

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра зварювання

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри


к.т.н., проф. НУК Г.В. Єрмолаєв

«__» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Удосконалення технології підвищення зносостійкості фланців

Виконав: студент II курсу, групи 2121ст
спеціальності 131 Прикладна механіка за
освітньо-професійною програмою Інжині-
ринг зварювання та споріднених процесів
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)



Власенко Артем Юрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник Лой Сергій Анатолійович

(прізвище та ініціали)

Рецензент Єрмолаєв Геннадій Володимирович

(прізвище та ініціали)



Миколаїв- 2024 р.

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Факультет суднобудівний
Кафедра зварювання
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма Інжиніринг зварювання та споріднених процесів
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ


Гарант освітньої програми
доц. В.В. Спіхтаренко
“ ” 2024 року

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

студенту Власенку Артему Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології підвищення зносостійкості фланців
керівник проекту Лой Сергій Анатолійович, доцент НУК

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені розпорядженням ХННІ НУК від “04” 03 2024 року № 01

2. Строк подання студентом проекту 14 червня 2024р.

3. Вихідні дані до проекту Креслення виробу, базовий технологічний процес

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз технології забезпечення зносостійкості трубопроводів. 2. Розрахунки технології підвищення зносостійкості. 3. Розробка технологічного процесу. 4. Охорона праці. 5. Визначення собівартості підвищення зносостійкості.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Тема роботи. 2. Мета роботи, завдання. 3. Конструкція та розміри

біметалічного фланця. 4. Аналіз хімічного складу наплавленого металу. 5.

Діаграма термодинамічного перетворення аустеніту сталі ВСтЗсп. 6.

Технологічна схема виготовлення фланців. 7. Висновки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Лой С.А., доцент НУК		
2	Лой С.А., доцент НУК		
3	Лой С.А., доцент НУК		
4	Лой С.А., доцент НУК		
5	Лой С.А., доцент НУК		

7. Дата видачі завдання 11.03.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналіз технології забезпечення зносостійкості трубопроводів	29.03.24р.	
2.	2. Розрахунки технології підвищення зносостійкості	15.04.24р.	
3.	Розробка технологічного процесу	03.05.24р.	
4.	Охорона праці	15.05.24р.	
5.	Визначення собівартості підвищення зносостійкості	01.06.24р.	
6.	Презентація кваліфікаційної роботи	12.06.24р.	

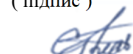
Студент



(підпис)

Власенко А.Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)



(підпис)

Лой С.А.
(прізвище та ініціали)

Зміст	стор.
Вступ.....	6
1. Аналіз технології забезпечення зносостійкості трубопроводів	8
1.1 Загальна характеристика трубопроводів та приєднувальних фланців.....	9
1.2 Базова технологія зварювання фланців з трубопроводами.....	12
1.3 Мета та завдання кваліфікаційної роботи.....	14
2. Розрахунки технології підвищення зносостійкості.....	16
2.1 Визначення хімічного складу наплавленого металу.....	17
2.2 Розрахунок параметрів режиму наплавлення.....	20
2.3 Розрахунок термічного циклу при наплавленні.....	22
3. Розробка технологічного процесу.....	27
3.1 Розробка конструкції біметалічного фланця.....	28
3.2 Технологія підвищення зносостійкості з використанням біметалічних фланців.....	30
4. Охорона праці.....	36
4.1 Аналіз потенційно-небезпечних і шкідливих факторів при виготовленні суднових трубопроводів.....	38
4.1.1 Електробезпека.....	38
4.1.2 Пожежна безпека.....	40
4.1.3 Захист від пилу і шкідливих викидів.....	42
4.2 Розрахунок захисного заземлення зварювального обладнання.....	42
5 Визначення собівартості підвищення зносостійкості.....	47
5.1 Визначення собівартості матеріалів.....	49
5.2 Визначення витрат на заробітну плату.....	50
5.3 Визначення витрат на електроенергію.....	51
5.4 Визначення витрат на амортизаційні відрахування.....	51
5.5 Визначення собівартості ручного аргонодугового наплавлення при виготовленні біметалічного фланця.....	51
Загальні висновки.....	53

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 00. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Список джерел інформації.....54

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 00. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуто підвищення експлуатаційних характеристик елементів суднових трубопроводів за рахунок застосування наплавлення. Проаналізовано причини зношування трубопровідних систем, зокрема корозійні та гідроерозійні пошкодження.

Запропоновано заміну латунних фланців на біметалічні зі сталеву основою та наплавленим корозійностійким шаром. Виконано розрахунок параметрів режимів наплавлення, кількості шарів та термічного циклу. Встановлено, що сформована структура зони термічного впливу є ферито-перлітною з твердістю до 300 HV.

Розроблено конструкцію біметалічного фланця та технологічний процес його виготовлення. Проведено аналіз умов праці, визначено небезпечні фактори та розроблено заходи безпеки. Економічна оцінка підтвердила доцільність впровадження технології, собівартість наплавлення становить 1376 грн.

Ключові слова: суднові трубопроводи, наплавлення, біметалічний фланець, корозійна стійкість, зносостійкість, зона термічного впливу, технологічний процес, аргондугове наплавлення, плазмове наплавлення, економічна ефективність

ABSTRACT

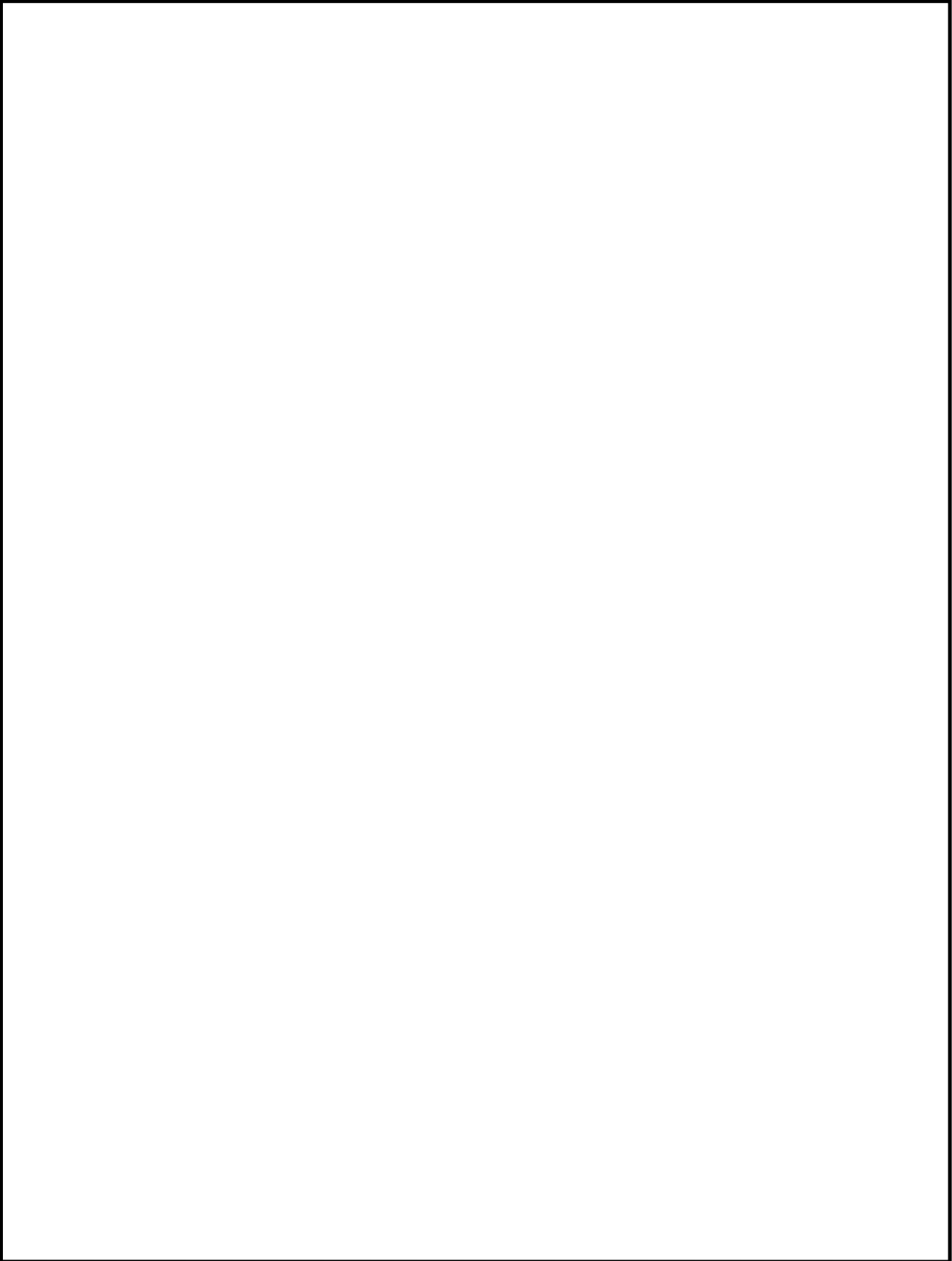
The work focuses on improving the operational performance of ship pipeline components through surfacing technology. The main causes of pipeline wear, including corrosion and hydroerosion damage, are analyzed.

