

Ім'я користувача:
Марина Костирко

ID перевірки:
1008290919

Дата перевірки:
14.06.2021 13:11:29 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet

Дата звіту:
14.06.2021 13:12:25 EEST

ID користувача:
100001493

Назва документа: ЧехДП

Кількість сторінок: 84 Кількість слів: 13505 Кількість символів: 97678 Розмір файлу: 2.76 MB ID файлу: 1008359866

13% Схожість

Найбільша схожість: 3.79% з Інтернет-джерелом (<https://ronl.org/referaty/bzhd/386197>)

13% Джерела з Інтернету

351

Сторінка 86

Пошук збігів з Бібліотекою не проводився

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

170

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально - науковий інститут

Кафедра зварювального виробництва

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри зварювального
виробництва **Квасницький В.Ф.**

«___» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

**на тему: *Розробка технології складання і зварювання опорної колони цехового
перекриття зі сталі С255***

Виконав: студент 2127ст. групи

_____ **Чех В.С.**

(підпис)

Керівник роботи:

професор Драган С.В.

(посада, науковий ступень вчене звання)

_____ (підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально науковий інститут

Кафедра зварювального виробництва
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
Освітня програма Інжиніринг зварювання та споріднених процесів

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми
_____ О.М.Костін
(підпис)
«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Студенту Чех Віталій Сергійович
(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка технології складання і зварювання опороної колони цехового перекриття зі сталі С255.

Керівник роботи: Драган С.В.

Затверджені наказом ректора № _____ від «__» _____ 2021 року

2. Термін подання роботи: _____

3. Вихідні дані по роботі: креслення конструкції зварної колони, основний матеріал - сталь С255, річна програма випуску 12 шт.

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів) _____

1) вибрати та обґрунтувати способи зварювання. 2) обрати зварювальні матеріали. 3) розрахувати режими зварювання. 4) розрахувати термічні цикли зварювання 5) вибрати технологічну оснастку. 6) вибрати зварювальне устаткування. 7) розробити технологію складання і зварювання. 8) розрахувати технологічну собівартість складання і зварювання конструкції.

5. Перелік презентаційних матеріалів: розробка технології складання і зварювання опорної колони цехового перекриття, зварна колона виготовляється з низьковуглецевої сталі С255, оцінка зварюваності сталі С255, способи зварювання та зварювальні матеріали, розрахунок режимів зварювання, оцінка очікуваної структури металу ЗТВ сталі С255, технологічний процес виготовлення колони, розрахунок собівартості виконання складальних і зварювальних робіт під час виготовлення колони, загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Драган С.В., професор		
2	Драган С.В., професор Мартиненко В.О., доцент		
3	Драган С.В., професор		
4			
5			
6			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз існуючої технології виготовлення конструкції зварної колони		
2.	Розрахунок технології зварювання колони		
3.	Розробка засобів технологічного оснащення		
4.	Розробка удосконаленої технології виготовлення колони		
5.	Розрахунок технологічної собівартості складання і зварювання колони		
6.	Охорона праці		
7.			
8.			

Студент _____

(підпис)

Чех В.С. _____

(ПІБ)

Керівник роботи _____

(підпис)

Драган С.В. _____

(ПІБ)

Анотація

Тема: Розробка технології складання і зварювання опроної колони цехового перекриття зі сталі С255.

Спеціальність: 131

Дипломник: Чех В.С., студент групи 2127 ст

Група: 2127 ст

Керівник: Драган С.В.

В дипломному проекті розроблена технологія складання і зварювання колони.

Вибрані способи зварювання, що використовуються при виготовленні конструкції, та відповідні зварювальні матеріали. Розраховані режими зварювання.

Розраховані термічні цикли зварювання.

Вибрані зварювальне устаткування та технологічна оснастка.

Розроблено принципову схему технологічного процесу, визначено послідовність операцій складання і зварювання.

Розраховано собівартість виготовлення конструкції колони на один виріб та на рік.

Розроблені питання охорони праці.

Ключові слова: зварювання, складання, технологія, розрахунок, колона, з'єднання.

Summary

Topic: Development of technology for assembly and welding of the support column of the shop floor made of steel C255.

Major: 131

Graduate student: Chekh V.S., student of group 2127 st

Group: 2127 st

Mentor: Dragan S.V.

In the diploma project developed technology of assembly and welding of the column.

Determined manufacturing of the welded joints, used in the manufacture of the construction. Determined methods of welding and selected appropriate materials. Calculated welding regimes.

Calculated possible welding thermal cycles of a metal.

Selected welding equipment and assembly hardware.

Developed block diagram of the technological process and determined sequence of assembly and welding operations.

Calculated cost of the column manufacturing for one product and for year plan.

Developed labor protection.

Keywords: welding, assembly, technology, calculation, column, welded joints.

Зміст

Вступ.....	4
Розділ 1. Аналіз існуючої технології виготовлення конструкції зварної колони.....	6
1.1. Опис конструкції зварної колони.....	7
1.2. Характеристика металу конструкції зварної колони.....	12
1.3. Типові технології складання та зварювання конструкцій колон.....	13
1.4 Висновки та постановка задач дипломного проекту.....	20
Розділ 2. Розрахунок технології зварювання колони.....	22
2.1. Вибір та обґрунтування способів зварювання.....	23
2.2. Розрахунок режимів зварювання.....	33
2.3. Розрахунок термічного циклу зварювання.....	37
Висновки.....	41
Розділ 3. Розробка засобів технологічного оснащення.....	42
Висновки.....	48
Розділ 4. Розробка удосконаленої технології виготовлення колони.....	49
4.1. Розробка змісту техпроцесу.....	50
4.2. Контроль якості зварних з'єднань.....	55
Висновки.....	56
Розділ 5. Розрахунок технологічної собівартості складання і зварювання колони.....	57
Висновки.....	66
Розділ 6. Охорона праці.....	67
Висновки.....	72
Загальні висновки.....	73
Список використаних джерел.....	74
Додатки.....	80

					ЛП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ	Лист
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		3

ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Студент	Чех В.С.				Вступ	Лім	Лист	Листів
Керівник	Драган С.В.						4	
Консульт								
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.					НУК ім. адм. Макарова		

Вступ

В сучасному виробництві металоконструкцій виготовлення металевих колон має дуже важливе значення в будівлях із металу. Металеві колони призначені для підтримання і закріплення елементів каркаса: поздовжні і поперечні балки, перекриття, стойки, фахверка, ферми. В виробничих цехах колони використовуються для встановлення на них підкранових балок, мостових кранів. При будівництві споруд із металоконструкцій базовим і одним з найбільш відповідальних елементів є колони, адже саме на них у результаті передаються всі зовнішні навантаження, діючі на об'єкт. З цієї причини виготовлення металевих колон є особливо відповідальною задачею, в ході виконання якої повинні пред'являтися підвищені вимоги до якості зварювання.

В дипломному проекті розглянуто конструкцію зварної колони, яка призначена для підтримання підкранових балок мостового крану. Колона виготовлена зі сталі марки С255. Габаритні розміри колони 9180×1800×1140 см. Для виготовлення конструкції використано з'єднання внапусток і таврове з'єднання. Зварювання колони виконано механізованим зварюванням в захисному газі CO₂ плавким електродом.

Існуюча технологія є трудомісткою, енергозатратною і економічно не вигідною.

Метою дипломного проекту є розробка технології виготовлення конструкції зварної колони з використанням більш раціональних способів зварювання, скорочення витрат на зварювальні матеріали та зменшення трудомісткості.

					ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

ДП.131.2127ст.19.01.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Студент	Чех С.В.				Аналіз існуючої технології виготовлення конструкції зварної колонни	Літ	Лист	Листів
Керівник	Драган С.В.						6	
Консульт						НУК ім. адм. Макарова		
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.							

1. Аналіз існуючої технології виготовлення конструкції зварної колони

1.1. Опис конструкції зварної колони

Дана колона є просторовою конструкцією, яка підтримує колії для пересування мостового цехового крану. Колона виготовлена зі сталі марки С235 ГОСТ 27772-88 [13].

На колони, як правило, діють постійні навантаження (вага підкранових балок, рейок, власна вага колони) та тимчасові навантаження (вага мостових кранів) [13].

У центральних-стиснутих колонах навантаження прикладені або безпосередньо до центру перерізу колони, або симетрично відносно осі стрижня [47].

До зварної колони пред'являються вимоги підвищеної міцності, жорсткості, корозійної стійкості, а також стійкості швів проти холодних та гарячих тріщин [5].

Колона (рис. 1.1) складається з наступних елементів:

1) оголовок - на який спираються підкранові балки.

Оголовок складається з плити, вертикальних і горизонтальних ребер жорсткості [9].

2) стрижень - основна частина колони, що передає навантаження зверху вниз.

Стрижень наскрізної центральній-стиснутої колони зазвичай складається з двох гілок (швелерів або двотаврів), пов'язаних між собою решітками. Відстань між гілками встановлюється з умови рівності стійкості стрижня. Більш потужні колони можуть мати гілки з прокатних або зварних двотаврів. У наскрізних колонах з двох гілок необхідно забезпечити проміжок між полицями гілок для можливості фарбування внутрішньої поверхні. Решітки забезпечують спільну роботу стрижня колони і суттєво впливають на стійкість колони в цілому і стійкість окремих її гілок [20].

3) база - нижня частина колони, передає навантаження від стрижня на фундамент.

База служить для рівномірного розподілу навантаження по площі

					ДП.131.2127ст.19.01.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

обпирання і забезпечує закріплення нижнього кінця на фундаменті. База складається з опорної плити і траверс [59].

Конструкція кріпиться до фундаменту за допомогою пластин різної форми.

Габаритні розміри колони: 9180×1800×1140

Характеристики деяких типових деталей, з яких виготовляється колона (вибірка), наведені в табл. 1.1.

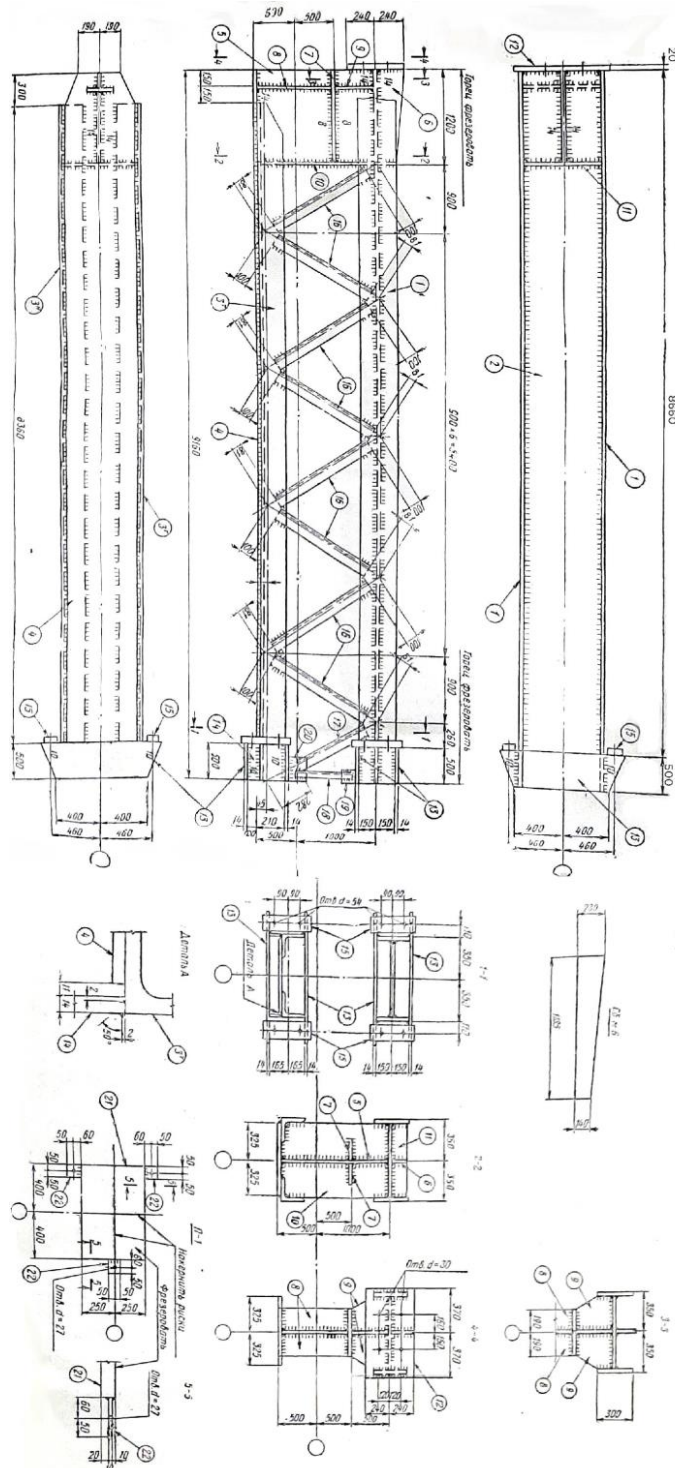


Рис. 1.1 - Зварна колона

Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 1.1. Деталі для виготовлення конструкції зварної колони
(вибірка)

№	№ поз. за крес-ленням	Найменування	Кіль-кість	переріз	Дов-жина	Маса (шт.), кг
1	1	Пластина	2	-300×16	9160	346
2	2	Пластина	1	-665×12	9160	572
3	3	Кутник	2	L200×14	8860	379
4	4	Пластина	1	-650×10	9160	470
5	5	Вертикальна пластина	1	-1185×18	1480	249
6	8	Горизонтальна пластина	2	-180×14	975	19,2
7	12	Горизонтальна пластина з чотирма отворами	1	-480×20	740	55,5
8	13	Траверса	4	-500×14	1140	62,5
9	16	Розкос	16	L110×8	1530	20,6
10	17	Розкос	2	L110×8	1260	17
11	18	Кутник	2	L75×6	1050	7,3
12	20	Вертикальна пластина	2	-150×8	300	2,8

Пластини (1) зварюються з пластиною (2). $L_{шв} = 3660$ см.

Горизонтальні пластини (12, 8) приварюються до стержня колони, двотавра і вертикальним пластинам (5). $L_{шв} = 900$ см.

Пластини (20) приварюються до траверси (13). $L_{шв} = 60$ см.

Всі вищезазначені зварні з'єднання виконуються двостороннім тавровим швом без розробки крайок (тип ТЗ ГОСТ 14771-76).

Розкоси (16, 17) приварюються до двотавра, кутників і пластин (20). $L_{шв} = 20$ см.

Кутник (18) приварюється до пластин (20). $L_{шв} = 14$ см.

Вищезазначені зварні з'єднання виконуються одностороннім швом внапуск без розробки крайок (тип Н1 ГОСТ 14771-76).

					ДП.131.2127ст.19.01.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

Кутники (3) зварюються з пластиною (4) двостороннім швом внапуск без розробки крайок (тип Н2 ГОСТ 14771-76). $L_{шв} = 3540$ см.

Траверса (13) приварюється до стержня колони одностороннім тавровим швом без розробки крайок (тип Т1 ГОСТ 14771-76). $L_{шв} = 100$ см.

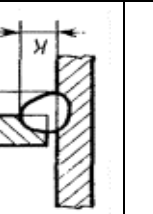
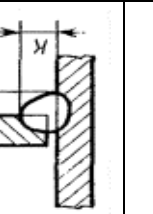
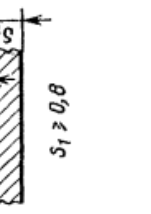
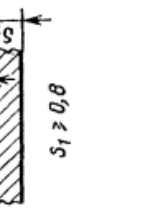
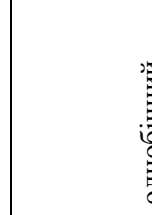
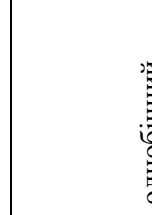
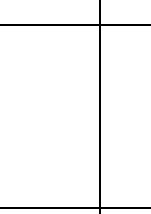
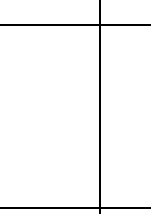
Всі зварні з'єднання виконуються механізованим зварюванням в захисних газах плавким електродом в вуглекислому газі.

Види, конструктивні елементи та розміри зварних з'єднань (вибірка) наведені в таблиці 1.2.

Аналіз конструкції колони та зварних з'єднань показав, що всі шви є прямолінійними, до них забезпечений вільний доступ та можливість виконання у нижньому положенні. Завдяки цьому складання колони можна здійснювати з використанням нескладних пристроїв, а зварювання виконувати механізованим або автоматичним способами. В цілому, конструкція колони є технологічною і придатною для серійного виготовлення у промислових умовах.

