до безвідхідного виробництва, або до безвідхідних технологій. Термін «безвідхідна технологія» уперше запропонована академіком Н. Н. Семеновим. Під цим мається на увазі створення оптимальних технологічних

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

систем із замкнутими матеріальними і енергетичними потоками. Таке виробництво не повинне мати стічних вод, шкідливих викидів в атмосферу і твердих відходів і не повинне споживати воду із природних водойм.

Звичайно ж, поняття «безвідхідне виробництво» має трохи умовний характер; це ідеальна модель виробництва, тому що в реальних умовах не можна повністю ліквідувати відходи і позбутися від впливу виробництва на навколишнє середовище. Точніше варто називати такі системи маловідхідними, що дають мінімальні викиди, при яких збиток природним екосистемам буде мінімальний.

У цей час визначилося кілька основних напрямків охорони біосфери, які в остаточному підсумку ведуть до створення безвідхідних технологій:

- розробка і впровадження принципово нових технологічних процесів і систем, що працюють по замкнутому циклі, що дозволяють виключити утворення основної кількості відходів;
- створення безстічних технологічних систем і водооборотних циклів на базі найбільш ефективних методів очищення стічних вод;
- переробка відходів виробництва і споживання як вторинна сировина;
- створення територіально-промислових комплексів із замкнутою структурою матеріальних потоків сировини і відходів усередині комплексу.

Розробка і впровадження принципово нових технологічних процесів і систем, що працюють по замкнутому циклі, що дозволяють виключити утворення основної кількості відходів, є основним напрямком технічного прогресу.

Цей текст завершує думку про основні напрямки охорони біосфери, описані на попередній сторінці. Суть концепції «замкнутого циклу» полягає в перетворенні промисловості на систему, де відходи одного процесу стають сировиною для іншого.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП.131.4121.01.05.05.ПЗ							
Змн.	Арк.З	№ докум.	Підпис	№	Дата							
						Літ.		Арк.Дата		Аркушів		
Студент		Алпацький О.М				Економічна частина ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ НУК		Арк.			Арк.	
Консулт.												
Керівник	Арк.	Костіно О.М	Підпис	№	Дата							
Зав. кафедр.		Драган С.В.										

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Вихідні дані розрахунку:

1. Серійний об'єм продукції, один. 200
2. Ціна джерела живлення, грн. 17220
3. Ціна зварювального устаткування, грн. 10500
4. Витрата дроту на м/п, кг 0,177
5. Ціна дроту, грн./кг. 108
6. Витрати газової суміші CO₂+Ar на м/п, л. 30
7. Ціна 1 літри газу, грн. 20
8. Витрати електроенергії на зварювання м/п, кВт*г 0,2
9. Ціна 1 кВт*г, грн. 1,90
- 10.Трудовісткість зварювання, н-г. 0,45
- 11.Трудовісткість складання, н-г. 0,66
- 12.Розряд робіт 2-3
- 13.Часова тарифна ставка, грн./час 10
- 14.Рівень додаткових витрат, % 12
- 15.Норма амортизації, % 6,5
- 16.Норма витрат на поточний ремонт обладнання, % 5

Розрахунок суми додаткових капіталовкладень наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Розрахунок суми капіталовкладень

Найменування обладнання	Кількість	Вартість одиниці обладнання
Випрямляч КИУ-506	1	17220
Апарат для механізованого зварювання КП 006	1	10500

Витрати ΔК=27720 грн

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок зміни витрат на електроенергію наведені у таблиці 5.2.

Зміна витрат на електроенергію

Найменування операції	Одиниця вимірювання	Витрати на серійну програму	Серійна програма	Витрати на 1 виріб	Ціна одиниці, грн	Витрати на електроенергію, грн
Зварювання	кВт	7500	10	0,6	0,42	3150

$\Delta E = 3150 \$ \text{ грн}$

Розрахунок зміни витрат на основну заробітну плату приведені у таблиці 5.3.

Зміни витрат на ОЗП

Найменування операції	Одиниця вимірювання	Витрати на серійну програму	Серійна програма	Витрати на 1 одиницю	Ціна одиниці, грн	Витрати на ОЗП, грн
Зварювання	н-г	894	10	8,94	10	8940

Витрати на ДОЗП = 8940 грн

Розрахунок зміни витрат на зварювальні матеріали приведений у таблиці 5.4.

Зміни витрат на зварювальні матеріали

Найменування операції	Одиниця вимірювання	Витрати на серійну програму	Програма випуску	Витрати на 1 одиницю	Ціна одиниці, грн	Витрати на зварювальні матеріали, грн
Проволока	кг	227	10	0,172	54	12258
Газова суміш	л	34650	200	90	0,85	30000

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$\Delta M = 42258$ грн

Розрахунок зміни витрат на додаткову заробітну плату (ДЗП) наведений у таблиці 5.5.

Зміни витрат на ДЗП

	Сума витрат ОЗП, грн	Рівень витрат на ДЗП, %	Сума витрат на ДЗП, грн
Зварювання	8940	12	1072

$\Delta \text{ДЗП} = 1072$ грн

Розрахунок зміни витрат на амортизацію наведено у таблиці 5.6.