A replacement of brass flanges with bimetallic ones is proposed, consisting of a steel base with a corrosion-resistant surfaced layer. The parameters of surfacing modes, number of layers, and thermal cycles are calculated. It is determined that the heat-affected zone has a ferrite-pearlite structure with a hardness of up to 300 HV.

A design of a bimetallic flange and a technological process for its manufacturing are developed. Working conditions are analyzed, hazardous factors are identified, and safety measures are proposed. The economic analysis confirms the feasibility of implementation, with the surfacing cost amounting to 1376 UAH.

Keywords: ship pipelines, surfacing, bimetallic flange, corrosion resistance, wear resistance, heat-affected zone, technological process, argon arc surfacing, plasma surfacing, economic efficiency

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 00. ПЗ.	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 00. ПЗ.								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ				Літ.	Арк.	Акрушіє		
Студент	Власенко А.Ю.											6	4
Керівник	Лой С.А.												
Конс.	Лой С.А.								ХННІ НУК				
Н. Контр.	Лой С.А.												
Зав. каф.	Єрмолаєв Г.В.												

ВСТУП

Виготовлення систем суднових трубопроводів потрібно на самих різних суднах. Як на старих, радянських плавзасобах, так і на нових. Як на пасажирських, так і на вантажних, або рибальських. Суднові трубопроводи – це артерії та вени, по яких протікають найважливіші рідини для функціонування судна. У разі несправності будь-якої з систем, використовувати плавзасіб вже не можна, його необхідно відправляти на ремонт [1]

Основними проблемами, через які потрібний сервіс, є гідроерозійні і корозійні пошкодження. Якщо в ході діагностики виявляються подібні неприємності, труби необхідно терміново міняти [2].

Для підвищення працездатності використовують зміцненням матеріалу (робочої поверхні деталі) під якою мають на увазі сукупність технологічних операцій, спрямованих на підвищення міцності та інших механічних та експлуатаційних властивостей. Необхідність широкого застосування різних методів зміцнення при виготовленні та ремонті пояснюється з одного боку постійно зростаючими вимогами до міцності та зносостійкості деталей, а з іншого - можливістю зменшення їхньої маси, заміни дорогого та дефіцитного матеріалу дешевшим і доступнішим.

Усі методи зміцнення можна умовно поділити на дві групи.

Перша – методи, що ґрунтуються на зміні будови матеріалу шляхом пластичної деформації, термічної та термомеханічної обробки або їх спільного використання;

Друга – методи, засновані на зміні складу поверхневого шару матеріалу шляхом його хіміко-термічної обробки, нанесення покриттів з інших матеріалів, наплавлення та ін. Другу групу методів певною мірою можна віднести до плакування матеріалу. Можливі проміжні (комбіновані) методи зміцнення. Наприклад, зміцнення тертям цементованих поверхонь, наплавлених та цементованих поверхонь та ін.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 00. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

До першої групи методів зміцнення відносяться: накатка роликками, ультразвукова обробка, об'ємна і поверхнева загартування, високо- та низькотемпературна термомеханічна обробка, електромеханічне зміцнення, зміцнення тертям та ін. Кожен з них найбільш ефективний за певних умов експлуатації деталей.

Сутність накатки роликками полягає у зміні поверхневого шару шляхом пластичної деформації. Під впливом деформуючого елемента та взаємному відносному переміщенні інструменту та деталі нерівності раніше обробленої поверхні пластично деформуються, внаслідок чого зменшується шорсткість та зміцнюється поверхневий шар. Таким чином, фізична сутність зміцнення полягає у гальмуванні дислокацій, у створенні перешкод для їхнього переміщення.

Особливість ультразвукової обробки полягає в тому, що спеціальний інструмент (гладилка), вібруючи з частотою ультразвуку і певною амплітудою зміщення, створює ударний вплив на поверхню, що зміцнюється, піддаючи її більш інтенсивному пластичному деформуванню.

Сутність електромеханічного зміцнення полягає в тому, що в процесі обробки через місце контакту інструменту та деталі проходить струм великої сили та низької напруги, внаслідок чого гребінці мікронерівностей сильно нагріваються та під тиском інструменту пластично деформуються та згладжуються, при цьому поверхневий шар зміцнюється за аналогією з термомеханічною обробкою.

Сутність електроіскрового легування полягає у використанні явища спрямованого руйнування металу електродів під дією самостійного електричного розряду. Цей метод застосовується при нанесенні на повік струмопровідних матеріалів шарів зі сплавів, стійких до агресивних середовищ, високих температур, зношування та ін [3].

Важливим технологічним процесом підвищення експлуатаційних характеристик трубопроводів є наплавлення, яке дозволяє:

- відновити геометричні розміри зношених ділянок вузлів і деталей замість виготовлення нових;

- підвищити зносостійкість, термостійкість, корозійну стійкість деталей і вузлів, шляхом нанесення на їх поверхню сплавів, що володіють необхідним комплексом властивостей;

- виготовити біметалічні вироби з метою зниження витрати коштовних кольорових металів і високолегованих сталей.

Важливою частиною трубопроводів забортної води є приєднувальні елементи (кільця і фланці), які виготовлені із латуні марки Л90.

Для транспортування соленої води трубопроводи виготовляють із сплавів типу МНЖ 5-1. Замість латунних фланців доцільно використовувати біметалічні, які виготовляються з дешевих сталейних заготовок з наплавленням на ущільнювальні поверхні корозійностійкого матеріалу.

В роботі розглянуте підвищення зносостійкості елементів трубопроводу за рахунок наплавлення. При цьому планується зниження собівартості фланців.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 00. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 01. ПЗ.			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Аналіз технології забезпечення зносостійкості трубопроводів	Літ.	Арк.	Акрушів
Студент		Власенко А.Ю.						
Керівник		Лой С.А.					11	7
Конс.		Лой С.А.				ХННІ НУК		
Н. Контр.		Лой С.А.						
Зав. каф.		Єрмолаєв Г.В.						

1.1 Загальна характеристика трубопроводів та приєднувальних фланців

Суднові трубопроводи складають великий обсяг робіт у загальному циклі побудови сучасних суден. З'єднання елементів трубопроводу виконують за допомогою фланців, які мають просту конструкцію та надійно з'єднують елементи трубопроводів. Фланці для трубопроводів забортної води виготовляють з латуні марки Л90, а далі приварюють ручним аргано-дуговим зварюванням з використанням дроту марки Бр.КМЦ 3-1 для мідних труб та марки МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 для мідно-нікелевих труб. Виготовлення латунних фланців виконується за допомогою литви, ковальської та механічної обробки. Процес виготовлення фланців виконується у різних цехах з використанням високо коштовних матеріалів. Для зняття напружень в мідно-нікелевих елементах використовують відпал [4].

Конструкція латунного фланця показана на рисунку 1.1.