					ДП.131.2127ст.19.01.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 1.2. Види, конструктивні елементи та розміри зварних з'єднань (вибірка) [12]

Умовне Позначення; тип з'єднання; форма підготовлених крайок	ГОСТ	Характер виконаного шва	Конструктивні елементи		Спосіб зв.	$s = s_1$	b		В
			Підготовлених крайок зварюваних деталей	Шва зварного з'єднання			НОМІН.	гр. відх.	
T1; таврове; без розробки крайок	14771-76	однобічний			ИП	14,0 - 16,0	0	+1,5	
T3; таврове; без розробки крайок	8713-79	двобічний			АФ	8,0 - 20,0			
N1; внагусток; без розробки крайок	14771-76	однобічний			ИП, УП	6,0 - 14,0	0	+1,5	12,0 - 100,0
N2; внагусток; без розробки крайок	14771-76	двобічний							

1.2. Характеристика металу конструкції зварної колони

Зварна колона, як було вказано в розд.1.1, виготовляється з низьковуглецевої сталі нормальної міцності марки С255.

Хімічний склад сталі регламентований ГОСТ 27772-88 і наведений в табл.

1.3. Механічні властивості та теплофізичні характеристики наведені відповідно в табл. 1.4. та 1.5.

Таблиця 1.3. Хімічний склад сталі С255, % [61]

С	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	As
Масова частка елемента,%, не більше								
0,22	0,60	0,05	0,050	0,040	0,30			0,08

Таблиця 1.4. Механічні властивості сталі С255 при T= 20°C [61]

Товщ., мм	Механічні характеристики			
	Межа текучості σ_T , МПа	Межа коротко-часної міцності σ_B , МПа	Відносне подовження при розриві δ_5 , %	Модуль пружності E, МПа
механічні властивості фасонного прокату				
від 4 до 20 включ.	235 (24)	360 (37)	26	$2,1 \cdot 10^5$
механічні властивості широкоштабового універсального прокату				
від 4 до 20 включ.	235 (24)	360 (37)	26	$2,1 \cdot 10^5$
від 20 до 40 включ.	225 (23)			

Таблиця 1.5. Теплофізичні властивості сталі С255 [21]

Щільність, г/см^3	Тепло-провідність λ , Вт/см К	Питома теплоємність c_p , Дж/($\text{см}^3 \times \text{град}$)	Коефіцієнт тепловіддачі α , $\text{см}^2/\text{с}$
7,85	0,4	4,24	0,003

З метою розробки технології зварювання колони оцінемо зварюваність сталі С255.

Добра зварюваність даної сталі дозволяє з'єднувати деталі як на виробництві, так і на будівельному майданчику. При цьому застосовується будь-який спосіб зварювання, не вимагає проведення додаткових заходів для зниження ламкості сталі, не вимагає підігріву або термообробки на попередніх етапах зварювання [22].

Розрахуємо стійкість сталі проти холодних тріщин за формулою (1.1):

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

Сталі, у яких $C_{\text{екв}} \leq 0,45\%$, вважаються потенційно не схильними до утворення холодних тріщин [6].

$$C_{\text{екв}} = 0,22 + 0,6/6 + 0,05/24 + 0,3/10 + 0,3/5 + 0/4 + 0/14 + 5 \times 0 = 0,41 \%$$

Розрахунок показує, що сталь С255 є стійкою проти утворення холодних тріщин при зварюванні.

Розрахуємо стійкість сталі проти гарячих тріщин за формулою (1.2):

$$HCS = \frac{C(S + P + \text{Si}/25 + \text{Ni}/100) \cdot 1000}{3\text{Mn} + \text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}} \quad (1.2)$$

Сталі, у яких $HCS > 4\%$, вважаються потенційно схильними до утворення гарячих тріщин. Це обумовлено вмістом кремнію та марганцю в сталі [6].

$$HCS = \frac{0,22(0,05 + 0,04 + 0,05/25 + 0,3/100) \cdot 1000}{3 \cdot 0,6 + 0,3} = 9,96\% .$$

Розрахунок показує, що сталь С255 є потенційно схильною до утворення гарячих тріщин, тому зварювання треба виконувати з відповідним підбором зварювальних матеріалів.

Таким чином показано, що зварювання сталі С255 не вимагає створення особливих умов і дозволяється будь-яким способом, як в умовах промислових приміщень, так і на будівельних майданчиках.

1.3. Типові технології складання та зварювання конструкцій колон

Технологічний процес складання виробу розробляється з урахуванням типу виробництва, заданої програми, застосовуваного устаткування і матеріалів тощо.

Технологічний процес зварювання включає в себе таку послідовність технологічних операцій: підготовку металу, складання заготовок, зварювання,

зачистку, контроль [19].

Крім того технологічний процес зварювання включає в себе розбивку конструкції на окремі технологічні вузли або елементи. Технологічні процеси заводського і монтажного зварювання колони повинні забезпечувати отримання зварних з'єднань, які в повній мірі задовольнятимуть вимоги проекту [57].

У процесі розробки технології складання і зварювання конструкцій відправних марок визначають черговість установки готових деталей, їх взаємне розташування згідно з кресленням; вибирають необхідне обладнання і режим його роботи, інструменти і прилади; обґрунтовують величини припусків, допусків і проміжків в стиках; призначають спосіб зварювання, зварювальне обладнання і матеріали; визначають порядок накладення зварних швів; призначають спосіб контролю якості складання і зварювання. Складання металевих виробів, подібних до колон та стояків виконують в складальних кондукторах на стаціонарних або пересувних стелажах або на складальних плитах.

Дільниця складання-зварювання обладнується кондукторами, стендами, складальними плитами і стелажми двох типів:

- 1) стаціонарними, що виготовляються з двотаврових балок, які кріпляться до фундаментів;
- 2) пересувними - у вигляді зварних козелків довжиною 2,5...4,5 м з двотаврових балок, встановлених на напрямні сталеві швелери, закладені в стрічкові бетонні фундаменти.

Для з'єднання деталей використовують інверторні пристрої і засоби малої механізації. З'єднання деталей здійснюють або механічним способом в кондукторах за допомогою болтів, заклепок, або за допомогою коротких зварних швів - електроприхваток.

При складанні по розмітці за допомогою розмічувального інструмента на поверхні одних деталей наносять лінії або риси примикання інших. При розмітці враховують припуски на фрезерування торців і на усадку зварних швів.

Для виконання складальних операцій застосовують різні зварювальні джерела живлення і засоби малої механізації - струбцини, стяжки і розпірні

					ДП.131.2127ст.19.01.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

пристрої, скоби, домкрати. Під час складання використовують також інструменти, які дозволяють полегшити виконання складальних робіт: вирівнювання крайок деталей, що з'єднуються, підтискання деталей одна до одної, поєднання отворів в пакеті деталей, затяжку болтів.

Складання колон виконують з перевірених деталей, укрупнених вузлів і гілок. Складання проводиться в умовах, що забезпечують їх високу якість, безпечне виконання робіт. Технологія складання зварних виробів залежить від форми, розмірів і повторюваності конструкцій і може виконуватися по розмітці; за допомогою шаблонів, кондукторів та інших спеціальних пристосувань; по копію.

Технологія виготовлення зварних двотаврових стрижнів колони

Двотаврові стрижні збирають по розмітці при виготовленні елементів, габарити яких не вписуються в складальні пристрої. На заводах і в майстернях малої потужності для виготовлення стрижнів двотаврового перерізу застосовують стаціонарні кондуктори з гвинтовими або пневматичними притискачами (рис. 1.2). При такому способі виготовлення спочатку складають штаби полиць і стінки, накладаючи поперечні з'єднувальні шви, потім в кондукторі фіксують їх взаємне розташування, накладаючи електроприхватки. Після цього заварюють поясні шви.

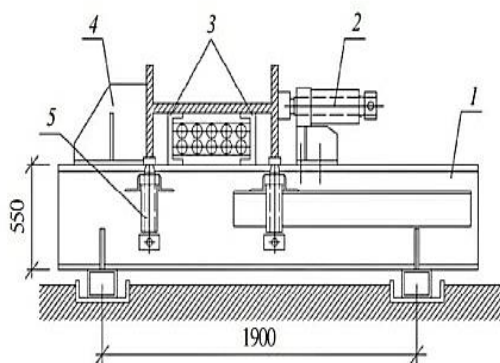


Рис. 1.2 - Кондуктор з гвинтовими притискачами для складання зварних двотаврів: 1 - рама; 2 - гвинтовий притискач; 3 - підставка; 4 - нерухомий упор; 5 - гвинтові упори

Найбільш досконалим є спосіб виготовлення стрижнів двотаврового перерізу на механізованому стенді з рухомим порталом (рис. 1.3). Стенд

Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

призначений для укладання стінки і полиць стрижня, що збирається в проєктне положення, а рухомий портал - для взаємного щільного притискання полиць і стінки. Перед складанням проводять налаштування стенду, що полягає в регулюванні гвинтів, установці рухомої балки і стояків-фіксаторів за розмірами стрижня, що складається. Портал встановлюють в кінці стрижня.

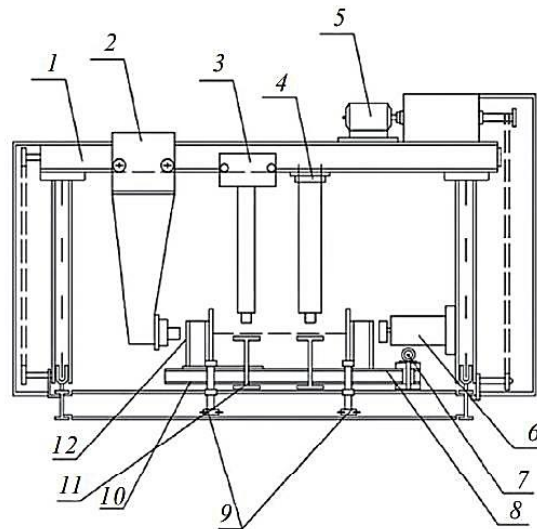


Рис. 1.3 - Установка з пересувним порталом для складання стрижнів двотаврового перерізу: 1 - портал; 2, 3 - рухомі пневмопритискачі; 4, 6 - нерухомі пневмопритискачі; 5 - мотор; 7 - привідний вал; 8, 12 - стояки; 9 - гвинтовий упор; 10 - привідний гвинт переміщення рухомої опори; 11 - рухома опора

Лист стінки стрижня укладають в горизонтальне положення на рухомі опори, листи полиць - в вертикальне положення на гвинтові опори. Вирівнюють один з торців стрижня, після чого вмикають вертикальні притискачі порталу для підтискання стінки стрижня, потім - горизонтальні притискачі для притискання полиці до стінки. Після цього прихоплюють елементи стрижня, що сполучаються. Електроприхватки ставлять апаратом для механізованого зварювання типу А537У в середовищі вуглекислого газу. Закінчивши складання одного кінця, портал пересувають на інший кінець стрижня, де в тій же послідовності виконують операції по складанню елементів стрижня.

Після постановки електроприхваток по кінцях стрижня, послідовно пересуваючи стрижень, здійснюють електроприхватки з кроком 500...600 мм.

Завершивши складання, двотавровий стрижень мостовим краном переміщують на кантувач для виконання поясних швів. Перед зварюванням електроприхватки очищають від шлаку. Стрижні зварюють автоматом ТС-17М під флюсом або двохдуговим зварювальним апаратом А-639, змонтованим на вело візку.

Зварювання поясних швів здійснюють «у човник» в нижньому положенні. Для такого зварювання необхідне застосування спеціальних кантувачів або позиціонерів для повороту стрижня навколо поздовжньої осі. Застосовують кантувач, в якому двотавровий стрижень закріплюється жорстко рухливими кронштейнами на вертикальних траверсах, які за допомогою приводного вала обертаються відносно горизонтальної осі.

Стрижень послідовно повертається для зварювання «у човник» усіх поясних швів. Для складання двотаврових стрижнів застосовують також ланцюговий кантувач (рис. 1.4), в якому стрижень повертається навколо своєї горизонтальної осі за рахунок рухомих замкнутих ланцюгів.

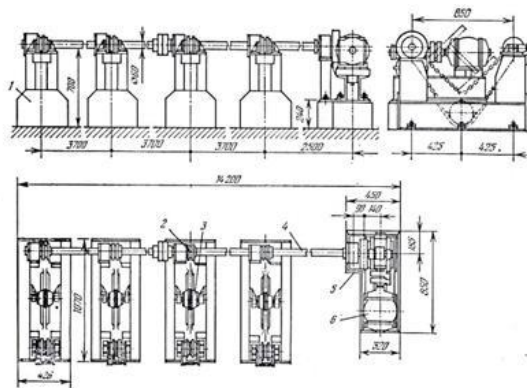


Рис. 1.4. Ланцюговий кантувач стаціонарного типу:

1 – опорний стояк; 2 – ведуча ланцюгова зірочка; 3 – нижній блок; 4 – приводний вал; 5 – станина приводу; 6 – електропривод

Черговою операцією з виготовлення двотаврового стрижня є правка грибовидності полиць, яка здійснюється механічним способом на спеціальних верстатах (рис. 1.5). Правку деформованих зварних стрижнів здійснюють також місцевим нагріванням газовими пальниками. Нагрівають з опуклого боку смугами,

точками або трикутниками. Місцеве нагрівання доводять до температури 700-850 °С.

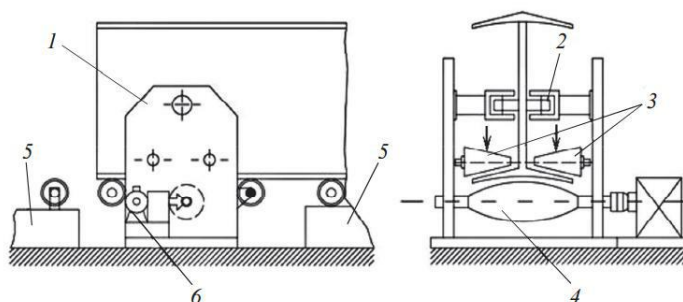


Рис. 1.5 - Установка для редагування грибовидності стрижнів двотаврового перетину: 1 - станина; 2 - напрямні ролики; 3 - натискні ролики; 4 - приводний ролик; 5 - прийомні столи з механізованим рольгангом; 6 - привідний механізм

Після виправлення фрезерують торці стрижнів на торцефрезерних верстатах типу IP-198, ТФС-4. Фрезерування торців забезпечує точні геометричні розміри стрижня по довжині і прямий кут між поздовжньою віссю стрижня і поверхнею, що фрезерується. При фрезеруванні торців стрижнів, що мають монтажні отвори, лінії фрезерування намічають від існуючих отворів. В інших випадках фрезерується один торець, лінія фрезерування другого намічається на проектний розмір по довжині елемента. Фрезерування торців виконують за 2...3 проходи, знімаючи за один прохід шар металу товщиною 3...4 мм. Перпендикулярність від фрезерованого торця відносно поздовжньої осі балки перевіряють оптичним пристроєм.

Технологія виготовлення наскрізних одноступінчатих колон

Залежно від геометричних розмірів і маси такі колони можуть виготовляти цілком або у вигляді двох відправних марок - верхньої частини (двотаврового перерізу) і нижньої (наскрізного перерізу). У практиці будівництва знайшов широке поширення безвимірвальний монтаж колон, при якому опорну плиту бази виготовляють і монтують окремо від гілок колони. Це також вносить певні зміни в традиційну технологію виготовлення наскрізних колон. Виникає необхідність фрезерування стрижня колони і опорної плити. В опорних плитах фрезерують поверхню примикання до гілок колони, а в колоні - торці гілок.

Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.131.2127ст.19.01.06.ПЗ

Лист

18

Складання наскрізної колони, призначеної для безвимірального монтажу, виконують у наступній послідовності. Окремо складають і зварюють верхню і нижню частини колони. Колони складають в кондукторі (рис. 1.6). На опорні балки укладають одну з гілок колони, щільно притискаючи до торцевого упору і бокових упорів, які слугують фіксаторами проектного положення гілки. Фіксаторами положення для другої гілки при її укладанні на стелажі є діафрагми, виготовлені з підвищеною точністю. Діафрагми встановлюють по розмітці на першу гілку колони після її укладання в кондуктор або заздалегідь.