Зміни витрат на амортизацію обладнання

Найменування обладнання	Вартість обладнання, грн	Рівень витрат на амортизацію, %	Сума витрат на амортизацію, грн
Зварювальний випрямляч КИГ-401	17220	6,5	1120
Апарат для механізованого зварювання КП 009-1	10500		682

$\Delta A = 1802$ грн

Розрахунок зміни витрат на поточний ремонт обладнання наведено у таблиці 5.8.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміни витрат на поточний ремонт обладнання

Найменування обладнання	Вартість обладнання, грн	Рівень витрат на поточний ремонт, %	Сума витрат на поточний контроль, грн
Зварювальний випрямляч КИГ-401	17220	5	861
Апарат для механізованого зварювання КП 009-1	10500		525

Витрати на поточний ремонт $\Delta T = 1386$ грн

Розрахунок зміни цехових накладних витрат наведено у таблиці 5.9.

Операція	Сума витрат на основну зарплатню, грн	Рівень витрат на цехові накладні витрати, %	Рівень затрат на цехові накладні витрати, грн
Зварювання	8940	10	894

Витрати на цехові накладні витрати: $\Delta ЦВ = 894$ грн

Розрахунок зміни витрат на загальнозаводські накладні витрати наведено у таблиці 5.10.

Операція	Сума витрат на основну зарплату, грн	Рівень витрат на цехові накладні витрати, %	Рівень затрат на цехові накладні витрати, грн
Зварювання	8940	18	1609

Зміна витрат на загальнозаводські витрати: $\Delta ЗВ = 1609$ грн

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові показники собівартості виготовлення складального пристрою наведені у таблиці 5.11.

Таблиця 5.11. Розрахункові показники собівартості

	Показники	Одиниці вимірювання	Загальна сума витрат, грн
1	Витрати на обладнання	грн	27720
2	Витрати на матеріали	грн	42258
3	Витрати на електроенергію	грн	3150
4	Витрати на ОЗП	грн	8940
5	Витрати на ДЗП	грн	1072
6	Витрати на поточний ремонт	грн	1386
7	Амортизаційні відрахування	грн	1802
8	Цехові накладні витрати	грн	894
9	Загальнозаводські накладні витрати	грн	1609
10	Загальна собівартість на програму	грн	88831
11	Собівартість одного складального пристрою	грн	8884
12	Річна програма випуску	шт	10

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Було проаналізовані зварні з'єднання та обрані типи та розміри, які дозволяють якісні зварні шви та отримати продуктивність зварювання на достатньо високому рівні.
2. Проведений розрахунок зварювання дозволяє виконати оптимальне зварювання та одержати бездефектне з'єднання.
3. Розрахунок термічного циклу дозволяє отримати данні для побудови діаграми термокінетичного розпаду аустеніту.
4. Обрано зварювальне обладнання, яке забезпечує стійке горіння дуги при різних видах зварювання, які застосовуються для виготовлення даної конструкції. Для механізованого зварювання в середовищі суміші захисних газів пропонується використовувати механізм подачі КП 003 разом з джерелом живлення КИУ-301.
5. Зварювання виконується переважно механізованим способом у суміші захисних газів (82% Ar + 18% CO₂), у якості зварювальних матеріалів для механізованого способу зварювання використано порошковий дріт ESAB OK Tubrod 15.14.
6. Розроблено технологію складання та зварювання стійки із застосуванням вибраного зварювального обладнання та матеріалів.
7. Розглянуті питання охорони праці.
8. Розрахована економічна собівартість виготовлення конструкції.

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Література

1. **Квасницький В. В.** Технологія зварювання плавленням: Навч. посібник. — Миколаїв: УДМТУ, 2002. — 250 с.
2. **Квасницький В. В., Драган О. В.** Спеціальні способи зварювання: Підручник. — Миколаїв: НУК, 2011. — 304 с.
3. **Драган О. В., Квасницький В. В.** Проєктування технологічних процесів зварювання: Навч. посібник. — Миколаїв: НУК, 2013. — 212 с.
4. **Патон Б. Є.** (ред.). Технологія електричного зварювання металів і сплавів плавленням. — К.: Наукова думка, 1974.
5. **Каховський М. І., Фартушний В. Г., Ющенко К. А.** Електродугове зварювання сталей: Довідник. — К.: Наукова думка, 1975. — 480 с.
6. **Гірський В. Л.** Основи зварювального виробництва: Навч. посібник. — Львів: Бескид Біт, 2008. — 216 с.
7. **Левченко О. Г., Метлицький В. А.** Сучасні засоби захисту зварників. — К.: Екотехнологія, 2001. — 84 с.
8. **Колодяжний З. В.** Охорона праці при зварювальних роботах: Навч. посібник. — К.: Основа, 2005. — 150 с.
9. **Варфоломієв М. К.** Проєктування зварювальних цехів: Підручник. — К.: Вища школа, 2007. — 188 с.
10. **Збірник нормативних документів з охорони праці та техніки безпеки при виконанні зварювальних робіт (чинні ДСТУ та ДБН України).**

					ДП.131.4121.01.05.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		