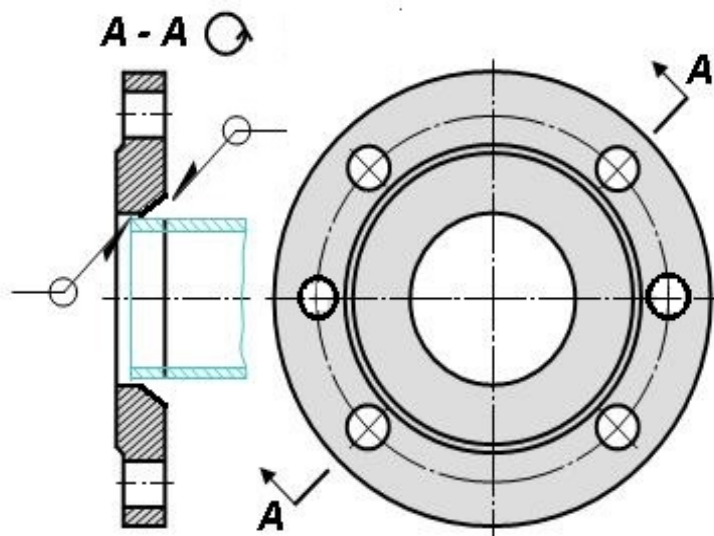


Рисунок 1.1 Латунний фланець для суднових трубопроводів

При виготовленні трубопроводів забортної води застосовують труби зі слідуючих матеріалів: мідні (МЗР), мідно-нікелеві (МНЖ5-1). Матеріал для труб вибирають залежно від середовища, тиску і температури. Для з'єднання труб

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

широко застосовують фланці У зниженні трудомісткості робіт по виготовленню судових трубопроводів велику роль відіграє спеціалізація виготовлення деталей фланцевих з'єднань. Суднові фланці (рис 1.2), крім забезпечення надійності й герметичності, повинні бути найменш матеріаломісткими не тільки з міркувань економії матеріалу, але і з принципів полегшення устаткування судна [5].

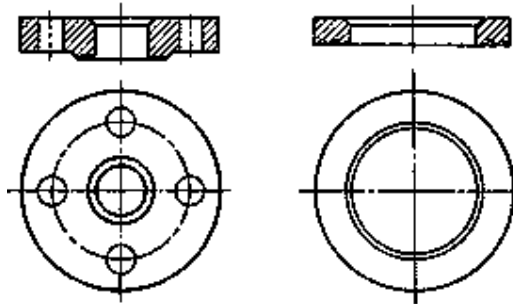


Рисунок 1.2 Судновий фланець та приварне кільце

Основні вимоги до фланцевих з'єднань труб:

- на поверхні фланця та приварного кільця, а також відбортованої частини труби не повинні бути раковини, тріщини та інші дефекти;
- з'єднання трубопроводів з умовним тиском менш 1,6 МПа необхідно використовувати напівчисті болти. Для трубопроводів з умовним тиском більш 1,6 МПа - тільки чисті болти. З'єднання фланців за допомогою чорних болтів і гайок не допускається;
- для забезпечення необхідної щільності з'єднань труб між фланцями встановлюють прокладки. Матеріал прокладок вибирають залежно від температури, тиску і роду робочого середовища.

З метою отримання необхідної щільності на ущільнюючих поверхнях фланцевих з'єднань роблять спеціальні ущільнювальні канавки у вигляді двох-трьох концентричних кіл глибиною 0,5...0,8 мм. Необхідне ущільнення фланцевого з'єднання забезпечується за рахунок створення тиску при обтисненні прокладки під час монтажу з'єднання.

Мідно - нікелеві труби використовують для трубопроводів забортої води при температурі робочого середовища до 350°C і швидкості води до 1,2...3,0 м/сек.

Таблиця 1.1. Хімічний склад сплаву МНЖ 5-1, (%) [6]

Cu	Ni	Fe	C	Si	Mn	S	P	Zn
90.6-93.7	5-6.5	1-1.4	до 0.03	до 0.15	0.3-0.8	до 0.01	до 0.04	до 0.5

Матеріал МНЖ 5-1 (см. табл. 1.1) не схильний до корозійного розтріскування, володіє хорошими механічними властивостями, добре обробляється тиском в гарячому і холодному стані. Зварювання трубопроводів виконують із застосуванням плавких електродів, в середовищі інертного газу аргону, а також із застосуванням неплавких електродів.

На ущільнюючій поверхні при наплавленні необхідно щоб у місці контакту хімічний склад був однаковий зі складом зварювального дроту (таблиця 1.2). При наплавленні мідно - нікелевого сплаву на сталь виконується перехід основного металу у наплавлений в залежності від способу наплавлення.

Наплавлення виконується механізованим зварюванням плавким електродом у середовищі аргону, ручним аргано-дуговим зварюванням неплавким електродом, плазмовим способом. Найбільш мінімальне проплавлення основного металу забезпечується при використанні плазмового наплавлення і необхідний склад наплавленого металу можна отримати вже у першому або другому шарі. Але виконання зварювання труби з фланцем плазмовим способом дуже важко, тому цей спосіб широко не використовується.

З метою заміни високо коштовних латунних фланців у кваліфікаційної роботі розглянуто використання біметалічних фланців, виготовлених зі сталі ВСт3сп з наплавленням ущільнювальної поверхні корозійностійким матеріалом марки МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 (см. табл. 1,2).

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

У кваліфікаційної розглянуто роздільний спосіб: виготовлення біметалічного виробу (фланця) з попереднім наплавленням ущільненої поверхні фланця плазмовим способом. Зварювання фланця з трубою ручним або механічним способами; механізоване видалення підсилення шва на проточному станку.

Таблиця 1.2. Хімічний склад матеріалу МНЖКТ 5-1-0.2-0.2 (%) [6]

Ni	Fe	C	Si	Mn	Ti	Cu	Pb	Zn	Домішок
5-6.5	1-1.4	до 0.03	0.15- 0.3	0.3- 0.8	0.1- 0.3	90- 93.45	до 0.005	до 0.5	всього до 0.7

Зварювальний дріт МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 на мідній основі служить для зварювання та наплавлення мідно-нікелевих сплавів. Основні властивості дроту визначаються вдалим поєднанням основних і легуючих компонентів які оптимізують мікроструктуру сплаву. Нікель, мідь та залізо забезпечує стійкість до корозії і пластичність, поєднання марганцю, кремнію та титану підвищує міцність зварного шва і захищає його від утворення окислів міді. Дріт виробляється діаметром 1; 2; 3; 4 і 5мм згідно ГОСТ 16130-90.

Цей дріт використовують для ручного і механізованого зварювання в захисних газах наступних металів: бронзи і міді, сталі і латуні, а також при наплавленні на сталь. Зварювання виконують ручним способом в середовищі аргону.

1.2 Базова технологія зварювання фланців з трубопроводами

При виготовленні суднових трубопроводів, враховуючи великий обсяг зварювальних робіт, доцільно використовувати автоматичне або механізоване зварювання, що дозволить в багатьох випадках відмовитися від ручного дугового зварювання.

Залежно від матеріалу труб, зварювання елементів в кожному випадку виконується з дотриманням своїх особливостей і способів (аргоно-дугове зварювання неплавким електродом). Якість зварного з'єднання значною мірою залежить від підготовки з'єднання під зварювання.

Фланці повинні бути складені з трубою так, щоб зазор між ними не перевищував 0,5 мм. Відростки на мідно - нікелеві труби ставлять без відбортовки крайок. Перед закріпленням крайки поверхні вузлів, що підлягають зварюванню, необхідно очистити від окислів і забруднень металевою щіткою або іншими способами до чистого металу. Крайки не повинні мати задирок.

При виготовленні мідно-нікелевих труб застосовують:

- фланці і кільця з латуні марки Л90;
- відгалужувальні штуцери і бобишки з бронзи марки Бр.АМц-9-2;
- для зварювання труб з латунними фланцями – зварювання неплавким електродом у середовищі аргону.