Далі за допомогою крана в кондуктор укладають другу гілку колони і щільно притискають до базової плити і діафрагмам пневмопритискачами і гвинтовими упорами. Елементи решітки та бази колони (траверси, ребра) встановлюють по розмітці. Фрезеровані торці траверс і ребер бази притискають до опорної плити. Потім оформлюють підкрановий вузол колони. Стрижень верхньої частини колони укладають на стелажі, фіксують його положення упорами і прихоплюють до нижньої частини колони. Після складання колону виймають з кондуктора краном і подають на зварювання. Зварювання здійснюють апаратом типу А-537У в середовищі вуглекислого газу [24].

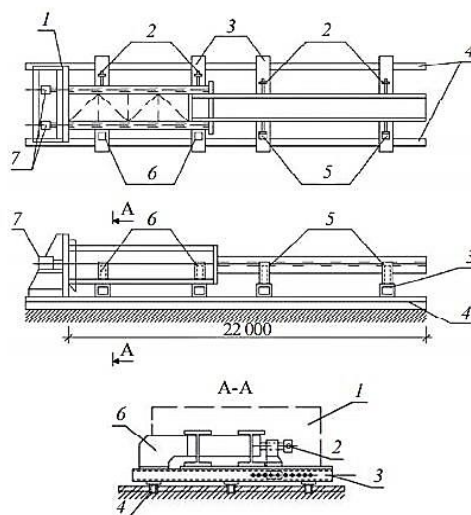


Рис. 1.6 - Кондуктор для складання решітчастих колон: 1 - торцевий упор; 2 - гвинтовий упор; 3 - опорні балки; 4 - закладні опори; 5, 6 - боковий упор; 7 – пневмопритискач

						Лист
						19
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.131.2127ст.19.01.06.ПЗ	

Технологія складання листових колон суцільного перерізу

Формування листових колон суцільного перерізу ведеться на верстатах.

Стрижень колони укладають на стелаж для складання, розмічають місця розташування ребер жорсткості, деталей підкранових консолей і опорного башмака. При нанесенні їх розмірів відлік ведеться від опорного торця (лінії фрезерування) з урахуванням припусків на наступне укорочення, що пов'язане з фрезеруванням і усадкою при зварюванні.

Встановлюють і закріплюють верхню опорну планку колони, при цьому забезпечується симетричне розміщення отворів для закріплення опорного стояка стропильних ферм відносно осей двотаврового перерізу стрижня колони.

До стрижня приєднують вертикальне ребро (фрезерованим торцем) і підкранові консолі, ребра жорсткості і боковини башмака. В деяких колонах одночасно встановлюють поздовжні і поперечні обрамляючі ребра.

Виконують кантування колони на 180° і розміщують з іншого боку колони всі недостаючі деталі [33].

Розглянувши вищенаведені способи складання і зварювання колон можна зробити висновок про те, що кожний з них частково підходить для використання в даному проєкті. Проте, враховуючи тип та призначення конструкції, що використовується в роботі, доцільною є розробка власної технології зварювання. Технологію слід розробляти беручи за основу типові існуючі технології, але з урахуванням сучасних способів зварювання, високопродуктивних зварювальних матеріалів, устаткування, оснастки і організації виробництва. До таких нових технологій можна віднести механізоване зварювання в газовій суміші плавким електродом та автоматичне зварювання під флюсом похилим електродом.

1.4 Висновки та постановка задач дипломного проекту

Оцінка конструкції зварної колони та типових технологій виготовлення колон показала, що конструкція є достатньо технологічною, допускає використання механізованих способів складання та зварювання. До всіх швів є вільний доступ.

					ДП.131.2127ст.19.01.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

Конструкція виготовлена із низьковуглецевої сталі марки С255. Сталь не схильна до утворення холодних, проте схильна до утворення гарячих тріщин, це обумовлено наявністю кремнію та марганцю в складі. Для запобігання цьому процесу необхідно підібрати відповідні зварювальні матеріали.

Сталь добре зварюється як в середовищі захистних газів, так і під флюсом.

Провевши дослідження способів виготовлення колон за типовими технологіями, робимо висновок про те, що вони частково задовольняють вимогам проекту, але необхідно розробити власну технологію з урахуванням сучасних способів зварювання.

Для досягнення мети дипломного проекту, слід вирішити наступні задачі:

1. Вибрати та обґрунтувати способи зварювання.
2. Обрати зварювальні матеріали.
3. Розрахувати режими зварювання.
4. Розрахувати термічні цикли зварювання
5. Вибрати технологічну оснастку.
6. Вибрати зварювальне устаткування.
7. Розробити технологію складання і зварювання.
8. Розрахувати технологічну собівартість складання і зварювання обраної конструкції.

ДП.131.2127ст.19.02.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Студент	Чех С.В.				Розрахунок технології зварювання КОЛОНИ	Літ	Лист	Листів
Керівник	Драган С.В.						22	
Консульт						НУК ім. адм. Макарова		
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.							

2. Розрахунок технології зварювання колони

2.1. Вибір та обґрунтування способів зварювання

Добра зварюваність сталі С235 забезпечує рівномірність зварного шва з основним металом, а також відсутність дефектів. Проте, метал шва володіє пониженим вмістом вуглецю, частка кремнію і марганцю збільшена, завдяки чому може знизитися опірність швів гарячим тріщинам. Але при правильному підборі зварювальних матеріалів сталь С235 зварюється без обмежень будь-яким способом дугового зварювання [46].

Оскільки зварні з'єднання колони є простими і доступними, то для їх виконання принципово можливо використання таких способів зварювання, як ручне дугове, механізоване у захисних газах та автоматичне під флюсом.

Для остаточного вибору способів зварювання типових з'єднань колони проаналізуємо переваги та недоліки способів, вказаних вище.

Ручне дугове зварювання

Суть процесу:

До електроду та зварювального виробу від джерел зварювального струму підводиться постійний або змінний зварювальний струм. Дуга горить між металевим стрижнем електрода і основним металом. Під дією тепла дуги метал електрода, покриття електрода і основний метал розплавляються, утворюючи зварювальну ванну. Краплі рідкого металу з торця електродного стрижня переносяться в ванну через дуговий проміжок. Разом зі стрижнем плавиться покриття електроду, утворюючи навколо дуги газовий захист та рідку шлакову ванну. По мірі руху дуги, метал у зварювальній ванні кристалізується утворюючи зварний шов і шлакову кірку на поверхні шва (рис. 2.1) [58].

Переваги та недоліки способу полягають у наступному.

Переваги:

- 1) можливість зварювання в будь-яких просторових положеннях;
- 2) можливість зварювання в місцях з обмеженим доступом;
- 3) можливість зварювання різноманітних сталей завдяки широкому вибору марок електродів;

					ДП.131.2127ст.19.02.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

4) простота і відносно легке переміщення зварювального обладнання.

Недоліки:

- 1) низький ККД та продуктивність, порівняно з іншими способами зварювання;
- 2) якість з'єднання у більшості залежить від кваліфікації зварювальника;
- 3) шкідливі умови процесу зварювання [50].

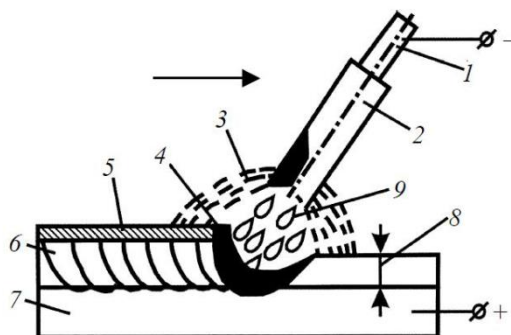


Рис. 2.1 - Ручне дугове зварювання металевим електродом з покриттям:

1 – металевий стрижень; 2 – покриття електрода; 3 – газова атмосфера дуги; 4 – зварювальна ванна; 5 – затверділий шлак; 6 – метал шва; 7 – основний метал; 8 – глибина проплавлення; 9 – краплі розплавленого електродного металу

Даний спосіб передбачає велике фізичне навантаження на виконавця, а також відрізняється низькою продуктивністю. Тому при виготовленні колони цей спосіб можна використовувати лише при виконанні складальних операцій. Для зварювання швів, особливо достатньо протяжних його використовувати недоцільно.

Автоматичне зварювання під флюсом

Суть способу:

При автоматичному дуговому зварюванні під флюсом захист розплавленого металу від атмосферного повітря в зоні зварювання здійснюється за допомогою порошкоподібної речовини (рис. 2.2). При цьому до зварюваного виробу подається голий дріт і окремо флюс. Зварювальна дуга горить під шаром флюсу між кінцем зварювального дроту і виробом у газовому пузирі, що утворюється

можна збільшити силу струму до 3000...4000 А без погіршення якості шва. Для запобігання перегріву електродного дроту при використанні великих густин струму під час автоматичного зварювання струм підводять до дроту в безпосередній близькості від дуги (30...70 мм) [64];

2) знижується витрата зварювального дроту внаслідок зменшення втрат металу на вигар та розбризкування і відсутності недогарків. Звичайно ці витрати при зварюванні під флюсом не перевищують 1,5...2%, тоді як при зварюванні відкритою дугою вони досягають 20...30 %.

3) полегшується праця робітника.

Недоліки:

1) місце зварювання закрите флюсом завтовшки 50...60 мм, тому підвищуються вимоги до точності підготовки і складання виробів для зварювання;

2) важко виконувати шви невеликої довжини та неможливе зварювання в різних просторових положеннях [3].

Виходячи з викладеного вище, даний спосіб зварювання доцільно використовувати для зварювання довгих поясних швів гілки колони суцільного перерізу. При цьому автоматичне зварювання цих швів можна виконувати двома способами: «у човник» (рис. 2.3. а, б), або похилим електродом (рис. 2.3. в, г). Для вибору способу зварювання поясних швів при розробці удосконаленої технології виготовлення колони проаналізуємо вказані способи.

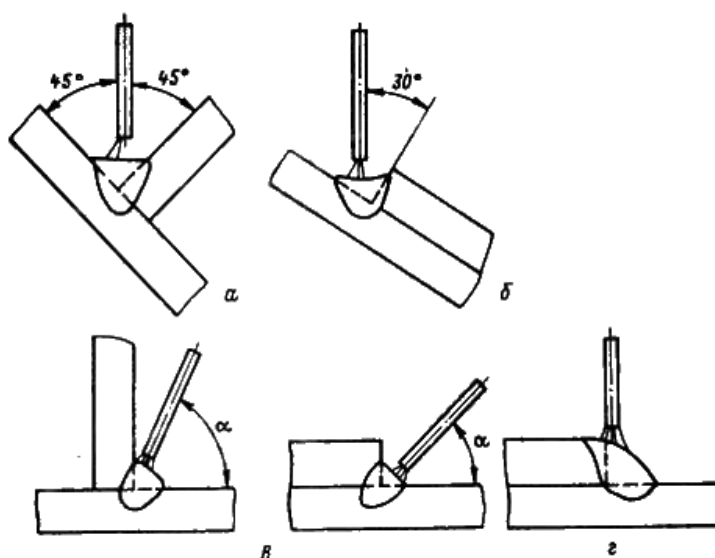


Рис. 2.3 – Основні схеми автоматичного зварювання під флюсом

Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Зварювання «у човник» може проводитися при симетричному (див. рис. 2.3, а) або при несиметричному розташуванні деталей (див. рис. 2.3, б).

При положенні «у човник» в один прохід можна зварювати шви з катетом до 14 мм. З'єднання під зварювання слід складати з мінімальним зазором для попередження витікання в нього розплавленого металу. При зазорі більше 1,5 мм із зворотного боку першого шва необхідне ручне або механізоване підварювання. Підварочний шов повинен бути повністю переварений при накладанні основних швів. У деяких типах зварних з'єднань можливе застосування мідних підкладок.

Для забезпечення повного провару стику крайок зварювання можна виконувати в несиметричний «човник», коли кут між електродом і полицею тавра зменшується до 30° . Цей же прийом використовують при різній товщині зварюваних елементів, коли зменшується кут між електродом і більш тонким елементом.

Зварювання кутових швів «в човник» вимагає прийняття спеціальних заходів проти витікання металу в проміжки [16].

Зварювання під флюсом нахиленим електродом.

Зварювання з нахилом електрода застосовується для підвищення швидкості багатодугового зварювання. Підігрів основного металу до температури 100°C і вище призводить до збільшення глибини провару і ширини шва [16].

Для запобігання підрізу шва на вертикальній площині, зварювання проводиться при менших струмах, у порівнянні зі способом зварювання «у човник».

При зварюванні похилим електродом утворення підрізу обмежує можливість одержання шва з катетом понад 6 мм. У цьому випадку особливо важливо точно направляти електрод у розробку крайок. Для забезпечення провару при різній товщині зварювальних елементів зварювання може виконуватися несиметрично нахиленим електродом. Для запобігання підрізу при зварюванні нахиленим електродом його зміщують. [66]

Разом з тим, для попередження напливів і підрізів слід попередньо уздовж всього шва насипати флюсовий бар'єр висотою близько 15 мм, тоді розплавлений

					ДП.131.2127ст.19.02.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

флюс, перебуваючи між вертикальною стінкою виробу, що зварюється і флюсовим бар'єром, не буде розтікатися [55].

Спосіб варювання похилим електродом не потребує додаткової операції кантування балки і відповідної оснастки для її здійснення. Крім того, продуктивність зварювання зростає в 2,5...3 рази за рахунок одночасного обслуговування до 3...4 постів [56].

Таким чином, в даному проекті остаточно вибираємо для зварювання довгих швів спосіб автоматичного зварювання під флюсом похилим електродом.

Для автоматичного зварювання вибираємо комбінацію наступних зварювальних матеріалів: зварювальний дріт марки СВ-08А + флюс марки ОСЦ-45.

Зварювальний дріт марки СВ-08А (ГОСТ 2246-70) - низьковуглецевий дріт без легуючих елементів зі зниженим вмістом шкідливих домішок. Застосовується для автоматичного зварювання вуглецевих сталей під флюсом з межею плинності 235-285 МПа і для виробництва електродів з підвищеною в'язкістю і пластичністю шва, призначених для зварювання низьколегованої і низьковуглецевої сталі.

Хімічний склад дроту (табл. 2.1) відповідає складу металу, з якого виготовляється представлена в проекті конструкція.

Дріт СВ-08А сертифікований сертифікатом УкрСепро; він забезпечує утворення надійних і акуратних швів, які здатні витримувати великі зовнішні навантаження (статичні, динамічні, змінні) [37]. Механічні властивості дроту наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.1. Хімічний склад дроту Св-08А, % (ГОСТ 2246-70) [38]

С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Al
≤0,10	0,35 - 0,60	≤0,03	≤0,12	≤0,25	0,03	0,03	≤0,01

Таблиця 2.2. Механічні властивості дроту Св-08А, % (ГОСТ 2246-70) [29]

Метал шва і наплавленого металу			Зварне з'єднання виконане дротом	
не менше			не менше	
σв, МПа	δ, %	КСЧ, кДж/м ²	σв, МПа	Кут згину
460	22	140	460	180

Флюс марки ОСЦ-45 відноситься до плавлених. застосування таких флюсів сприяє підвищенню якості формування швів.

Хімічний склад флюсу ОСЦ-45 наведений в табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Хімічний склад флюсу ОСЦ-45, % (ГОСТ 9087-81) [63]

SiO ₂	MnO	CaF ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P
38,0–44,0	38,0– 44,0	6,0– 9,0	до 2,5	до 6,5	до 5,0	до 2,0	до 0,15	до 0,15

До складу цього флюсу в якості основних компонентів входять марганець у вигляді оксиду марганцю і кремній у вигляді кремнезему. Марганець, володіючи великою спорідненістю до кисню, відновлює оксиди заліза що містяться в наплавленому металі. Крім того, утворюючи сульфід MnS, марганець сприяє видаленню сірки в шлак. При зварюванні низьковуглецевих і низьколегованих сталей високомарганцеві флюси легують метал шва. Кремній сприяє зниженню пористості металу шва, адже пригнічує процес утворення оксиду вуглецю, який є однією з основних причин утворення пір в наплавленому металі. Кремній також є хорошим розкиснювачем, але як легуючий елемент при зварюванні під флюсом має обмежене застосування [30].

Флюс марки ОСЦ-45 має добрі зварювально-технологічні властивості, зокрема: забезпечує високу стійкість дуги; хороше формування шва з плавним переходом до основного металу та знижує схильність металу шва до утворення пір і гарячих тріщин. Крім того, вартість даного флюсу відносно невисока [54].

Отже, використання флюсу марки ОСЦ-45 при автоматичному зварюванні дротом Св-08А є доцільним при розробці технології зварювання конструкції колони.