У цьому випадку використовується дріт марки МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 діаметром 1,0; 1,2 і 1,4 мм. В якості захисних газів застосовується аргон чистий (при зварюванні малих і середніх товщин); при зварюванні металу великої товщини найбільш доцільне застосування азоту, що забезпечує великі тепловкладення в зварюваний метал [7]. Зварювання плавким електродом проводиться на постійному струмі зворотної полярності без попереднього підігріву.

Якість приварювання фланців, відростків штуцерів і інших деталей до труб перевіряють шляхом зовнішнього огляду зі застосуванням лупи 5...10-кратного збільшення і гідравлічним випробуванням.

Фланці під час приварювання до труб і охолодженні коробляться. Для усунення викривлення фланці проточують на верстаті. Товщина шару, що знімається з робочою поверхні не повинна бути більше 1,0 мм.

Одночасно з проточкою торця фланця підрізають і виступаючу кромку труби. Ущільнювальні канавки оновлюють шляхом проточки [8].

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Якість зварювання до труби з'єднувальних елементів і дотримання при цьому перпендикулярності торцевої поверхні приварюваних елементів до осі труби є головним для будь-якого з'єднання трубопроводу. Не менш важливо також і наявність на приварних поверхнях фланців ущільнюючих рисок, які не повинні мати забоїн і пошкоджень. Після гідравлічних випробувань в цеху труби готують до відправки на судно маркують, продувають повітрям, закривають заглушками і здають ВТК.

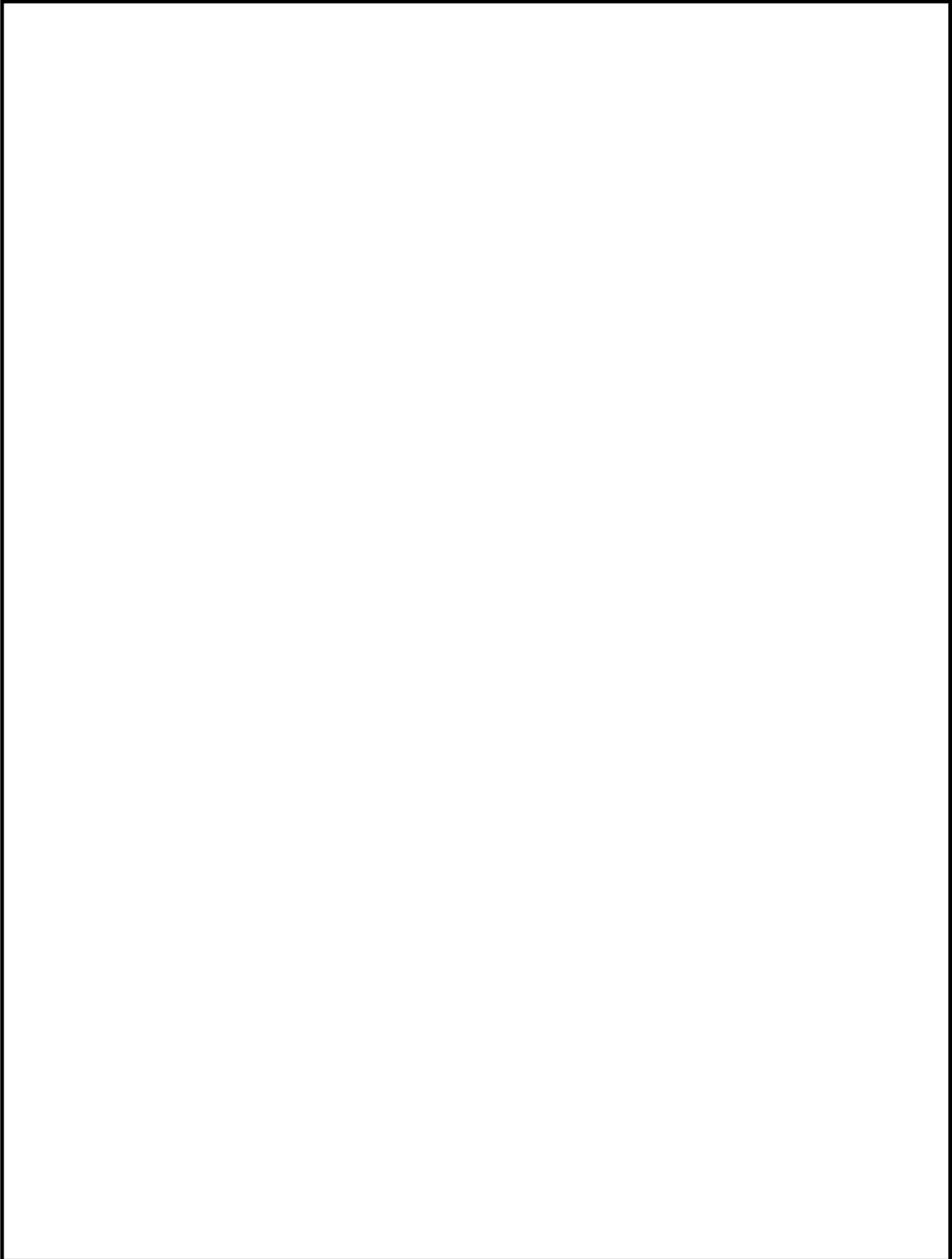
1.3 Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Метою дипломного проекту є удосконалення технології підвищення зносостійкості фланців.

Для виконання цієї мети необхідно виконати наступні завдання:

- розробити конструкцію біметалічного фланця замість латунного;
- визначити найбільш оптимальний варіант виготовлення біметалевого фланця при різних способах наплавлення;
- розрахувати кількість наплавлених шарів, необхідних для отримання корозійностійкого матеріалу;
- розрахувати режими наплавлення;
- розрахувати термічний цикл при напавленні;
- провести аналіз потенційно-небезпечних і шкідливих факторів при підвищенні зносостійкості фланців та методів їх усунення;
- розрахувати заземлення зварювальної установки;
- визначити собівартість та трудомісткість підвищення зносостійкості фланців при різних способах наплавлення.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент	Власенко А.Ю.				Розрахунки технології наплавлення		Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Лой С.А.							18	11
Конс.	Лой С.А.						ХННІ НУК		
Н. Контр.	Лой С.А.								
Зав. каф.	Єрмолаєв Г.В.								

2.1 Визначення хімічного складу наплавленого металу

Склад металу наплавленого шару формується за рахунок розплавлення присадного і основного матеріалу, що знижує корозійну стійкість наплавленого металу. В цілому склад шару металу, виконаного за один прохід, можна виразити у вигляді долі участі хімічних елементів в основному або електродному металі.

$$X_{\text{мшл}} = \Psi_1 \{ [X_{\text{ом}}] \pm \Delta X_{\text{ом}} \} + (1 - \Psi_1) \{ [X_{\text{ел.пр}}] \pm \Delta X_{\text{ел.пр}} \} \quad (2.1)$$

де Ψ_1 ; $(1 - \Psi_1)$ – доля основного і електродного металу;

$X_{\text{мшл}}$; $X_{\text{ом}}$; $X_{\text{ел.пр}}$ – концентрація елемента одношарового наплавлення ($X_{\text{мшл}}$) в основному металі ($X_{\text{ом}}$) та електродній проволці ($X_{\text{ел.пр}}$), %;

$\Delta X_{\text{ом}}$; $\Delta X_{\text{ел.пр}}$ – зміни в складах основного та електродного металах, що відбувається при зварюванні, %.

У зв'язку з тим, що зміни які відбуваються в основному і наплавленому металах визначити неможливо, формулу можна спростити:

$$X_{\text{мшл}} = \Psi_1 [X_{\text{ом}}] + (1 - \Psi_1) \{ [X_{\text{ел.пр}}] \pm \Delta X \} \quad (2.2)$$

де $\pm \Delta X$ – узагальнена зміна складу як основного так і електродного металу в процесі наплавлення.