Зварювання в захисних газах

Суть процесу:

Зварювання в захисних газах (рис. 2.4.) можна виконувати неплавким, зазвичай вольфрамовим, або плавким електродом. У першому випадку зварний шов утворюється за рахунок розплавлення кромки виробу і, якщо необхідно, присадного дроту, що подається в зону дуги. Плавкий електрод в процесі

б) низька вартість при використанні активних захисних газів.

Недоліки способу:

- 1) необхідність вживання захисних заходів проти світлової і теплової радіації дуги;
- 2) можливість порушення газового захисту при задуванні струменя газу рухом повітря або при забризкуванні сопла;
- 3) витрата металу на розбризування, при якому бризки міцно з'єднуються з поверхнями шва і виробу;
- 4) наявність газової апаратури і в деяких випадках необхідність водяного охолодження пальників [44].

Оскільки в конструкції колони переважає кількість коротких швів малої протяжності, які розташовані у різних просторових положеннях, а матеріалом, з якого виготовляється колонна, є конструкційна сталь С235, що добре зварюється будь-яким способом дугового зварювання, то для виконання коротких швів обираємо спосіб механізованого зварювання плавким електродом в суміші захисних газів.

Для зварювання використовуємо зварювальний дріт Св-08Г2С (ГОСТ 2246-70), призначений для зварювання низьколегованих сталей. Для механізованого зварювання дріт повинен бути добре очищеним від іржі, жирів, бруду і не мати різких перегинів, що ускладнюють його подачу [49]. Даний дріт за хімічним складом (табл. 2.5) підходить до сталі С235 та має високі механічні властивості (табл. 2.4). Використання даного дроту знижує ризик «залипання» електрода і зменшує інтенсивність розбризування металу. Забезпечується можливість роботи з різними видами зварювального обладнання. Також обраний дріт гарантує міцне високоякісне з'єднання, що характеризується чистим і дуже рівним зварювальним швом [43].

Дріт має підвищений вміст кремнію і марганцю (табл. 2.5), які є відмінними розкиснювачами і призначений для зварювання відповідальних конструкцій. Метал шва має високу стійкість проти утворення гарячих тріщин і містить найменшу кількість шлакових включень [45].

					ДП.131.2127ст.19.02.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

Таблиця 2.4. Механічні властивості дроту Св-08Г2С, % (ГОСТ 2246-70) [39]

Марка	σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
Св - 08Г2С	300	500	22	50

Таблиця 2.5. Хімічний склад дроту Св-08Г2С, % (ГОСТ 2246-70) [41]

С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
0,05 - 0,11	1,8 - 2,1	0,7 - 0,95	0,20	0,25	0,025	0,03

Це один з найбільш популярних зварювальних дротів в складних зварювальних процесах в корабельному будівництві, машинобудуванні, будівництві, архітектурі. Використання даного дроту в проєкті дає можливість отримати високі показники механічних властивостей зварного шва [15].

До переваг дроту Св-08Г2С можна віднести: відносно невисоку ціну; стабільне горіння дуги та мінімізоване розбрикування металу в процесі зварювання, стабільний хімічний склад наплавленого металу; широкий діапазон режимів роботи при використанні обладнання усіляких класів складності; незначну витрату мідних наконечників та ін. [65].

Як захисне середовище вибираємо газову суміш Ar + CO₂ (у пропорції 82 % + 18 % відповідно). Така суміш дозволяє легко досягти струменевого перенесення електродного металу, забезпечує підвищену швидкість зварювання, зменшує кількість оксидних включень, сприяє подрібненню зерна, покращуючи при цьому мікроструктуру металу. Також збільшується глибина провару з'єднання, підвищується щільність наплавленого металу, внаслідок чого, збільшується міцність зварюваної конструкції. Суттєвою перевагою використання вказаної газової суміші є зниження кількості прилипання металевих бризок в області з'єднання і, як наслідок, зменшення трудомісткості з видалення бризок до 95% [17].

Обраний вище зварювальний дріт Св-08Г2С може використовуватися для зварювання в чистому CO₂, а також дозволяє використовувати всі переваги зварювання в суміші 82% Ar +18% CO₂, зокрема зниження трудомісткості підготовки зварних з'єднань під фарбування [11].

Таким чином, в даному проєкті для механізованого зварювання коротких швів обрано дріт Св-08Г2С та газова суміш 82% Ar + 18% CO₂.

2.2. Розрахунок режимів зварювання

Для усіх з'єднань колони (таврових та внапусток) режими зварювання розраховуються за площею наплавленого металу. Розрахунок виконується за схемою [6]:

$$s \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_n \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}$$

Зварювальний струм $I_{зв}$ залежить від діаметру електрода. Для механізованих способів зварювання та автоматичного зварювання під флюсом [6]:

$$I_{зв} = \frac{\pi d_e^2}{4} j, \quad (2.1)$$

де j – допустима густина струму, вибирається у залежності від діаметра електродного дроту d_e .

Напруга на дузі для механізованих способів зварювання та автоматичного зварювання під флюсом

$$U_d = 20 + \left(\frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{d}} \right) \times I_{зв} \pm 1B \quad (2.2)$$

Площа шару наплавленого металу F визначається геометрією зварного з'єднання, за один прохід для механізованого і автоматичного зварювання 30 – 70 мм².

Швидкість зварювання $V_{зв}$ залежить від коефіцієнта наплавлення α_n та площі шару F_n (мм²). α_n для зварювання під флюсом 14 – 19 г/А × год; для механізованого зварювання у газовій суміші $\alpha_n = 19$ г/А × год.

γ – щільність металу електродного дроту, для сталі $\gamma = 7,8$ г/см³

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n I_{зв}}{36 \gamma F_n} \quad (\text{см/с}) \quad (2.3)$$

Кількість проходів залежить від площі наплавленого металу всього з'єднання (F_n) і площі одного проходу (F_n, F_l)

					ДП.131.2127ст.19.02.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

$$n = \frac{(F_n - F_1)}{F_1} + 1 \quad (2.4)$$

Швидкість подачі дроту, м/год

$$V_{n\partial} = \frac{4\alpha_p I_{3\partial}}{\pi d_e^2 \gamma} \quad (2.5)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення електрода, який залежить від способу зварювання, діаметра електрода, роду та сили струму [6].

α_p змінюється у межах 11...24 г/А × год.

Ефективна теплова потужність, Дж/с

$$Q = I_{3\partial} \times U_{\partial} \times \eta \quad (2.6)$$

η - ефективний ККД нагріву

$\eta = 0,7 - 0,9$;

для зварювання під флюсом $\eta = 0,85$; для зварювання в CO_2 $\eta = 0,75$

Погонна енергія, Дж/см

$$q_n = \frac{I_{3\partial} \times U_{\partial} \times \eta}{V_{3\partial}} \quad (2.7)$$

Продуктивність наплавлення, кг/год

$$G_n = \alpha_n I_{3\partial} \times 10^{-3} \quad (2.8)$$

Розрахуємо режими зварювання за величиною площі наплавленого металу за формулами 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8

Вигляд, конструктивні елементи і розміри підготовки крайок під зварювання з'єднань наведені в табл. 1.2.

Для з'єднання ТЗ

$k = 5$ мм

$d_e = 3$ мм (під флюсом)

$S_1 = 14$ мм

$S_2 = 16$ мм

Зварювальний струм:

$$j = 45 - 90 = 45 \text{ А/мм}^2$$

$$I_{3\partial} = \left(\frac{3,14 \times 3^2}{4} \right) \times 45 = 315 \text{ А}$$

Напруга на дузі:

$$U_d = 20 + \left(\frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{3}} \right) \times 315 = 29 \pm 1В$$

Площа шару наплавленого металу:

$$k = 5 \text{ мм}$$

$$F_n = 0,5k^2 + 1,05k = 0,5 \times 5^2 + 1,05 \times 65 = 17,75 \text{ мм}^2$$

Площа наплавлення $< 70 \text{ мм}^2$, тому зварювання виконується за один прохід.

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{14 \times 315}{36 \times 7,8 \times 17,75} = 0,88 = 31,8 \text{ м/год}$$

Швидкість подачі дроту:

$$V_{пд} = \frac{4 \times 12,6 \times 360}{3,14 \times 3^2 \times 7,8} = 82,3 \text{ м/год}$$

Ефективна теплова потужність:

$$Q = 315 \times 29 \times 0,85 = 7764,75 \text{ Дж/с}$$

Погонна енергія:

$$q_{п} = \frac{315 \times 29 \times 0,85}{0,88} = 8823,58 \text{ Дж/см}^2$$

Продуктивність наплавлення:

$$G_n = 14 \times 315 \times 10^{-3} = 4,41 \text{ кг/год}$$

Для з'єднання Н2

$k = 4 \text{ мм}$ (середньо-навантажена конструкція)

$d_e = 1,4 \text{ мм}$ (в захистних газах)

$S = 5 \text{ мм}$

Зварювальний струм:

$$j = 130 \text{ А/мм}^2$$

$$I_{зв} = \left(\frac{3,14 \times 1,4^2}{4} \right) \times 130 = 200 \text{ А}$$

					ДП.131.2127ст.19.02.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

Напруга на дузі:

$$U_d = 20 + \left(\frac{50 \times 10^{-3}}{\sqrt{1,4}} \right) \times 200 = 28,4 \pm 1B = 29B$$

Площа шару наплавленого металу:

$$k = 4 \text{ мм}$$

$$F_n = 0,5k^2 + 1,05k = 0,5 \times 4^2 + 1,05 \times 4 = 12,2 \text{ мм}^2$$

Площа наплавлення $< 70 \text{ мм}^2$, тому зварювання виконується за один прохід.

Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{15 \times 200}{36 \times 7,8 \times 12,2} = 0,87 = 31,5 \text{ м/год}$$

Швидкість подачі дроту:

$$V_{пд} = \frac{4 \times 17 \times 200}{3,14 \times 1,4^2 \times 7,8} = 283,3 \text{ м/год}$$

Ефективна теплова потужність:

$$Q = 200 \times 29 \times 0,75 = 4350 \text{ Дж/с}$$

Погонна енергія:

$$q_p = \frac{200 \times 29 \times 0,75}{0,87} = 5000 \text{ Дж/см}^2$$

Продуктивність наплавлення:

$$G_n = 15 \times 200 \times 10^{-3} = 3 \text{ кг/год}$$

Розраховані параметри режимів зварювання наведені в табл. 2.6.

Таблиця 2.6. Розраховані режими зварювання

Тип з'єднання	Спосіб зварювання	Параметри					
		d_e , мм	$I_{зв}$, А	U_d , В	$V_{зв}$, м/год	$V_{пд}$, м/год	q_p , Дж/см
ТЗ	АФ	3	315	29	31,8	91,46	8823,58
Н2	ІП	1,4	200		31,5	283,3	5000

2.3. Розрахунок термічного циклу зварювання

Термічний цикл точки - це характер зміни температури даної точки в часі. Він характеризує тепловий вплив зварювального процесу на основний метал. Тепло джерела розплавляє кромки зварювальних деталей і поширюється вглиб металу. У зоні основного металу, прилеглого до лінії сплаву (зоні термічного впливу), температура швидко підвищується, наближаючись до температури плавлення металу, а потім поступово знижується, прагнучи до середньої температури деталей, що зварюються. Основний метал в ЗТВ піддається своєрідній термічній обробці [31].

При зварюванні плавленням застосовуються ефективні концентровані джерела енергії. Локалізація тепла в місці з'єднання металів і подальше його поширення у виробі викликають різноманітні структурні і деформаційні процеси. Усе це в кінцевому підсумку впливає на працездатність і якість зварних з'єднань. Зміна властивостей з'єднань досягається регулюванням параметрів режиму зварювання і початкової температури зварювального виробу. Вплив їх на зварювальні фізичні процеси дозволяє оцінити теорія теплових процесів при зварюванні, розроблена М.М.Рикаліним [27].

Для оцінки впливу термічного циклу зварювання на зварне з'єднання визначають розміри зони, у якій температура перевищує температуру фазових перетворень. Розрахунки, виконані з використанням теорії розповсюдження теплоти при зварюванні, дозволяють встановлювати залежності розмірів такої зони від параметрів процесу зварювання і теплофізичних властивостей основного металу [27].

Структура металу в цій зоні змінюється відповідно до величини параметрів ТЦЗ:

- 1) максимальною температурою нагріву T_{max} ;
- 2) тривалістю перебування металу при температурі інтенсивного росту аустенітного зерна T_H ;
- 3) швидкістю охолодження металу при температурі мартенситних перетворень W [31].

Залежно від методу і умови зварювання всі зазначені параметри ТЦЗ змінюються в досить широких межах.

В межах одного методу зварювання термічний цикл може також зазнавати значних змін в залежності від параметрів джерела нагріву, умов додаткового теплового впливу за рахунок підігріву або охолодження виробу, зварюваного матеріалу і його товщини і інших чинників.

Вибір оптимальних параметрів режимів зварювання обумовлений підвищенням продуктивності процесу і забезпечення необхідних рівнів властивостей і якості зварного з'єднання [31].

Зміна максимальних температур в напрямі, перпендикулярному осі переміщення джерела, розраховується за рівнянням [27]:

$$T_m(r_0) = \frac{0,368q}{\frac{\pi}{2}Vc\gamma_0}, \quad (2.9)$$

$$\text{де } r_0 = \sqrt{\frac{0,368q}{\frac{\pi}{2}Vc\gamma_{T_n}}}; \quad (2.10)$$

де $c\gamma$ - об'ємна теплоємність, Дж/(см³×К); T_n - температура ліквідуса °С.

За результатами розрахунків отримуємо термоцикли які мають вигляд (рис. 2.5)

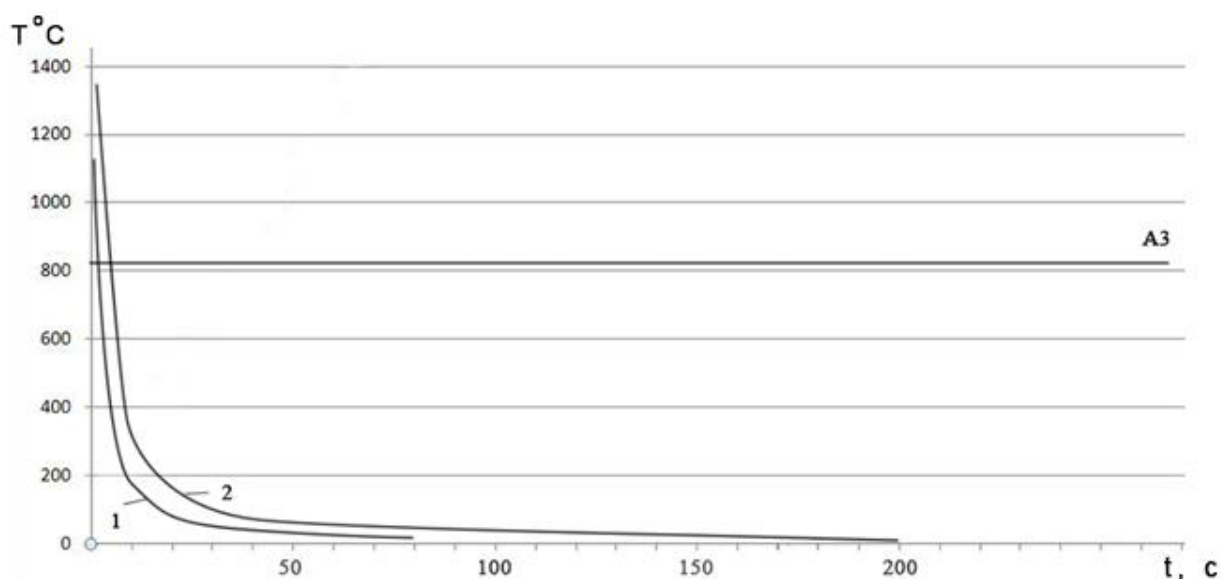


Рис. 2.5 - Термічний цикл при зварюванні сталі С255: 1 – внапусток; 2 - таврове

Вихідні дані:

Значення	H1	T3
Q	4350.0000	7765.0000
L	0.4000	0.4000
A	0.0800	0.0800
V	0.8700	0.8800
CG	5.0000	5.0000
TM	1350.0000	1350.0000

Розрахунок термічного циклу для H1 та T3:

H1		T3	
ТВ	T	ТВ	T
1.00	1156.69	1.00	1348.28
1.50	923.92	1.50	1236.63
2.00	758.49	2.00	1087.87
2.50	640.61	2.50	957.70
3.00	553.49	3.00	850.67
3.50	486.83	3.50	763.14
4.00	434.31	4.00	690.97
4.50	391.91	4.50	630.74
5.00	357.00	5.00	579.87
6.00	302.93	6.00	498.89
7.00	263.03	7.00	437.48
8.00	232.39	8.00	389.39
9.00	208.13	9.00	350.76
10.00	188.45	10.00	319.06
15.00	127.92	15.00	219.60
20.00	96.81	20.00	167.35
25.00	77.87	25.00	135.17
30.00	65.13	30.00	113.36
40.00	49.07	40.00	85.70
50.00	39.36	50.00	68.89
60.00	32.86	60.00	57.59
70.00	28.20	70.00	49.48
80.00	24.70	80.00	43.37
		90.00	38.60
		100.00	34.78
		150.00	23.26
		200.00	17.47

Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.131.2127ст.19.02.06.П3

Лист

39

Щоб мати можливість проаналізувати структурні перетворення, які проходять в зоні термічного впливу при зварюванні, необхідно мати дані по кінетичному перетворенню аустеніту. Такі дані можна отримати за допомогою діаграм термокінетичного перетворення, побудованих для даних умов зварювання. Відлік часу при охолодженні аустеніту починається з моменту, коли температура досягає критичної точки A_3 (2.11) – вище цієї температури аустеніт знаходиться в термодинамічно-стійкому стані, нижче – в нестійкому і в залежності від температурно-часових умов може підлягати перлітному, бейнітному або мартенситному перетворенню [27].