Формування складу металу шва можна представити у вигляді змішування наплавленого металу та зміненого основного металу. За виключенням газів (кисню, водню) для основного металу при наплавленні можливі тільки втрати елементів, оцінити які можна коефіцієнтом засвоєння. Формула матиме наступний вигляд:

$$X_{\text{мшл}} = \Psi_1 [X_{\text{ом}}] K_y + (1 - \Psi_1) [X_{\text{нм}}] \quad (2.3)$$

де K_y – коефіцієнта переходу основного металу у наплавлений для аргоно-дугового способу $K_y = 0,15$, для плазмового $K_y = 0,02$;

$X_{\text{нм}}$ – концентрація елемента X в наплавленому металі, отримана в

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

результаті взаємодії електродного стрижня і зміненого складу основного металу, %.

Для багатьох елементів, що володіють невеликою хімічною активністю, коефіцієнт засвоєння K_y може прийматися як одиниця. Тоді формула спроститься до такого вигляду:

$$X_{\text{мш1}} = \Psi_1 X_{\text{ом}} + (1 - \Psi_1) X_{\text{нм}} \quad (2.4)$$

При розрахунку складу багатошарового наплавлення необхідно враховувати формування складу останніх шарів. В якості основного металу при розрахунках необхідно брати метал попереднього шару.

$$X_{\text{мш2}} = \Psi_2 X_{\text{ом}} + (1 - \Psi_2) X_{\text{нм}} \quad (2.5)$$

де Ψ_2 – доля участі першого шару в створенні другого шару.

Загальна формула для розрахунку багатошарового наплавлення матиме вигляд:

$$X_{\text{мшп}} = \Psi^n X_{\text{ом}} + (1 - \Psi^n) X_{\text{нм}} \quad (2.6)$$

де n – номер наплавленого шару;

Ψ ; $(1 - \Psi)$ – доля основного і електродного металу;

$X_{\text{ом}}$ – концентрація елемента X в основному металі, %;

$X_{\text{нм}}$ – концентрація елемента X в наплавленому металі, %.

Наплавлений метал повинен бути близький по хімічному складу до металу, що наплавляється, тому метою проведення розрахунку є визначення необхідної кількості шарів наплавленого металу на фланець зі сталі ВСтЗсп. В якості способу наплавлення обране ручне аргонодугове наплавлення з коефіцієнтом переходу основного металу в наплавлений $\Psi = 0,15$ [7], а також плазмове наплавлення з коефіцієнтом переходу $\Psi = 0,02$ [7].

Таблиця 2.1 Хімічний склад основного і наплавленого металів, (%)

Елементи	Ni	Fe	C	Si	Mn	Ti	Cu	Zn
Наплавлюваний метал МНЖКТ 5-1-0,2-0,2	5-6,5	1-1,4	до 0,03	0,15-0,3	0,3-0,8	0,1-0,3	90-93,45	до 0,5
Основний метал ВСтЗсп	0,3	98,2-98,7	0,14-0,22	0,15-0,3	0,4-0,65	-	0,3	-

Визначимо концентрацію X елементів для 1 шару по формулі 2.6, для ручного аргано-дугового наплавлення:

$$Ni_1 = 0,15^1 \cdot 0,3 + (1 - 0,15^1) \cdot 5,5 = 4,7\%$$

$$Fe_1 = 0,15^1 \cdot 98,5 + (1 - 0,15^1) \cdot 1,2 = 15,8\%$$

$$C_1 = 0,15^1 \cdot 0,18 + (1 - 0,15^1) \cdot 0,03 = 0,05\%$$

$$Si_1 = 0,15^1 \cdot 0,2 + (1 - 0,15^1) \cdot 0,2 = 0,2\%$$

$$Mn_1 = 0,15^1 \cdot 0,5 + (1 - 0,15^1) \cdot 0,5 = 0,5\%$$

$$Ti_1 = 0,15^1 \cdot 0 + (1 - 0,15^1) \cdot 0,2 = 0,17\%$$

$$Cu_1 = 0,15^1 \cdot 0,3 + (1 - 0,15^1) \cdot 91,7 = 77,9\%$$

$$Zn_1 = 0,15^1 \cdot 0 + (1 - 0,15^1) \cdot 0,5 = 0,42\%$$

Визначимо концентрацію X елементів для 1 шару по формулі 2.6, для плазмового наплавлення:

$$Ni_1 = 0,02^1 \cdot 0,3 + (1 - 0,02^1) \cdot 5,5 = 5,4\%$$

$$Fe_1 = 0,02^1 \cdot 98,5 + (1 - 0,02^1) \cdot 1,2 = 3,1\%$$

$$C_1 = 0,02^1 \cdot 0,18 + (1 - 0,02^1) \cdot 0,03 = 0,033\%$$

$$Si_1 = 0,02^1 \cdot 0,2 + (1 - 0,02^1) \cdot 0,2 = 0,2\%$$

$$Mn_1 = 0,02^1 \cdot 0,5 + (1 - 0,02^1) \cdot 0,5 = 0,5\%$$

$$Ti_1 = 0,02^1 \cdot 0 + (1 - 0,02^1) \cdot 0,2 = 0,196\%$$

$$Cu_1 = 0,02^1 \cdot 0,3 + (1 - 0,02^1) \cdot 91,7 = 89,9\%$$

$$Zn_1 = 0,02^1 \cdot 0 + (1 - 0,02^1) \cdot 0,5 = 0,49\%$$

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Визначення концентрації X елементів для наступних шарів проводимо за аналогічними формулами, використовуючи в якості основного металу концентрацію елементів з попередньо розрахованого шару.

Розрахунок необхідної кількості шарів наплавлення наведений у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Хімічний склад наплавлених шарів

№ напвл-леного шару	Коефіцієнт переходу Ψ	Відсоток елементу в металі							
		Ni	Fe	C	Si	Mn	Ti	Cu	Zn
1	0,15	4,7	15,8	0,05	0,2	0,5	0,17	77,9	0,42
2		5,4	3,4	0,033	0,2	0,5	0,196	89,6	0,49
3		5,5	1,53	0,03	0,2	0,5	0,199	91,4	0,5
4		5,5	1,2	0,03	0,2	0,5	0,2	91,7	0,5
1	0,02	5,4	3,1	0,033	0,2	0,5	0,196	89,9	0,49
2		5,5	1,2	0,03	0,2	0,5	0,2	91,7	0,5

З проведених розрахунків можна зробити висновок що найбільш продуктивним з точки зору складу наплавленого шару є плазмове наплавлення, так як вже у другому шарі ми отримуємо наплавлений метал близький за своїм хімічним складом до металу електродного дроту.

2.2 Розрахунок параметрів режиму наплавлення

Якщо правильно обрані параметри режиму наплавлення, це дозволить забезпечити високу якість зварного з'єднання. До параметрів режиму зварювання відносяться:

- $I_{зв}$ - величина зварювального струму на дузі, А;
- $U_{зв}$ - напруга на дузі, В;

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

- $d_{\text{ел}}$ - діаметр електродного дроту, мм.

Параметри $I_{\text{зв}}$ $U_{\text{зв}}$ $V_{\text{зв}}$ визначають термічний цикл основного металу і зони термічного впливу, тобто визначають структуру і властивості цих зон.

Всі ці параметри пов'язані між собою і будь — яке відхилення одного з них, може призвести до появи у зварному з'єднанні наступних дефектів: непроварів, шлакових включень, гартівних структур, гарячих і холодних тріщин та ін.

Параметри режиму зварювання обирають в залежності від геометричних розмірів і роду матеріалу зварювального виробу. Режим зварювання розраховують для отримання якісного зварного шва з урахуванням товщини стінки труби.

При визначенні режиму зварювання необхідно вибрати також параметри, які забезпечать отримання швів заданих розмірів, форми та якості.

Розрахунок параметрів режиму наплавлення має наступну послідовність:

1. вибір діаметра електроду - $d_{\text{ел}}$, мм;
2. розрахунок зварювального струму - $I_{\text{зв}}$, А;
3. розрахунок напруги на дузі - $U_{\text{д}}$, В.