Критична точка A_3 розраховується за формулою [27]:

$$A_3 = 910 - 299C + 32Si - 25Mn - 8Cr - 18Ni + 2Mo + 117V - 24Cu - 7W - 120B \quad (2.11)$$

$$A_3 = 910 - 299 \times 0,22 + 32 \times 0,05 - 25 \times 0,6 - 8 \times 0,3 - 18 \times 0,3 - 24 \times 0,3 = 815,82$$

Нанесення кривої охолодження на діаграму термокінетичного розпаду аустеніту (рис. 2.6) надає можливість спрогнозувати можливі структурні перетворення в ЗТВ та визначити механічні властивості сталі після зварювання.

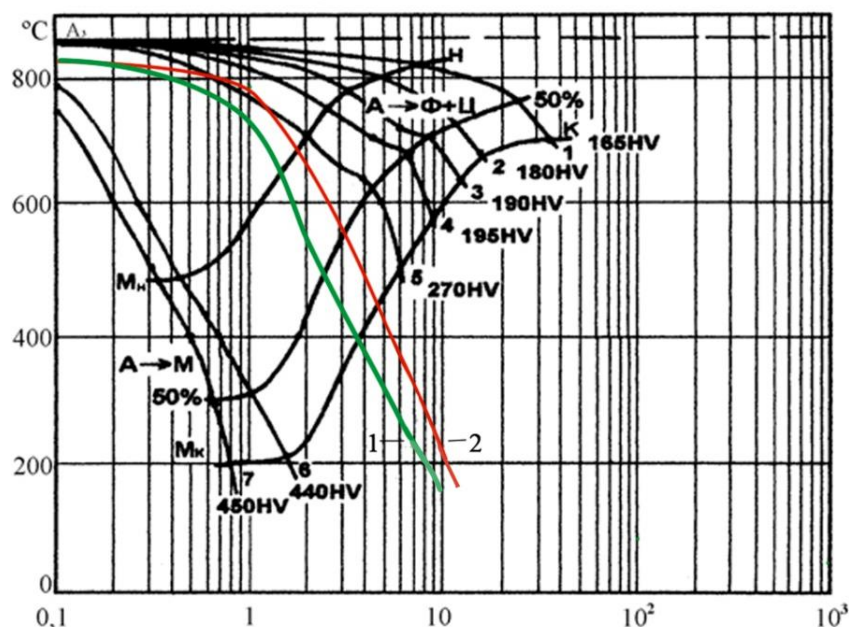


Рис. 2.6 – Аналіз діаграми термокінетичного перетворення аустеніту сталі С235:
1 – Н1; 2 – Т3

Отримана структура металу - феррито-перлитна.

Твердість становить 290-320HV.

Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Висновки

1. Для зварювання колони в дипломній роботі слід використовувати способи автоматичного зварювання під флюсом марки ОСЦ-45 похилим електродом діаметром 3 мм марки СВ-08А. Та механізованого зварювання плавким електродом діаметром 1,4 мм марки 08Г2С в захисній газовій суміші 82% Ar + 18% CO₂ на постійному струмі зворотної полярності.

2. Розраховані параметри режиму зварювання таврових з'єднань та з'єднань внапусток: для з'єднання ТЗ – $I_{зв} = 315$ А; $U_d = 29$ В; $V_{зв} = 31,8$ м/год; для з'єднання Н2 – $I_{зв} = 200$ А; $U_d = 29$ В; $V_{зв} = 31,5$ м/год.

3. Розраховано термічні цикли зварювання, і встановлено, що отримана структура металу ЗТВ – феррито-перлітна. Твердість становить 290-320HV.

					ДП.131.2127ст.19.02.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

ДП.131.2127ст.19.03.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Студент	Чех С.В.				Розробка засобів технологічного оснащення	Літ	Лист	Листів
Керівник	Драган С.В.						42	
Консульт						НУК ім. адм. Макарова		
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.							

3. Розробка засобів технологічного оснащення

Устаткування необхідне для виготовлення даної конструкції вибирається за такими основними критеріями, як здатність обладнання виконувати ті чи інші дії, спрямовані на зміну форми і просторового положення заготовки або виробу, забезпечення режимів зварювання, які були закладені в технологію, мати найменшу енергоємність, бути економічно виправданим в умовах даного типу виробництва і специфіки самої конструкції тощо. Критерієм оптимального вибору зварювального устаткування служить максимальна продуктивність процесу зварювання за умови отримання необхідних геометричних розмірів поперечного перерізу шва, регламентованих ГОСТ 14771-76 і ГОСТ 8713-79 і досить низьких витрат металу на угар і розбризування. Не менш важливими для вибору обладнання є критерії відповідності технічних характеристик приладів технологічним вимогам, придатність для механізації, наявність систем автоматизованого керування, продуктивність, маса, а також вартість придбання і обслуговування [32; 40].

Основними параметрами режиму зварювання, які мають значний вплив на розміри і форму швів при механізованому зварюванні в середовищі захисних газів є: сила зварювального струму; густина струму; напруга дуги; швидкість зварювання; рід струму і його полярність. При механізованих способах зварювання додається ще один параметр - швидкість подачі зварювального дроту, а при зварюванні в захисних газах - питома витрата захисного газу [25, 10].

Зварювання в суміші захисних газів (82% Ar + 18% CO₂) плавким електродом виконується на постійному струмі зворотної полярності. Головним параметром режиму, що впливає на вибір зварювального устаткування, є сила струму.

Зварювальний струм встановлюється в залежності від обраного діаметра електродного дроту, який, у свою чергу, вибирається в залежності від товщини зварюваного металу [35].

При виборі устаткування для автоматичного зварювання під флюсом особливу увагу слід приділяти таким параметрам як: сила і рід струму, його

					ДП.131.2127ст.19.03.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

полярність, діаметр використовуваного дроту, швидкість переміщення дуги та напруга джерела зварювання [42]. Важливо, щоб обладнання мало запас за силою струму на рівні 30-50 % [18].

Опираючись на вищенаведені критерії до вибору обладнання, розраховані режими зварювання та особливості конструкції колони в проєкті для механізованого зварювання в середовищі $Ar + CO_2$ пропонується застосувати механізм подачі електродного дроту КП 010-3, а для автоматичного зварювання під флюсом - зварювальний автомат тракторного типу КА 001.

КП 010-3 та КА 001 серійно випускаються КЗЕЗО (м. Каховка) [55].

Для обох способів зварювання обираємо зварювальний випрямляч типу ВДМ-6304М, що є універсальним джерелом зварювального струму і задовольняє вимогам вибраних приладів.

Зварювальний випрямляч ВДМ-6304М серійно випускається СпМЗ (м. Курахове) [60].

Апарат для механізованого зварювання типу КП 010-3

Апарат не входить в комплект КИГ, його необхідно купувати окремо.

Зварювальний апарат КП 010-3 (рис. 3.1.) з широким діапазоном регулювання зварювальних параметрів, призначений для дугового зварювання плавким електродом на постійному струмі в середовищі захисних газів суцільним або порошковим дротом низьколегованих і легованих сталей, а також корозійностійких сталей в середовищі аргону в усіх просторових положеннях.



Рис. 3.1 - Апарат для механізованого зварювання типу КП 010-3

					ДП.131.2127ст.19.03.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

Механізм подачі дроту разом з касетою для електродного дроту, органами керування і відсікачем газу змонтований в компактному корпусі закритого типу. В автоматі застосований чотирироликівий механізм подачі дроту з зубчастим зачепленням з потужністю електродвигуна редуктора подачі дроту 100Вт, що забезпечує надійну рівномірну подачу як суцільного, так і порошкового зварювального дроту.

Технічні характеристики напівавтомата наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Технічні характеристики напівавтомата зварювального типу КП 010-3

Номінальний зварювальний струм при ПВ =60% (в залежності від джерела), А	315, 400, 500, 600
Діапазон регулювання напруги на дузі (в залежності від джерела), В	16 - 37 18 – 50 17 – 46
Діапазон регулювання зварювального струму (в залежності від джерела), А	50 - 400 60 – 630 50 - 500
Регулювання швидкості подачі електродного дроту	плавне
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	120-1100
Діаметр електродного дроту, мм • суцільний • порошковий	1,0-2,0 1,2-2,0
Маса електродного дроту в касеті, кг	5, 15
Габаритні розміри механізму подачі, мм	600×300×510
Маса механізму подачі, кг	28

Особливості:

- 1) безпечні струмові роз'єми;
- 2) швидкознімний газовий роз'єм;
- 3) плавне регулювання швидкості подачі електродного дроту з механізму подачі;
- 4) автоматичне керування газовим трактом, зварювальним джерелом і механізмом подачі за допомогою кнопки на пальнику;
- 5) продування газу до і після зварювання;

- 6) наявність режиму заправки дроту і режиму перевірки подачі газу;
- 7) універсальний гальмівний пристрій, відповідає європейському стандарту;
- 8) зубчасте зачеплення роликів подачі й притиску;
- 9) забезпечує установку касети діаметром 300мм з дротом вагою 15 кг і діаметром 200 мм з дротом вагою 5 кг
- 10) стабільна швидкість подачі зварювального дроту при довжині шлейфу пальника 3 ... 5 м і вигинах шлейфу;
- 11) застосування 4-х роликового механізму подачі, забезпечує підвищене тягове зусилля і можливість роботи з пальниками довжиною до 5м
- 12) підключення пальника зі штирьовим під'єднанням
- 13) жорстка і ударостійка конструкція корпусу механізму подачі;
- 14) подача зварювального дроту може здійснюватися безпосередньо з касети або з бухти, покладеної на розмотувальний пристрій [53].

Зварювальний автомат тракторного типу КА 001

Автомат зварювальний тракторного типу КА 001 (рис. 3.2.) призначений для зварювання на постійному струмі плавким електродом під шаром флюсу стикових з'єднань з обробленням і без оброблення крайок, для зварювання кутових швів вертикальним і похилим електродом, а також швів внапусток.

Автомат в процесі роботи пересувається по виробу або по укладеній на ньому направляючій. КА-001 здійснює зварювання всередині колії з'єднань «у човник» і похилим електродом кутових швів [1].



Рис. 3.2 - Автомат зварювальний тракторного типу КА 001

Технічні характеристики зварювального автомата тракторного типу КА 001 наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Технічні характеристики зварювального автомата тракторного типу КА 001 [1]

Номінальна напруга живильної мережі, В	380
Частота живильної мережі, Гц	50
Номінальна споживана потужність, кВт	120
Номінальний зварювальний струм при ПВ = 100%, А:	1000
Кількість електродів	1
Діаметр суцільного електродного дроту, мм	3,0-5,0
Діапазон плавного регулювання швидкості подачі електродного дроту, м/год	59-404
Діапазон плавного регулювання швидкості зварювання, м/год	18-110
Регулювання кута нахилу електрода (мундштука), град	±45, ручне
Діапазон регулювання робочої напруги, В	20-56
Діапазон плавного регулювання зварювального струму, А	250-1250
Флюсоапаратура: обсяг флюсобункера, дм ³	6
Маса, кг	46
Габаритні розміри:	770x380x565

Зварювальний випрямляч ВДМ-6304М

Універсальний зварювальний випрямляч ВДМ-6304М (рис. 3.3.) призначений для автоматичного і напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів і під флюсом, а також для ручного дугового зварювання штучними електродами всіх типів.

Випрямляч має відмінні зварювальні властивості: стабільне горіння дуги, мале розбрикування металу, висока якість зварного шва. А також додаткові в'ялові характеристики, призначені для розширення технологічних можливостей. Може застосовуватися як багатопостове джерело при комплектації баластними реостатами. Наявність колес робить джерело особливо мобільним [51].



Рис. 3.3 - Зварювальний випрямляч ВДМ-6304М

Технічні характеристики зварювального випрямляча ВДМ-6304М наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. Технічні характеристики зварювального випрямляча ВДМ-6304М [51]

Напруга живлення	3x380 В
Номінальний зварювальний струм	630 А
Тривалість навантаження ПН	100%
Напруга холостого ходу	не більше 70 В
Кількість питомих постів	4
Споживана потужність	не більше 50 кВА
Габаритні розміри	110x620x850 мм
Маса джерела	не більше 280 кг

Висновок

1. В прєкті обрано: для виконання механізованого зварювання в середовищі $Ar + CO_2$ – механізм подачі електродного дроту КП 010-3; для автоматичного зварювання під флюсом – зварювальний автомат тракторного типу КА 001.

2. Для обох способів зварювання обираю універсальне джерело зварювального струму– зварювальний випрямляч типу ВДМ-6304М.

ДП.131.2127ст.19.04.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Студент	Чех С.В.				Розробка удосконаленої технології ВИГОТОВЛЕННЯ КОЛОНИ	Літ	Лист	Листів
Керівник	Драган С.В.						49	
Консульт						НУК ім. адм. Макарова		
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.							

4. Розробка удосконаленої технології виготовлення колони

4.1. Розробка змісту технологічного процесу

В проекті пропонується наступна технологія виготовлення конструкції зварної колони (рис. 4.1).

Технологічний процес виготовлення конструкції зварної колони поділяється на такі технологічні операції:

- 1) виготовлення деталей;
- 2) складання і зварювання вузлів;
- 3) правка;
- 4) контроль;
- 5) складання та зварювання конструкції;
- 6) фрезерування;
- 7) контроль.

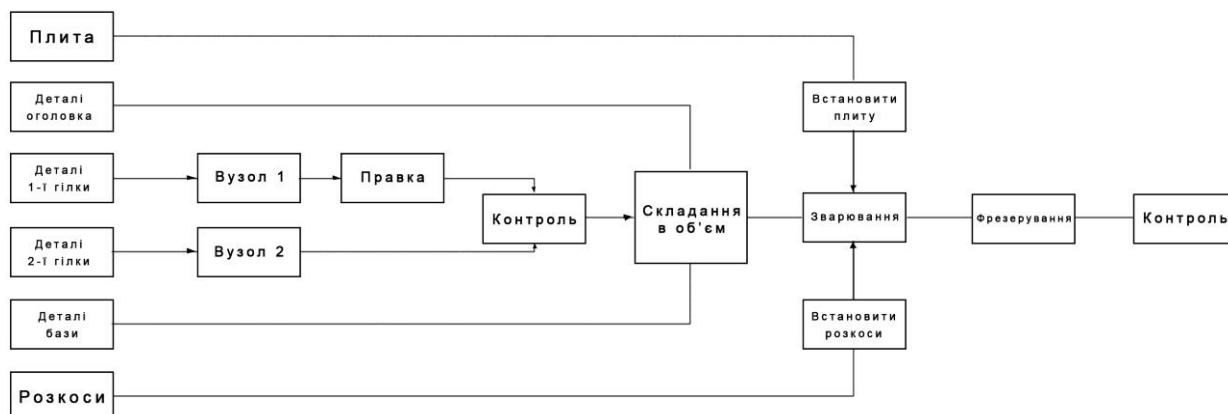


Рис. 4.1 - Структурна схема технологічного процесу

Переміщення листового і профільного прокату, деталей, кантування вузлів і конструкції колони виконувати мостовим краном вантажнопід'ємністю 10 тон.

1. Для виготовлення зварної колони попередньо слід виготовити окремі деталі, які проходять певну обробку у заготівельному виробництві. Для підготовки листового і профільного прокату під складання і зварювання необхідними є такі операції:

- 1) Правлення дефектів прокату

Листи прокату вимагають виправлення в тому випадку, якщо металургійний завод постачає його не в правленому стані, а також, якщо деформації утворилися при транспортуванні.

Виправлення здійснюється створенням місцевої пластичної деформації, і як правило, проводиться в холодному стані. Для усунення хвилястості листів і штаб завтовшки 0,5...50 мм використати багатовалкові машини (з числом валків біше п'яти). Виправлення досягається багатократним вичином при пропусканні листів між верхнім і нижнім рядами валів, розташованих в шаховому порядку (рис. 4.2, а). Виправлення дрібно- і середньосортового, а також профільного прокату провести на роликівих машинах (рис 4.2, б). Також правку можна здійснити на правильно-згинальних пресах кулачкового типу (рис 4.2, в) [26].

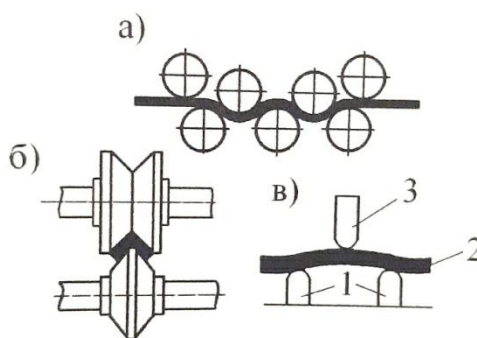


Рис. 4.2 - Схеми правки листових і профільних елементів

а – на листопривильних вальцях; б – в куткопривильних вальцях; в – на пресі

2) Розмічування під різку

Розмічування виконати ручним методом з використанням рулеток, лінійок, кернерів, креслилок.

3) Різання

Різання деталей з прямолінійними крайками з листів виконати на гільйотинних ножицях. Для поперечного різання фасонного прокату застосовувати прес-ножиці з фасонними ножами або дискові пили.

4) Очищення

Для очищення прокату, деталей і зварних вузлів застосовувати механічний метод. Вилучення забруднення, іржі і окалини провести пневмомашиною з

використанням металевих кругів-щіток, шліфувальних кругів.

5) Розмічування під зварювання

Розмічування виконується з використанням вимірювальних інструментів: металевих рулеток, лінійок, креслилок, кутників, молотків і ін.

2. Для виготовлення колони застосовується автоматичне зварювання під флюсом і механізоване зварювання в середовищі захисних газів плавким електродом.

Для автоматичного зварювання під флюсом використовується автомат тракторного типу КА 001. Для зварювання використати дріт марки Св-08А діаметром 3 мм і флюс марки ОСЦ-45.

Для механізованого зварювання плавким електродом в середовищі захисних газів і встановлення електроприхваток використовується апарат типу КП 010-3. Для зварювання використати дріт марки Св-08Г2С діаметром 1,4 мм і суміш газів Ar + CO₂ (82% + 18%).

В якості джерела живлення для обох способів зварювання обрано випрямляч ВДМ-6304М.

Дана зварна колона складається зі стрижня, оголовка і бази (див. рис. 1.1).

Для стрижня необхідно:

- 1) перша гілка - виготовити двотаврову балку,
- 2) друга гілка – два кутника з'єднати пластиною.

Двотавр складається з двох полиць і стінки зварених між собою тавровим з'єднанням.

Для складання двотаврової балки використовується установка з пересувним порталом (див. рис. 1.3) . Спосіб виготовлення балки описаний в розділі 1.3.

Після складання двотаврову балку перемістити на зварювальну плиту для виконання поясних швів. Перед зварюванням електроприхватки очистити від шлаку. Балку жорстко закріпити.

Зварювання поясних швів здійснюється похилим електродом в нижньому положенні.

Послідовно виконати автоматичне зварювання під флюсом швів з одного

					ДП.131.2127ст.19.04.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

боку балки, перекантувати на 180° і послідовно виконати зварювання швів з другого боку балки.

Для виготовлення другої гілки стрижня деталі гілки скласти по розмітці на складальній плиті і закріпити за допомогою струбцин, стяжок, скоб.

Виконати електроприхватки.

Після складання гілку стрижня перемістити на зварювальну плиту і жорстко закріпити. Електроприхватки очистити від шлаку.

Послідовно виконати автоматичне зварювання під флюсом швів з одного боку гілки, перекантувати на 180°, жорстко закріпити і послідовно виконати зварювання швів з другого боку гілки.

Зварювання виконується внапусток двобічним швом.

Після зварювання обох гілок виконати очищення швів від шлаку, за допомогою молотка, зубила, металевої щітки.

3. Виконати правку грибовидності полиць двотаврової балки (див. рис. 1.5).

4. Виконати контроль якості зварних швів: візуальним (100%) і ультразвуковим луна-методом (50%).

5. Наступною операцією з виготовлення конструкції зварної колони є складання елементів колони на складальній плиті з використанням засобів малої механізації (струбцини, стяжки, скоби, розпірні пристрої та ін.) і виконанням електроприхваток.

Обидві гілки стрижня встановити на складальній плиті і закріпити. Далі, методом нарощування, по черзі встановити і виконати електроприхватки, деталі оголовка і деталі бази. Деталі складаються за попередньою розміткою.

Почергове встановлення деталей оголовка:

- 1) горизонтальна пластина 10;
- 2) вертикальна пластина 5;
- 3) вертикальна пластина 7;
- 4) горизонтальна пластина 8;
- 5) горизонтальна пластина 9.

					ДП.131.2127ст.19.04.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

Почергове встановлення деталей бази:

- 1) пластина 14;
- 2) траверси 13 (4 одиниці);
- 3) пластина 20;
- 4) пластина 19;
- 5) кутник 18;
- 6) кутник 17.

Для встановлення деталей оголовка і бази з іншого боку колони, колону перекантувати на 180° .

Встановити деталі оголовка:

- 1) вертикальна пластина 7;
- 2) горизонтальна пластина 8;
- 3) горизонтальна пластина 9.

Встановити деталі бази:

- 1) пластина 14;
- 2) траверси 13 (4 одиниці);
- 3) пластина 20;
- 4) пластина 19;
- 5) кутник 18;
- 6) кутник 17.

Перекантувати колону на 90° і встановити пластини 11 і 6.

Після складання колону перемістити на зварювальну плиту. Для встановлення колони у зручне для зварювання положення, періодично кантувати її на 180° і на 90° . Перед зварюванням електроприхватки очистити від шлаку. Послідовність зварювання відповідає послідовності складання. Зварювання виконати в жорсткому положенні.

Виконати зварювання всіх швів механізованим зварюванням плавким електродом в середовищі захисних газів. Всі шви очистити від шлаку.

Перемістити колону на складальну плиту. По розмітці встановити і виконати електроприхватки, плиту 12.

					ДП.131.2127ст.19.04.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

Перемістити колону на зварювальну плиту.

Електроприхватки очистити від шлаку. Виконати зварювання всіх швів механізованим зварюванням. Для встановлення колони у зручне для зварювання положення періодично кантувати її на 90°. Всі шви очистити від шлаку.

Перемістити конструкцію колони на складальну плиту. По розмітці встановити розкоси 16 (8 одиниць) і виконати електроприхватки. Перекантувати колону на 180°. По розмітці встановити розкоси 16 (8 одиниць) і виконати електроприхватки.

Після складання перемістити колону на зварювальну плиту. Електроприхватки очистити від шлаку. Виконати механізоване зварювання всіх швів з одного боку колони. Перекантувати колону на 180 і виконати зварювання всіх швів з іншого боку. Після зварювання всіх швів очистити від шлаку.

6. Перемістити конструкцію зварної колони на торцефрезерний верстат типу ДХ1215. Виконати фрезерування двох торців.

7. Виконати візуальний контроль якості всіх швів.

Перпендикулярність від торців відносно поздовжньої осі стрижня перевірити оптичним пристроєм.

4.2. Контроль якості зварних з'єднань

Для контролю якості зварних швів виготовленої колони, крім візуального контролю, використовується ультразвуковий метод для виявлення дефектів зварних з'єднань. Принцип ультразвукового контролю базується на тому, що міцні матеріали є відмінними провідниками звукових хвиль. Такі хвилі можуть проникати в матеріальні об'єкти на велику глибину і потрапляючи на межу двох матеріалів з різною акустичною проникністю - заломлюються і відбиваються. Результат взаємодії звукових хвиль з матеріалом посилюється згідно зі зменшенням довжини їх хвиль (і відповідно до цього, збільшення частоти коливань).

Найбільш простим, практичним і економічним є луна-метод. Заснований луна-метод на фіксації луна-сигналів від дефекту. Зондуєчий імпульс приладу

						Лист
					ДП.131.2127ст.19.04.06.ПЗ	55
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

зазвичай спостерігають на екрані відбитий від дна виробу – донний луна-сигнал від дефекту. Використовуючи різні види хвиль, вирішують завдання дефектоскопії металів, сплавів і багатьох неметалічних матеріалів. Вимірюючи час повернення донного сигналу і, враховуючи швидкість ультразвуку в матеріалі, визначають товщину виробу. У випадку якщо невідома товщина виробу, то вимірюють швидкість по донному сигналу і оцінюють загасання, а за цими даними, визначають фізико-механічні властивості матеріалів. При використанні луна-метода контроль проводиться при доступі до досліджуваного об'єкту з одного боку, і при цьому визначаються розміри дефекту та його координати [62].

Висновки

1. Розроблено принципову структурну схему складання і зварювання колони. Розроблена технологія допомагає знизити трудоміцність процесу.
2. Контроль якості здійснюється візуальним способом (100%) та ультразвуковим луна-методом (50%).

					ДП.131.2127ст.19.04.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

ДП.131.2127ст.19.05.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Студент	Чех С.В.				Розрахунок технологічної собівартості складання і зварювання колон	Літ	Лист	Листів
Керівник	Драган С.В.						57	
Консульт						НУК ім. адм. Макарова		
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.							

5. Розрахунок технологічної собівартості складання і зварювання

КОЛОНИ

Економічні розрахунки є необхідними для визначення доцільності і правильності обраних в проекті устаткування, параметрів зварювання, матеріалів та ресурсів, а також щоб переконатись, що всі витрати на виробництво конструкції були зведені до мінімуму.

В даному проекті оцінку економічної ефективності розробок виконаємо шляхом розрахунку технологічної собівартості складання і зварювання колони за удосконаленою технологією її виготовлення. При цьому затрати на основний метал не враховуються, оскільки конструкція не змінюється. Розрахунки виконаємо за методикою, викладеною у навчальному посібнику «Технологія зварювання суднових корпусних конструкцій» [14].

Вихідними даними для розрахунків прийняті наступні (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 Вихідні дані для розрахунків технологічної собівартості складання і зварювання колони

Найменування показника	Розмірність	Величина
Річний обсяг продукції	шт.	12
Ціна 1 кг електродного дроту марки СВ-08Г2С СВ-08А	грн	31
		38
Ціна 1 м ³ захисного газу	грн	60
Ціна 1 кВт-год електроенергії	грн	1,8855
Тарифна ставка оплати праці складальника, Г _{ст}	грн./н-год	87
Тарифна ставка оплати праці зварювальника, Г _{ст}	грн. /н-год	80
Тарифна ставка оплати праці контролера, Г _{ст}	грн. /н-год	59,34
Ціна випрямляча зварювального ВДМ-6304М	грн	54000
Ціна зварювального автомату КА 001	грн	50000
Ціна механізму подачі електродного дроту КП 010-3	грн	11000
Довжина швів: Автоматичне зв. Механізоване зв.	см	7110
		4210

Продовження таблиці 5.1 Вихідні дані для розрахунків технологічної собівартості складання і зварювання колони

Найменування показника	Розмірність	Величина
Площа наплавки швів: Автоматичне зв. Механізоване зв.	см ²	0,1725 0,122
Щільність металу	г/см ³	7,8
Коефіцієнт переходу від маси наплавленого металу до витрати матеріалів для зварювання		1,02
Потужність холостого ходу джерела струму	кВт	2,5
ККД зварювального посту		0,45
Коефіцієнт, що враховує допоміжний час, К _д		1,2
Коефіцієнт, що враховує підготовчो-заклучний час, К _{п-з}		1,04
Коефіцієнт обслуговування робочого місця, К		1,13
Зварювальний струм: Автоматичне зв. Механізоване зв.	А	315 200
Напруга на дузі:	В	29
Швидкість зварювання: Автоматичне зв. Механізоване зв.	м/год	31,8 31,5

Технологічна собівартість C_T складається з затрат на зварювальні матеріали C_M , на електроенергію C_e , на оплату праці $C_{пр}$, амортизаційні відрахування C_a та відрахування на поточний ремонт обладнання C_p , тобто:

$$C_T = C_M + C_e + C_{пр} + C_a + C_p \quad (5.1)$$

Затрати на кожний з матеріалів C_{Mi} визначається за формулою

$$C_{Mi} = P_{Mi} \times \Pi_{Mi}, \quad (5.2)$$

де P_{Mi} – витрати і-го матеріалу; Π_{Mi} – ціна 1 кг даного матеріалу.

Необхідна кількість кожного з матеріалів P_{Mi} визначається згідно з ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів».

Загальні затрати на матеріали визначаються як

$$C_M = \sum C_{Mi}. \quad (5.3)$$

Вартість електроенергії розраховується як

$$C_e = W \times \Pi_e, \quad (5.4)$$

де W – повні витрати електроенергії одним зварювальним постом, кВт-год.; C_e – ціна 1 кВт-год. електроенергії.

$$W = \frac{U_d \cdot I_z}{\eta \cdot 1000} \cdot \tau + \omega_0 (\tau_1 - \tau), \quad (5.5)$$

де U_d – напруга дуги; η – ККД джерела живлення ($\eta = 0,6 \dots 0,8$ – для зварювання постійним струмом); ω_0 – потужність, що витрачається джерелом живлення під час холостого ходу ($\omega_0 = 2 \dots 3$ кВт для постійного струму); τ – час горіння дуги, год.; $\tau_1 = \frac{\tau}{K_n}$ – час зварювання з урахуванням коефіцієнту K_n використання зварювального поста (для зварювання у цехових умовах $K_n = 0,5 \dots 0,8$)

Повні затрати на основну заробітну плату виконавця визначаються трудомісткістю виконання операції, середньою годинною тарифною ставкою робітника відповідної професії з урахуванням додаткової зарплати та єдиного соціального внеску і розраховуються за формулою

$$C_{з.п.і} = [(1,1 \dots 1,15) \times T_p \times \Gamma_{ст}] \times 1,22, \quad (5.6)$$

де T_p – трудомісткість виконання (складання, зварювання, зачищення тощо) зварного виробу, н-год; $\Gamma_{ст}$ – середня годинна тарифна ставка робітника відповідної професії, грн./год.

Трудомісткості складання:

1) для таврового з'єднання (виготовлення першої гілки) розраховується за формулою:

$$T_p = (0,19H + 0,26) \times (0,0143 \times s + 0,58), \quad (5.7)$$

де H – висота стінки (м), s – товщина листа (мм);

2) для з'єднань внапусток (виготовлення другої гілки)

$$T_{p.п.п} = 0,0459 + 0,0251 \times L + 0,00008 \times z^2 + 0,0008 \times z \times L \quad (5.8)$$

де z – № профіля, L – довжина деталі (м);

3) для швів, що виконуються механізованим зварюванням – за табличними даними [14].

Трудомісткості зварювання розраховується за формулою:

$$T_{p.зв} = I_{шв} \times T_0 \times K_d \times K_{п-з} \times K \quad (5.9)$$

										Лист
										60
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.131.2127ст.19.05.06.ПЗ					

$$T_0 = \frac{m}{V_{зв}}, \quad (5.10)$$

де T_0 – основний час - це час горіння дуги та наплавлення металу на 1 м шва, год;
 K_d – коефіцієнт, що враховує додатковий час; $K_{п-з}$ - коефіцієнт, що враховує
 підготовчто-заключний час; K – коефіцієнт обслуговування робочого місця; m –
 кількість проходів при зварюванні.

Амортизаційні відрахування від кожного виду обладнання C_{ai} та
 відрахування на поточний ремонт C_{pi} визначаються за наступними формулами:

$$C_{ai} = \frac{\Sigma B_i \times H_{ai}}{100} \quad (5.11)$$

$$C_{pi} = \frac{\Sigma B_i \times H_p}{100}, \quad (5.12)$$

де B_i , H_{ai} , H_p – вартість, норма амортизаційних відрахувань та норма витрат на
 поточний ремонт обладнання [14].