Розраховуємо режими зварювання труб з фланцями для ручного аргонно дугового зварювання.

Визначаємо силу зварювального струму:

$$I_{\text{зв}} = \frac{\pi d_{\text{ел}}^2}{4} \cdot j; \text{ А}$$

де $d_{\text{ел}}$ – діаметр електроду, $d_{\text{ел}} = 3\text{мм}$;

j – щільність струму, залежить від діаметра електроду, $j = 20 \text{ А/мм}^2$ [5, 7, 9].

$$I_{\text{зв}} = \frac{3,14 \cdot 3^2}{4} \cdot 20 = 140 \text{ А}$$

Розрахунок напруги на дузі:

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{5 \cdot 10^{-3} I_{\text{зв}}}{\sqrt{d_{\text{ел}}}} \pm 1; \text{ В}$$

де - $I_{\text{зв}}$ – сила зварювального струму, $I_{\text{зв}} = 140 \text{ А}$;

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$d_{\text{ел}}$ – діаметр електроду, $d_{\text{ел}} = 3\text{мм}$.

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 140}{\sqrt{3}} \pm 1 = 20,4 \text{ В}$$

2.3 Розрахунок термічного циклу при наплавленні

Концентровані джерела енергії, які застосовуються при наплавленні, призводять до локалізації теплоти в місці з'єднання з подальшим її поширенням у виробі, що приведе до різноманітних структурних і деформаційних процесів. Від цього, в остаточному підсумку, буде залежати працездатність і якість наплавленого шару.

Регулюючи потужність джерела, початкову температуру виробу можна в широких межах змінювати властивості зварних з'єднань. Вплив цих параметрів на зварювальні процеси дозволяє оцінити теорія теплових процесів при зварюванні.

Розподіл і зміна температури при зварюванні виробів обчислюються по формулах, отриманим у результаті рішення диференціального рівняння теплопровідності при визначених початкових і крайових умовах [10]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad (2.7)$$

Рішення цього рівняння при дії зварювального джерела, що безупинно рухається в напрямку осі x з постійною швидкістю V , буде більш простим у системі координат, що рухається, де початок координат збігається з джерелом. Так, при зварюванні масивних виробів зміна температури в часі в якій-небудь точці тіла можна розрахувати по формулі:

$$T(x,y,z,t) = \frac{2 \cdot q}{c \cdot \gamma (4 \cdot \pi \cdot \alpha)^{3/2}} \cdot \exp\left(-\frac{Vx}{2\alpha}\right) \int_0^t \frac{dt_2}{t_2^{3/2}} \cdot \exp\left(-\frac{R^2}{4 \cdot \alpha \cdot t^2} - \frac{v^2 \cdot t_2}{4 \cdot \alpha}\right), \quad (2.8)$$

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: q – ефективна теплова потужність джерела, для дугового зварювання розраховується за формулою (2.9), Дж/с

$$q = I_{зв} U_d \eta, \quad (2.9)$$

де η – ефективна ККД нагрівання;

V – швидкість переміщення джерела, см/с;

α – коефіцієнт температуропровідності;

$t_2 = t - t_1$ – час поширення теплоти елементарного джерела, введеного в якій-небудь точці O , потужність якого $q = dt_1$ (t_1 час досягнення джерелом точки O з моменту початку руху, t – час досягнення температури T у точці з координатами x, y, z , з початку руху джерела);

R – відстань від джерела до розглянутої точки,

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}; \quad (2.10)$$

При збільшенні швидкості переміщення зварювального джерела градієнт температури тіла в напрямку зварювання увесь час зменшується. Про це можна судити по витягнутості ізотерми температурного поля в напрямку осі x . При великих швидкостях зварювання можна зневажити поширенням теплоти уздовж напрямку руху джерела, розрахункові формули зміни температури в точках тіла при цьому значно спрощуються [10].

Так, при наплавленні на масивний виріб розрахунки температури в часі в якій-небудь точці тіла виконується за формулою:

$$T(r_0, t) = \frac{q}{2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot t} \cdot \exp\left(-\frac{r_0^2}{4 \cdot a \cdot t}\right) + T_0, \quad (2.11)$$

де: λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/см · К;

t – час, відлічуваний з того моменту, коли джерело перетинає площину, у якій знаходиться розглянута точка, що має координати y_0, z_0 ;

$r_0 = \sqrt{y_0^2 + z_0^2}$ – відстань у розглянутій площині від вибраної точки до осі переміщення джерела;

T_0 – початкова температура виробу;

V_n – швидкість наплавлення, м/год.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Зміна максимальних температур у напрямку перпендикулярнім осі переміщення джерела, розраховується по рівнянню для наплавлення на масивний виріб:

$$T_m(r_0) = \frac{0,368 \cdot q}{\frac{\pi}{2} V \cdot c \gamma \cdot r_0^2} \quad (2.12)$$

Вихідні дані для розрахунку виходячі із розрахункових режимів наплавлення:

коефіцієнт теплопровідності, Дж/см К	0,4
температура нагрівання, °С	1350
початкова температура виробу, °С	20
коефіцієнт температуропровідності, Дж/см ² с град	0,08
величина струму дуги, А	140
напруга дуги, В	22
ефективний ККД нагріву	0,75
ефективна теплова потужність джерела, Дж/с	3300
швидкість наплавлення, см/с	0,22

Для визначення відстані від джерела до розглянутої точки r_0 , скористаємося рівнянням вважаючи, що $T_m = 1350$ °С.

$$r_0 = \sqrt{\frac{0,368 \cdot q}{\frac{\pi}{2} \cdot c \gamma \cdot V_H \cdot (1350 - T)}} = 0,73 \text{ см} \quad (2.13)$$

Зробимо розрахунок температури в часі для наплавлення у якій-небудь точці тіла. Розрахунок виконується по формулі (2.12) у табличній формі. Результати приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Нагрів та охолодження наплавлення за розрахунковими режимами

Час, с	0,1	0,3	1,0	5,0	10	20	30	50	100	200
T °С	20	101	1162	880	525	292	206	134	78	51

За отриманими значеннями будуюмо криву графік термічного циклу ЗТВ (рисунок 2.1), а потім переносимо криву охолодження на діаграму термодинамічного перетворення аустеніту сталі ВСт3сп (рисунок 2.2)