Розрахуємо собівартість колони

Для автоматичного зварювання під флюсом:

$$l_{шв} = 71,1 \text{ м} = 7110 \text{ см}; F_H = 17,25 \text{ мм}^2 = 0,1725 \text{ см}^2$$

Вага наплавленого металу, кг:

$$G_H = \gamma \times F_H \times l_{шв} \quad (5.13)$$

$$G_H = 0,1725 \times 7,8 \times 100 = 9,57 \text{ кг (на 1 метр шва)}$$

Витрати дроту та флюсу, кг:

$$G_{др} = G_H \times k \quad (5.14)$$

де k – коефіцієнт переходу від маси наплавленого металу до витрати
 матеріалів для зварювання. k дроту = 1,02; k флюсу = 1,1.

$$G_{др} = 9,57 \times 1,02 = 9,76 \text{ кг}$$

$$G_{фл} = 9,57 \times 1,1 = 10,527 \text{ кг}$$

Витрата електроенергії розраховується за формулою (5.5), кВт×год:

$$\tau = \frac{l_{шв}}{V_{зв}} \quad (5.15)$$

$$\tau = \frac{71,1}{31,8} = 2,24 \text{ год}$$

					ДП.131.2127ст.19.05.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$\tau_1 = \frac{\tau}{K_n} \quad (5.16)$$

$$\tau_1 = \frac{2,24}{0,65} = 3,45 \text{ год}$$

$$W = \frac{29 \times 315}{0,45 \times 1000} \times 2,4 = 48,72 \text{ кВт} \times \text{год (на один погонний метр шва)}$$

$$W_{\text{заг.}} = 48,72 \times 71,1 = 3464 \text{ кВт} \times \text{год}$$

Для механічному зварювання в газовій суміші:

$$l_{\text{шв}} = 42,1 \text{ м} = 4210 \text{ см}; F_n = 12,2 \text{ мм}^2 = 0,122 \text{ см}^2$$

Вага наплавленого металу, кг:

$$G_n = 0,122 \times 7,8 \times 4210 = 4,006 \text{ кг}$$

Витрата дроту, кг

$$G_{\text{др}} = 4,006 \times 1,02 = 4,086 \text{ кг}$$

Витрата газу, м³:

$$H_r = 0,8 \times G_{\text{др}}$$

$$H_r = 0,8 \times 4,086 = 3,27 \text{ м}^3$$

Витрата електроенергії, кВт×год

$$\tau = \frac{42,1}{31,5} = 1,34 \text{ год}$$

$$\tau_1 = \frac{2,13}{0,6} = 3,55 \text{ год}$$

$$W = \frac{29 \times 200}{0,45 \times 1000} \times 1,34 = 17,27 \text{ кВт} \times \text{год (на один погонний метр шва)}$$

$$W_{\text{заг.}} = 17,27 \times 42,1 = 727 \text{ кВт} \times \text{год}$$

Результати розрахунків зведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Витрати матеріалів на всі з'єднання

Спосіб зв.	L _{шв} , см	F _n , см ²	G _n , кг	G _{др} , кг	G _{фл} , кг	H _r , м ³	W, кВт×год
Автом.	7110	0,1725	13,576	9,76	10,527		4191
Механ.	4210	0,122		4,08		3,27	

Затрати на зварювальні матеріали на один виріб розраховуються за формулою (5.2), грн:

1) дроту:

$$C_{др1} = 9,76 \times 31 = 302,56 \text{ грн}$$

$$C_{др2} = 4,086 \times 38 = 155,27 \text{ грн}$$

$$C_{др \text{ заг}} = 302,56 + 155,27 = 457,83 \text{ грн}$$

2) Флюс

$$C_{фл} = 10,527 \times 10,2 = 107,38 \text{ грн}$$

3) газу:

$$C_{г} = 60 \times 3,27 = 196,2 \text{ грн}$$

Загальні витрати зварювальних матеріалів:

$$C_{м} = 457,83 + 107,38 + 196,2 = 761,41 \text{ грн}$$

4) електроенергії:

$$C_{е} = 4191 \times 1,8855 = 7902,13 \text{ грн}$$

Розрахуємо трудомісткість складання:

1) для таврового з'єднання: $l_{шв} = 18,32 \text{ м}$, $H = 0,665 \text{ м}$, $s = 16 \text{ мм}$

Трудомісткість розраховується за формулою (5.7)

$$T_p = (0,19 \times 0,665 + 0,26) \times (0,0143 \times 16 + 0,58) = 0,25 \text{ н-г (на 1 м шва)}$$

$$T_{p \text{ г}} = 18,32 \times 0,25 = 4,58 \text{ н-г}$$

2) Для з'єднання внапусток: $L = 8,86 \text{ м}$, $z = 200$

Трудомісткість розраховується за формулою (5.8)

$$T_{p \text{ п}} = 0,0459 + 0,0251 \times 8,86 + 0,00008 \times 200^2 + 0,0008 \times 8,86 = 3,47 \text{ н-г}$$

для з'єднань внапусток $k = 0,7$

$$T_{p \text{ п}} = 3,47 \times 0,7 = 2,43 \text{ н-г}$$

3) для швів, що виконуються механізованим зварюванням розраховується за табличними даними [14]:

$$T_{p \text{ мех}} = 16 \times 0,65 + 2 \times 0,49 + 2,47 + (0,62) + 0,77 + 2 \times 0,81 + 2 \times 0,47 + 2 \times 0,36 + 2 \times 0,15 + 0,44 = 19,88 \text{ н-г} \times 0,8 = 15,904 \text{ н-г}$$

коефіцієнт для швів внапусток 0,8

$$T_{p \text{ заг}} = 4,58 + 2,43 + 15,904 = 22,914 \text{ н-г}$$

Розрахуємо затрати на основну заробітну плату складальника за формулою (5.6):

$$C_{ск} = 1,1 \times 22,914 \times 87 \times 1,22 = 2675,3 \text{ грн}$$

Розрахуємо трудомісткість зварювання за формулою (5.9):

1) автоматичного:

$$T_0 = \frac{1}{31,8} = 0,03145 \text{ год}$$

$$T_{p \text{ авт}} = 71,1 \times 0,03145 \times 1,2 \times 1,04 \times 1,13 = 3,15 \text{ н-г}$$

2) механізованого:

$$T_0 = \frac{1}{31,5} = 0,03175 \text{ год}$$

$$T_{p \text{ мех}} = 42,1 \times 0,03175 \times 1,2 \times 1,04 \times 1,13 = 1,885 \text{ н-г}$$

3) загальна:

$$T_{p \text{ з заг}} = 3,15 + 1,885 = 5,035 \text{ н-г}$$

Розрахуємо затрати на основну заробітну плату зварювальника за формулою (5.6):

$$C_{зв} = 1,1 \times 5,035 \times 80 \times 1,22 = 540,56 \text{ грн}$$

Розрахуємо трудомісткість контролю за формулою (5.6):

Для з'єднань внапусток візуальний контроль складає 2 хвилини на 1 см шва.

$$l_{шв} = 71,1 + 42,1 = 113,2 \text{ м}$$

$$T_{p \text{ к}} = 113,2 \times 2 = 226,4 \text{ хв} = 3,77 \text{ н-год}$$

Розрахуємо затрати на основну заробітну плату контролера за формулою

$$C_{к} = 1,1 \times 3,77 \times 59,35 \times 1,22 = 27,07 \text{ грн}$$

Загальні затрати на оплату праці основних робітників:

$$C_{пр} = 2675,3 + 540,56 + 27,07 = 3242,93 \text{ грн}$$

Річна програма (12 шт):

$$C_{м} = 176,41 \times 12 = 9136,92 \text{ грн}$$

$$C_{е} = 7902,13 \times 12 = 94825,56 \text{ грн}$$

$$C_{пр} = 3242,93 \times 12 = 38915,16 \text{ грн}$$

Витрати на амортизацію обладнання розраховуються за формулою (5.10):

					ДП.131.2127ст.19.05.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$C_{\text{акП}} = \frac{11000 \times 14,5}{100} = 1595 \text{ грн}$$

$$C_{\text{авДМ}} = \frac{54000 \times 14}{100} = 7560 \text{ грн}$$

$$C_{\text{акА}} = \frac{50000 \times 14,5}{100} = 7250 \text{ грн}$$

Річна сума амортизації:

$$\frac{C_{\text{акП}}}{7 \text{ років}} = \frac{1595}{7} = 227,95 \text{ грн}$$

$$\frac{C_{\text{авДМ}}}{7 \text{ років}} = \frac{7560}{7} = 1080 \text{ грн}$$

$$\frac{C_{\text{акА}}}{7 \text{ років}} = \frac{7250}{7} = 1035,7 \text{ грн}$$

Загальна річна амортизація обладнання:

$$C_{\text{а.заг.}} = 1080 + 1035,7 + 227,95 = 2343,65 \text{ грн}$$

$$\text{Амортизація на один виріб} = \frac{2343,65}{12} = 195,3 \text{ грн}$$

Витрати на ремонт обладнання розраховуються за формулою (5.11):

$$C_{\text{рКП}} = \frac{11000 \times 15}{100} = 1500 \text{ грн}$$

$$C_{\text{рВДМ}} = \frac{54000 \times 15}{100} = 8100 \text{ грн}$$

$$C_{\text{рКА}} = \frac{50000 \times 15}{100} = 7500 \text{ грн}$$

Річна сума ремонту

$$\frac{C_{\text{рКП}}}{7 \text{ років}} = \frac{1500}{7} = 214,29 \text{ грн}$$

$$\frac{C_{\text{рВДМ}}}{7 \text{ років}} = \frac{8100}{7} = 1157,14 \text{ грн}$$

$$\frac{C_{\text{рКА}}}{7 \text{ років}} = \frac{7500}{7} = 1071,43 \text{ грн}$$

Загальна річна сума на ремонт обладнання:

$$C_{\text{р.заг.}} = 214,29 + 1157,14 + 1071,43 = 2442,86 \text{ грн.}$$

					ДП.131.2127ст.19.05.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

Витрати на ремонт на один виріб $\frac{2442,86}{12} = 1203,57$ грн

Технологічна собівартість виготовлення конструкцій за рік розраховується за формулою (5.1):

$$C_T = 9136,92 + 94825,56 + 38915,16 + 2343,65 + 2442,86 = 147664,15 \text{ грн}$$

Зведені затрати на технологічну собівартість складання і зварювання колони наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3. Зведені затрати на технологічну собівартість складання і зварювання колони

Найменування статей затрат	Величина
Зварювальні матеріали	9136,92
Заробітна плата	38915,16
Електроенергія	94825,56
Амортизаційні відрахування по обладнанню	2343,65
Витрати на поточний ремонт обладнання	2442,86
Технологічна собівартість одного виробу	12305,35
Технологічна собівартість річного випуску виробів	147664,15

Висновок

Розраховано технологічну собівартість виготовлення колони, яка складає 12305,35 грн – на один виріб та 147664,15 – річні витрати при програмі 12 шт/рік.

ДП.131.2127ст.19.06.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Студент	Чех С.В.				Охорона праці	Листів		
Керівник	Драган С.В.						67	
Консульт						НУК ім. адм. Макарова		
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.							

6. Охорона праці

При виборі зварювального процесу потрібно враховувати пов'язані з ним небезпечні і шкідливі фактори, а саме: можливість ураження електричним струмом, виділення дрібнодисперсного пилу і шкідливих газів, інтенсивність світлового, інфрачервоного, ультрафіолетового та рентгенівського випромінювань, підвищені рівнів шуму і вібрацій. При розробці технологічних процесів зварювання виробів слід передбачати найбільшу їх механізацію та автоматизацію, а також використовувати вентиляцію [34].

Особливістю при проектуванні системи вентиляції зварювального цеху є необхідність досягнення високих результатів очищення повітряних мас, при відносно низьких витратах енергії. Крім того, процес вентиляції виробничого приміщення повинен бути безперебійним - тому, крім основної вентсистеми, передбачається монтаж додаткової (аварійної вентиляції), яка повинна функціонувати настільки ж ефективно і продуктивно, як і основна [7].

Вентиляція являє собою сукупність заходів та засобів призначених для забезпечення на постійних робочих місцях та зонах обслуговування виробничих приміщень метеорологічних умов та чистоти повітряного середовища, що відповідають гігієнічним та технічним вимогам. Основне завдання вентиляції — вилучити із приміщення забруднене або нагріте повітря та подати свіже. Вентиляція класифікується за такими ознаками:

- 1) за способом переміщення повітря — природна, штучна (механічна) та суміщена (природна та штучна одночасно);
- 2) за напрямком потоку повітря — припливна, витяжна, припливно-витяжна;
- 3) за місцем дії — загальнообмінна, місцева, комбінована.

Штучна (механічна) вентиляція дає можливість очищувати повітря перед його викидом в атмосферу, вловлювати шкідливі речовини безпосередньо біля місць їх утворення, обробляти припливне повітря (очищувати, підігрівати, зволожувати), більш цілеспрямовано подавати повітря в робочу зону. Окрім того, механічна вентиляція дає можливість організувати повітрозбір в найбільш чистій

зоні території підприємства і навіть за її межами.

Загальнообмінна вентиляція забезпечує створення необхідного мікроклімату та чистоти повітряного середовища у всьому об'ємі робочої зони приміщення. Вона застосовується для видалення надлишкового тепла при відсутності токсичних виділень, а також у випадках, коли характер технологічного процесу та особливості виробничого устаткування виключають можливість використання місцевої витяжної вентиляції. Розрізняють чотири основні схеми організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції: зверху вниз, зверху вгору, знизу вгору, знизу вниз (рис. 6.1).

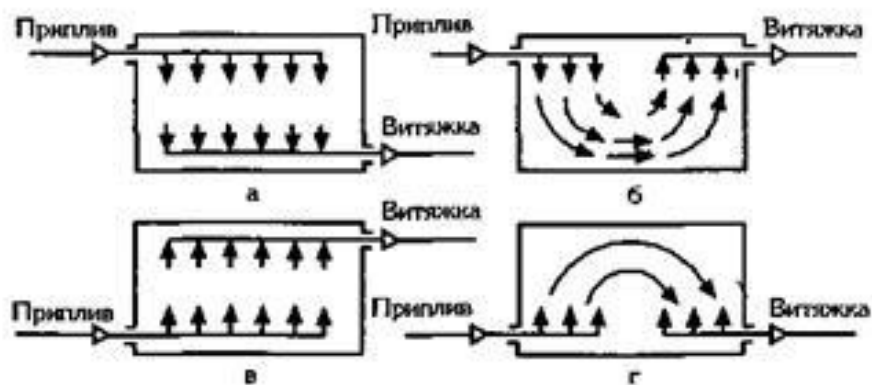


Рис. 6.1 - Схема організації повітрообміну при загальнообмінній вентиляції.

Схеми зверху вниз (рис. 6.1, а) та зверху вгору (рис. 6.1, б) доцільно застосовувати у випадку, коли припливне повітря в холодний період року має температуру нижчу температури приміщення. Припливне повітря перш ніж досягти робочої зони нагрівається за рахунок повітря приміщення. Інші дві схеми (рис. 6.1, в та 6.1, г) рекомендується використовувати тоді, коли припливне повітря в холодний період року підігрівається і його температура вища температури внутрішнього повітря.

Якщо у виробничих приміщеннях виділяються гази та пари з густиною, що перевищує густину повітря (наприклад, пари кислот, бензину, гасу), то загальнообмінна вентиляція повинна забезпечити видалення 60% повітря з нижньої зони приміщення та 40% — з верхньої. Якщо густина газів менша за

Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

густину повітря, то видалення забрудненого повітря здійснюється у верхній зоні [8].

Зварювальний піст доцільно забезпечити загальнообмінною штучною вентиляцією.

Розрахуємо загальнообмінну штучну вентиляцію.

Обираємо схему організації повітряобміну зверху вниз (рис. 6.2).