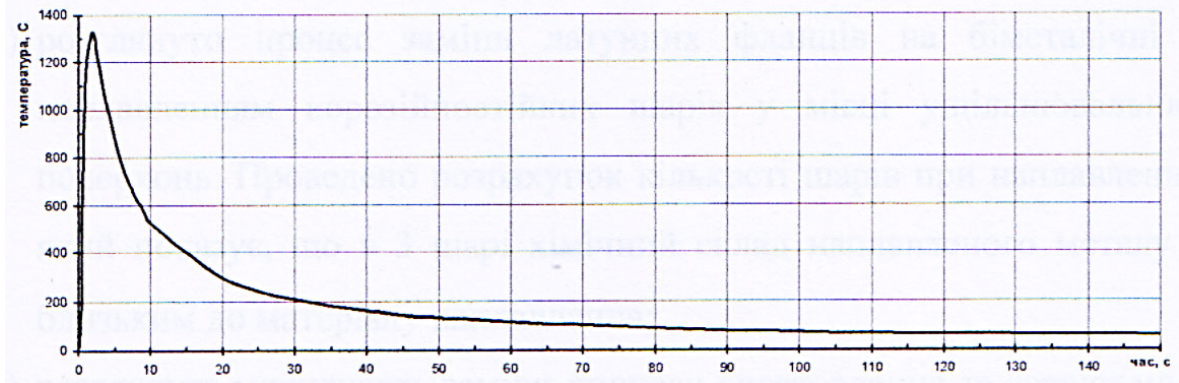


Рисунок 2.1 Термічний цикл ЗТВ при наплавленні

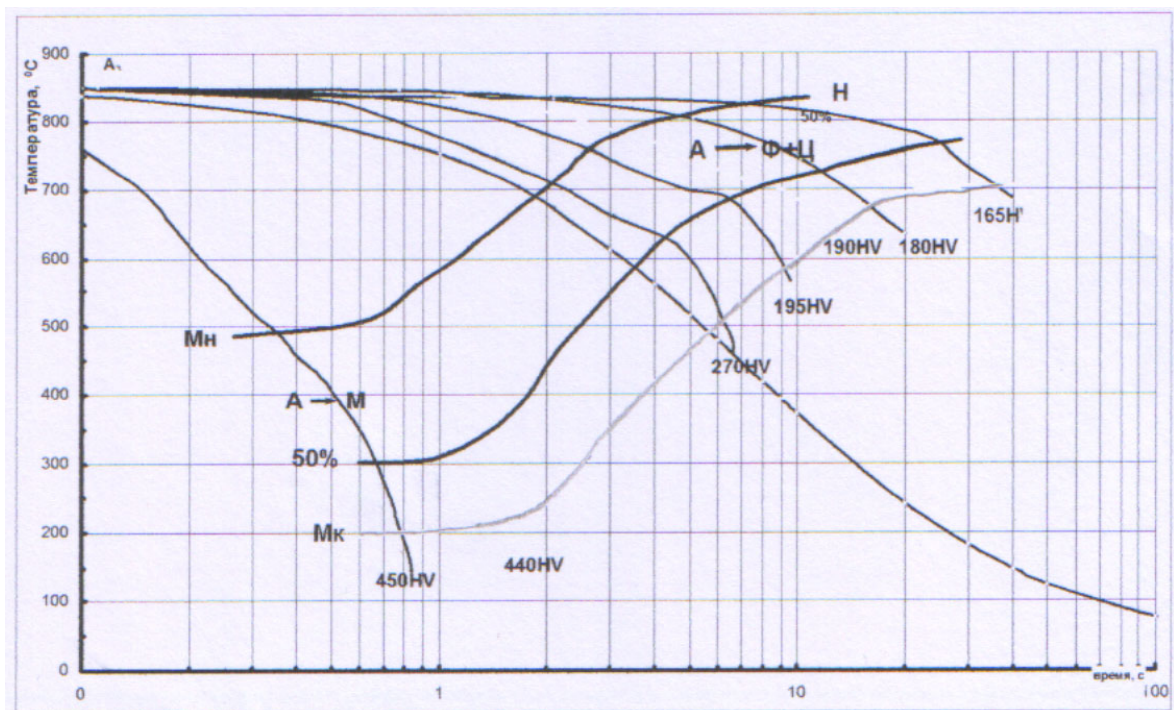


Рисунок 2.2 Діаграма термодинамічного перетворення аустеніту сталі ВСт3сп

Аналізуючи отримані результати по термічному циклу та діаграмі термодинамічного розпаду аустеніту, бачимо, що при даних режимах, які були

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ

Арк.

27

розраховані, можливе утворення ферито-перлітної структури з твердістю по Віккерсу ≈ 300 HV.

Висновки:

- розглянуто процес заміни латунних фланців на біметалічні з наплавленням корозійностійких шарів у місці ущільнюючих поверхонь.
- проведено розрахунок кількості шарів при наплавленні, який показує, що при аргонодуговому наплавленні в 4 шарі склад наплавленого металу є близьким до матеріалу наплавлення, а при плазмовому у 2 шарі;
- розраховані параметри режимів наплавлення;
- розрахований термічний цикл при наплавленні на сталь ВСт3сп, очікувана структура ЗТВ – ферито-перлітна з твердістю 300 HV.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 02. ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 03. ПЗ.						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка технологічного процесу			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Студент	Власенко А.Ю.									29	10
Керівник	Лой С.А.										
Конс.	Лой С.А.										
Н. Контр.	Лой С.А.										
Зав. каф.	Єрмолаєв Г.В.										
					ХННІ НУК						

3.1 Розробка конструкції біметалічного фланця

При виготовленні трубопроводів заборотної води використовують труби з мідно-нікелевого сплаву МНЖ 5-1, а кільця і фланці з латуні Л90.

Використання коштовних латунних фланців, а також складність процесу їх виготовлення з використанням ливарного та ковальського виробництв призводить до великих матеріальних затрат.

Виготовлення латунних фланців та кілець складається з наступних операцій:

- 1) відливка заготовки в ливарному цеху;
- 2) механічна обробка поверхні виливки з метою видалення прибутків та ливарної кірки у механічному цеху;
- 3) різання ливарної заготовки на частини та виготовлення поковок у ковальському цеху;
- 4) механічна обробка поковки при виготовленні фланців.

Базовий спосіб виготовлення є трудомістким, займає багато часу та витрачає багато кольорового металу на обробку (на виготовлення фланця вагою 12,5 кг витрачається відливка вагою 40 кг).

З метою зниження собівартості фланців і полегшення процесу їх виготовлення була розглянута можливість заміни латунних фланців біметалічними. Основою біметалічних фланців можна обрати звичайну низьковуглецеву сталь ВСтЗсп, а на робочу поверхню наплавляти матеріал, що володіє високою стійкістю проти корозії (наприклад МНЖКТ 5-1-0,2-0,2).

Створення біметалів дозволить зменшити необхідну кількість операцій при виготовленні виробів, а також всі ці операції виконуються в трубо - мідницькому цеху. Наприклад, замість того щоб виливати деталь, видаляти прибутки, проковувати та обробляти її, можна вирізати деталь з менш кошовної сталі, обробити її і провести наплавлення стійким до корозії матеріалом, що замінить цілком латунний фланець. Це може привести до зменшення часу виготовлення

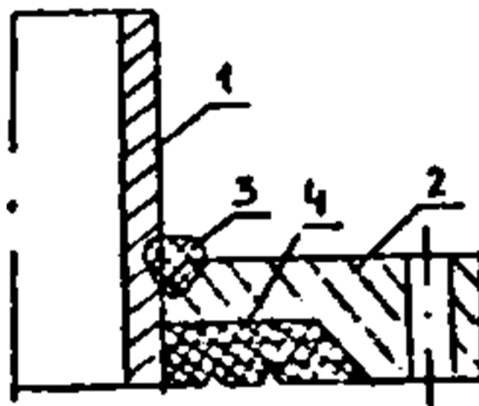
					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталей та економії коштовного матеріалу.

Виготовлення біметалічних фланців (кілець) складається з таких операцій:

- газова вирізка деталей з листової сталі марки ВСтЗсп на приладі АСШ-2М;
- проточка при виготовленні фланців та отворів;
- наплавлення ущільнювальної поверхні фланця (аргоно-дуговим способом і плазмовим) та проточка (рисунок 3.1).

Виконання цих операцій зі спрощенням організації виробництва виконується в трубомідницькому цеху.



1 – труба зі сплаву МНЖ 5-1; 2 – сталевий фланець; 3 – зварювальний шов фланця з трубою; 4 – наплавлений шар у місці ущільнювальної поверхні

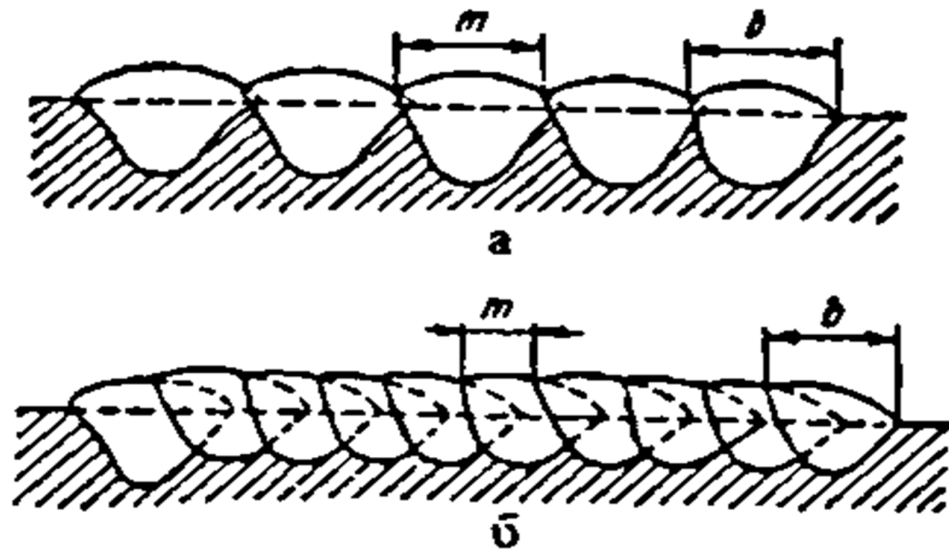
Рисунок 3.1 Конструкція біметалічного фланця

При наплавленні ущільнювальних поверхонь фланців слід прагнути до мінімального розплавлення сталі для забезпечення необхідної корозійної стійкості наплавленого металу в морській воді.