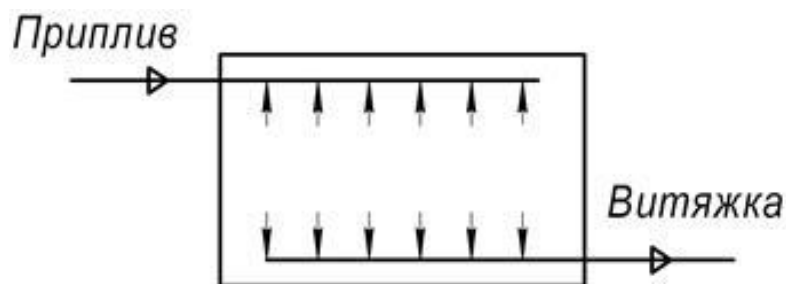


Рис. 6.2 - Схема організації повітряобміну зверху вниз

Вихідні дані:

Приміщення – механічний цех

Розмір приміщення $16 \times 52 \times 6$ м²

Кількість шкідливих речовин (пил) $U = 54272$ мг/год

Розрахуємо кількість повітря яку необхідно замінити за формулою:

$$L = \frac{U}{(k_1 - k_2)}, \quad (6.1)$$

де U – кількість пилу, що надходить у повітря цеху, мг/год; k_1 – гранично допустима концентрація пилу, що надходить у повітря цеху, мг/м³; k_2 – концентрація тих же шкідливих речовин у припливному повітрі, мг/м³.

$$L = \frac{54272}{10} = 54272 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначемо площі поперечного перерізу повітропроводів на всіх розрахункових ділянках магістралі і в вітках за формулою:

$$f = \frac{L}{3600 \times V_p}, \quad (6.2)$$

де L = об'єм транспортованого повітря, V_p – швидкість повітря, $V_p = 9$ м.

					ДП.131.2127ст.19.06.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

$$f = \frac{54272}{3600 \times 9} = 0,168 \text{ м}^2$$

Обираємо стандартні розміри круглого повітропроводу з листової сталі $d = 500$ мм.

Потрібний тиск, необхідний для передачі повітря повітропроводами, визначають через розрахунок суми втрат тиску на тертя і місцеві опори в сітці.

Втрати тиску на тертя для кожної ділянки (починаючи з найввідаленої) і в вітках розраховуються за формулою:

$$R = \frac{\lambda \times V_n^2 \times \gamma}{d \times 2 \times g}, \quad (6.3)$$

де λ – коефіцієнт опору тертя, який залежить від шорсткості стінок повітропроводу (для сталевих повітропроводів $\frac{\lambda}{d} = 0,31$); V_n – швидкість повітря м/с; d – діаметр повітропроводів, мм; γ – питома вага, Н/м³; g – прискорення сили тяжіння, м/с².

Розрахуємо втрати тиску на тертя на 1 м за формулою:

$$R = \frac{0,031 \times 9^2 \times 1,2}{2 \times 9,8} = 0,154 \text{ Па/м}$$

Значення $\frac{\lambda}{d}$ приймаємо згідно залежно від діаметру повітропроводу d , і швидкості транспортування повітря V_p .

Втрати тиску в місцевих опорах розраховують також послідовно для кожної ділянки і в вітках за формулою:

$$z = \sum \xi \frac{V_n^2 \times \gamma}{2 \times g}, \quad (6.4)$$

де ξ – коефіцієнт місцевих опорів, які приймають за табличними даними [28].

Коефіцієнти місцевих опорів в трійнику враховують як зі сторони руху повітря магістралі, так із сторони віток.

Втрати тиску у хрестовині дорівнюють сумі коефіцієнтів місцевих опорів двох трійників.

Загальні витрати тиску на кожній розрахунковій ділянці і вітках розраховуються за формулою:

$$H = R \times L \times z \quad (6.5)$$

$$H = 0,154 \times 1 \times 5,951 = 6,105$$

Вибір вентиляційного обладнання

Необхідна потужність електродвигуна вентилятора розраховується за формулою:

$$N = \frac{L \times H \times K}{3600 \times 102 \times \eta}, \quad (6.6)$$

де L – кількість пилу що надходить в робочу зону, м³/г; H – тиск, що створюється вентилятором, Па; K – коефіцієнт запасу, $K = 1,1 \dots 1,5$; η – ККД вентилятора (0,5...0,8) [60].

$$N = \frac{5427 \times 6,105 \times 1,1}{3600 \times 102 \times 0,5} = 0,2 \text{ кВт}$$

Виходячи з розрахунку потужності двигуна та умов проекту обираємо закритий обдувний двигун.

Висновки

Розглянули можливі ризики для здоров'я робітника на зварювальній ділянці та способи їх уникнення. У відповідності до умов виробництва і потужності вибираємо закритий обдувний двигун.

					ДП.131.2127ст.19.06.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

Загальні висновки

1. Розроблено технологію складання і зварювання колони, яка включає попереднє виготовлення вузлів і зварювання вцілому.
2. Для зварювання обох гілок обрано автоматичне зварювання під флюсом марки ОСЦ-45 плавким електродом марки СВ-08А. Для коротких швів - механізоване зварювання в захисних газах плавким електродом марки СВ-08Г2С в суміші Ar 82% та CO₂ 18%.
3. Розраховані параметри режиму зварювання таврових з'єднань та з'єднань внапусток: для з'єднання ТЗ- $I_{зв} = 315$ А; $U_d = 29$ В; $V_{зв} = 31,8$ м/год; для з'єднання Н2 - $I_{зв} = 200$ А; $U_d = 29$ В; $V_{зв} = 31,5$ м/год.
4. Розраховано термічні цикли для ЗТВ швів колони. Отримана структура металу – феррито-перлітна. Твердість становить 290-320HV.
5. Для виконання зварювання обрано устаткування: для виконання механізованого зварювання в середовищі Ar + CO₂ – механізм подачі електродного дроту КП 010-3; для автоматичного зварювання під флюсом – зварювальний автомат тракторного типу КА 001. Також вибрано універсальне джерело зварювального струму для обох способів зварювання – зварювальний випрямляч типу ВДМ-6304М. Складання таврової балки виконується в установці з пересувним порталом.
6. Розроблено принципову схему технологічного процесу, назначено послідовність складання і зварювання, яка забезпечує зниження трудомісткості.
7. Розрахунок технологічної собівартості виготовлення зварної колони показав, що технологічна собівартість виготовлення одного виробу складає 12305,35 грн, а при річній програмі 12 штук – 147664,15 грн/рік.
8. Розглянуто заходи з охорони праці на зварювальній ділянці, та можливості уникнення ризиків під час роботи. Розраховано загальнообмінну штучну вентиляцію.

					ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

Список використаних джерел

1. Автомат сварочный тракторного типа КА 001. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://v-kip.com/avtomat-svarochnyy>
2. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://helpiks.org/6-51176.html>.
3. Автоматичне дугове зварювання під флюсом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://naurok.com.ua/avtomatichne-dugove-zvaryuvannya>
4. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением [Текст] / А.И. Акулов, Г.И. Бельчук, В.П. Демянцевич. – Москва: Машиностроение, 1977, - 432 с.
5. Александров В.М. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие. Часть 1. Материаловедение. Стандарт третьего поколения [Текст] / В.М. Александров. – Архангельск: САФУ, 2015. – 335с.
6. Бугаєнко, Б.В. Технологічні процеси зварювального виробництва: Методичні вказівки до виконання курсового проекту [Електронний ресурс] / Б.В. Бугаєнко, В.Я. Сагань. - Миколаїв : НУК, 2010. – 52с.
7. Вентиляция сварочного цеха. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ads-vent.ru/blog/ventilyaciya-svarochnogo-cеха>
8. Вентиляція виробничих приміщень. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://smekni.com/a/298149/ventilyatsya-virobnichikh-primshchen>
9. Узлы колон. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://msd.com.ua/metalevi-konstrukcii/vuzli-kolon/>.
10. Выпрямитель сварочный. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.svarka-shop.com.ua/svarochnie_viprjamiteli
11. Газовые смеси Ar + CO₂. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.argon35.ru>
12. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Стандартиформ. – Введен 01.07.1977.
13. ГОСТ 27772-88 Прокат для строительных стальных конструкций.

					ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

Общие технические условия. – М.: Стандартинформ. – Введен 30.06.1989

14. Драган, С.В. Технологія зварювання судових корпусних конструкцій (проекування і організація). Навч. посібник [Текст] / С.В. Драган, Ж.Г. Голобородько, І.В. Сімутенков. – Миколаїв: НУК, 2017. – 328 с.

15. Дріт зварювальний СВ08Г2С. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://harvest-garant.com.ua/homeua/provoloka-svarochneya-sv08g2s.html>.

16. Дуговая сварка под флюсом. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://oitsp.ru/welding_article/dugovaya-svarka-pod-flyusom.

17. Зварювальні суміші. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gas-world.com.ua/zvarjuvalni_sumishi/.

18. Как выбрать сварочный аппарат. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://media.price.ua/gid_pokupatelya/kak_vybrat_svarochnyj_apparat.html.

19. Как подготовить металл к сварке. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://svarkaprostu.ru/tehnologii/kak-podgotovit-metall-k-svarke>

20. Калиева, М.Х. Центральна - сжатая колонна сквозного сечения: методические указания к выполнению курсового проекта [Електронний ресурс] / М.Х. Калиева, Х.М. Муселемов. - Махачкала: ДГУНХ, 2016. – 28 с.

21. Квасницкий, В.Ф. Расчеты в дипломных проектах по технологии и оборудованию сварочного производства: Учебное пособие [Текст] / В.Ф. Квасницкий, С.В. Драган, Г.В. Ермолаев [и др.]; под ред. В.Ф. Квасницкого. – Николаев: НКИ, 1991. – 89 с.

22. Конструкционная сталь С235. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://vse-postroim-sami.ru/materials/metal>

23. Корнійчук, О.І. Компонування каркасу та збір навантажень на поперечну раму: методичні вказівки до виконання курсової роботи [Електронний ресурс] / О.І. Корнійчук. - Рівне: НУВГП, 2012. – 32 с.

24. Крохалев, В.Г. Технология изготовления металлических конструкций: учебное пособие [Текст] / В.Г. Крохалев, А.А. Чебыкин; под ред. В.Х. Куршпель. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. – 180 с.

25. Куликова, Т.Г. Разработка технологического процесса изготовления

					ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

сварных конструкций: методические рекомендации к выполнению курсового проекта [Текст] / Т.Г. Куликова, М.В. Рыбакова. – Ковров: ГБПОУ ВО «Ковровский промышленно-гуманитарный колледж», 2018. – 32 с.

26. Куркин, С.А. Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. АТЛАС [Текст] / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. - М.: Машиностроение, 1989. — 335 с.

27. Лебедєв, Ю.М. Розрахунок теплових процесів при зварюванні: Методичні вказівки до виконання курсової роботи [Текст] / Ю.М. Лебедєв, В.Ф. Лебедєва, С.М. Самохін. – Миколаїв: НКІ, 1991. – 64 с.

28. Маркин, А.Н. Аэродинамика и вентиляция. Часть 1 [Текст] / А.Н. Маркин. – Макеевка: ДонНАСА, 2007. – 55 с.

29. Моисеева, Т.В. Сварочные материалы. Методическое пособие для самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс] / Т.В. Моисеева. – Тверь: Тверской колледж им. А.Н. Коняева, 2017. – 64 с.

30. Назначение флюса при сварке. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ostwest.su/instrumenty/naznachenie-fljusa-pri-svarke.php/>.

31. Носов Д.Г. Теорія процесів зварювання: конспект лекцій [Электронный ресурс] / Д.Г.Носов. – Кам'янське, ДДТУ, 2019. - 171 с.

32. Оборудование для дуговой сварки: Справочное пособие / С.М. Белинский, А.Ф. Гарбуль, В.Г. Гусаковский [та ін.]; под ред. В.В. Смирнова [Текст] – Ленинград: Энергоатомиздат, 1986. – 656 с.

33. Окара, В.Г. Справочник по производству стальных конструкций [Текст] / В.Г. Окара, И.А. Золотарев. - Днепропетровск: Промінь, 1979. – 160 с.

34. Полтев, М.К. Охрана труда в машиностроении: Учебник [Текст] / М.К. Полтев. — М.: Высш. школа, 1980. — 294 с.

35. Полуавтоматическая сварка в защитном газе. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spika.com.ua/a42041-poluavtomatichskaya-svarka.html>.

36. ПрАО «КЗЭСО». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kzeso.com/>.

37. Проволока сварочная СВ-08А. – [Электронный ресурс]. – Режим

					ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

доступу: <http://ganza-npf.com.ua/provoloka/provoloka-svarochnaia-sv-08a>

38. Проволока сварочная СВ-08А. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://donmet.com.ua/ru/katalog-produkcii>

39. Проволока сварочная СВ08Г2С. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://its-m.ru/provoloka-sv08g2s.html>.

40. Прох, Л.С. Справочник по сварочному оборудованию [Текст] / Л.Ц. Прох, Б.М. Шпаков, Н.М. Яворская. - Киев: Техника, 1978. – 151 с.

41. РД 34 15.132-96 Руководящий документ. Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов. – Москва: НПО ОБТ. – Введен 14.03.1996.

42. Режимы сварки под флюсом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/submerged-arc-welding>

43. СВ-08Г2С. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electrode.com.ua/ru/svarochnaja_provoloka

44. Сварка в защитных газах. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.deltasvar.ru/biblioteka/48-vidy-svarki/68-svarka-v-zashhitnykh-gazakh>.

45. Сварка металлоконструкций и арматуры железобетона при выполнении монтажных работ / Гадаев Н.Р., Резепов В.Д., Антопевич В.В [и др.]; под ред. Н.Р. Гадаева [Электронный ресурс] – Москва : ЭЛГАД, 2004. -238 с.

46. Сварка углеродистых сталей. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://weldelec.com/info/kak-pravilno-varit/uglerodistye-stali/>.

47. Сварные колонны. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.inmet16.ru/svarnye-kolonny/>.

48. Сварочная проволока СВ08А. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.svarka-rti.com.ua/svarochnaya-provoloka/provoloka-sv08a/>.

49. Сварочные материалы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.prosvarky.ru/construction/electrode/1.html>.

50. Сварочные Работы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://brigada1.lv/svarochnye-raboty.html>.

51. Сварочный выпрямитель ВДМ-6304М (500А). – [Электронный ресурс].

										Лист
										77
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ					

65. Чем хороша сварочная проволока. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://goodsvarka.ru/oborudovanie-i-materiali/provoloka-sv08g2s/>.

66. Шевченко, Л.П. Автоматичне зварювання під шаром флюсу: методичні рекомендації з теми [Електронний ресурс] / Л.П. Шевченко. - м. Краматорськ: НМЦ ПТО, 2018. – 61 с.

					ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ	Лист
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		79

ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата				
Студент	Чех С.В.				Додатки	Листів		
Керівник	Драган С.В.						80	
Консульт								
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.							
						НУК ім. адм. Макарова		

ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ

Змн.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		
Студент	Чех С.В.				Листів	
Керівник	Драган С.В.					
Консульт					НУК ім. адм. Макарова	
Зав. Кафед	Квасницький В.Ф.					

Відомість графічної частини

Деталі для виготовлення конструкції зварної колони

№	Найменування	Кільк.		переріз	Дов-жина	Маса, кг		примітки
		Т	Н			шт.	заг.	
1	Пластина	2		-300×16	9160	346	692	
2	Пластина	1		-665×12	9160	572	572	
3	Кутник	1	1	L200×14	8860	379	758	
4	Пластина	1		-650×10	9160	470	470	
5	Вертикальна пластина	1		-1185×18	1480	249	249	
6	Вертикальна пластина	1		-230×18	1185	38,6	39	
7	Вертикальна пластина	2		-180×14	1185	23,4	47	
8	Горизонтальна пластина	2		-180×14	975	19,2	38	
9	Горизонтальна пластина	2		-330×14	490	17,8	36	
10	Горизонтальна пластина	1		-670×14	1480	109	109	
11	Горизонтальна пластина	1		-140×14	660	10,1	10	
12	Горизонтальна пластина з 4ма отворами	1		-480×20	740	55,5	56	
13	Траверс	4		-500×14	1140	62,5	250	
14	Вертикальна пластина	2		-130×14	500	7,1	14	Розробити крайку під зварювання
15	Підкладки з отворами для кріплення	4		-200×40	400	25	100	
16	Розкос	16		L110×8	1530	20,6	330	
17	Розкос	2		L110×8	1260	17	34	
18	Кутник	2		L75×6	1050	7,3	15	
19	Вертикальна пластина	2		-100×8	100	0,6	1	
20	Вертикальна пластина	2		-150×8	300	2,8	6	
21	Опорна плита	1		-500×40	800	126	126	Поверхню фрезерувати
22	Пластина для кріплення з отвором	3		-100×10	110	0,9	3	

Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДП.131.2127ст.19.00.06.ПЗ

Лист