При ручному аргонодуговому наплавленні першого шару дугу направляють на зварювальний дріт. Наступні шари наплавляють при невеликому нахиленні наплавленої поверхні до 15°.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Кожен наступний валик шириною “b”, як при ручному так і при механізованому наплавленні, виконують після повного охолодження фланця від накладення попереднього валика до температури менш 100 °С. Кожний наступний валик повинен перекривати попередній на 1/3 його ширини (рисунок 3.2).



а – великий крок; б – малий крок; m – крок наплавлення; b – ширина валика

Рисунок 3.2 Схема послідовності наплавлення валиків

При наплавленні фланця аргонодуговим способом можна одночасно проводити його зварювання з трубою. Наплавлений метал повинен перекривати торець труби. При використанні фланців наплавлених плазмовим способом зварювання труби з фланцем виконується ручним аргоно дуговим зварюванням, а також труби з фланцем на ущільнювальній поверхні.

Температура плавлення мідно-нікелевого сплаву МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 складає 1070 °С, а сталь ВСтЗсп плавиться за температури 1585 °С. При наплавленні на ще нерозплавлену сталь буде наплаватися повністю розплавлена проволока МНЖКТ 5-1-0,2-0,2, що зменшить перехід основного металу в наплавлений шар.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 03. ПЗ.

Арк.

32

3.2 Технологія підвищення зносостійкості з використанням біметалічних фланців

Для підвищення зносостійкості з використанням наплавлення при виготовленні біметалічних фланців замість латунних необхідно:

- виготовити сталі фланці;
- виконати наплавлення ущільнювальної поверхні сталі фланців плазмовим способом;
- виконати зварюванням фланця з трубою ручним аргондуговим способом.

Це дуже спрощує виготовлення фланців, так як виготовлення їх відбувається у трубо-мідницькому цеху і не потребує інших операцій по виготовленню.

У трубо-мідницькому цеху при виготовленні біметалічних фланців необхідно виконати наступні операції по першому варіанту:

- 1) вирізання заготовок на автоматі АСШ-2М;
- 2) механічна обробка по зовнішньому розміру і внутрішньому вирізу;
- 3) свердління отворів;
- 4) вирізання ущільнювальної поверхні під наплавлення;
- 5) приварка фланця ручним аргондуговим способом до труби з тильної сторони;
- 6) наплавлення ущільнювальної поверхні багатошаровим способом;
- 7) проточка ущільнювальної поверхні з боку роз'єднання;

По другому варіанту необхідно виконати наступні операції:

- 1) виготовлення заготовки біметалічного фланця аналогічно першому варіанту;
- 2) наплавлення плазмовим способом ущільнювальної поверхні фланця на наплавному агрегаті;
- 3) приварка біметалічного фланця аргондуговим способом до труби з двох сторін (зі сторони роз'єму та з тильної);

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4) проточка ущільнювальної поверхні біметалічного фланця з боку роз'єму.

Використання першого або другого варіанту залежить від економічної ефективності варіанту. При виготовленні біметалічних виробів у судноремонті необхідно враховувати умови експлуатації наплавлених виробів та вузлів з урахуванням взаємодії корозійного середовища з наплавленим та основним металом. До таких виробів слід віднести судові трубопроводи, які транспортують агресивну морську воду.

У суднобудуванні перелічені трубопроводи виготовляють з корозійностійкого сплаву марки МНЖ 5-1, а кільця та фланці з латуні марки Л90[5]. Використання високо коштовних латунних фланців, а також складного технологічного процесу їх виготовлення з використанням ливарного та ковальського виробництва доводять до великих матеріальних витрат.

З метою зниження собівартості фланців та спрощення процесу їх виготовлення було розглянуто питання заміни латунних фланців біметалічними – стальними з наплавленням ущільнювальних поверхонь корозійностійким сплавом.

Вирізання фланця відбувається на машині АСШ – 2М. Конструкція машини - полярно-координована (шарнірна), заснована на принципі шарнірного зв'язку двох ферм, одна з яких укріплена шарнірно на рухливій колонці, а друга пов'язана шарнірно з першою, несе на собі провідний механізм з електромагнітною голівкою. Копіювальний ролик голівки розташований суворо спів вісью з ріжучим соплом різака. При цьому копір, крайка якого обкатує копіювальний ролик (магнітний палець), зміцнюють болтовими затискачами на консольної балці машини, розташованої над провідним механізмом і електромагнітною голівкою з копіювальним роликом. В результаті різак в точності (в масштабі 1:1) повторює рух копіювального ролика [5, 11].

Машина призначена для газового різання фасонних, переважно малогабаритних, деталей з листової сталі товщиною 5 - 100 мм виключно по копіру за допомогою електромагнітної голівки. Шарнірні зв'язки машини, що

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечують майже повну відсутність люфтів і суворо співвісне розташування ріжучого сопла з копіювальним роликом, дозволяють досягати найбільш точного копіювання. Пульт керування машиною зосереджений на щиті, змонтованого на одній фермі з ведучим механізмом.

Модифікацією машини АСШ-2М є трьох різакова конструкція типу АСШ-70, що відрізняється від наведеної машини наявністю пантографної приставки з трьохрізаковим супортом для одночасної вирізки в трьох однакових деталей.

Після наплавлення фланці будуть проточуватись на фланцепроточувальному верстаті ФП-450, який призначений для проточування фланця або кільця, привареного до труби, проточування ущільнювальних канавок на площині фланця, проточування внутрішнього зварного шву в місці приварювання фланця до труби, видалення з фланця напливів та бризок від зварювання (рисунок 3.3).

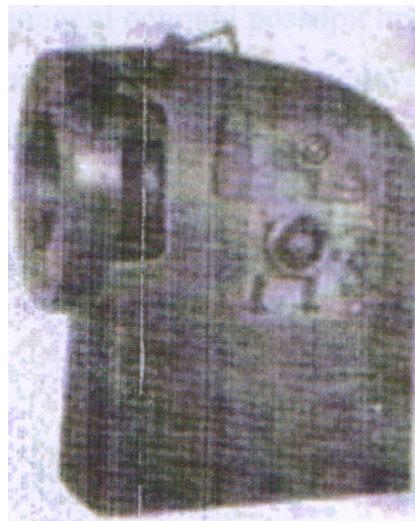


Рисунок 3.3 Верстат для проточування фланців ФП-450

З великого різноманіття гідравлічних стендів для випробування труб з фланцевим з'єднанням, найбільш широко використовується стенд СГФ (рис 3.4) призначений для проведення гідравлічних випробувань трубопроводів з фланцевими з'єднаннями на міцність і щільність рідким середовищем (водою).

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 Технічна характеристика верстата ФП-450 [12]

Найменування	Величина
Діаметри оброблювальних виробів, мм	55...455
Зусилля затиску виробів, Па	300
Найбільше подовжнє переміщення шпинделя, мм	50
Частота обертання шпинделя, об/хв.	1650, 110, 70, 48
Поперечна подача, мм/хв.	
- механічна від центру	0,42
- механічна до центру	0,40
- ручна від центра і до центру	0,80
Хід супорту, мм	170
Потужність електродвигуна, кВт	2,1
Габаритні розміри, мм	940x1250x1650
Маса, кг	1300

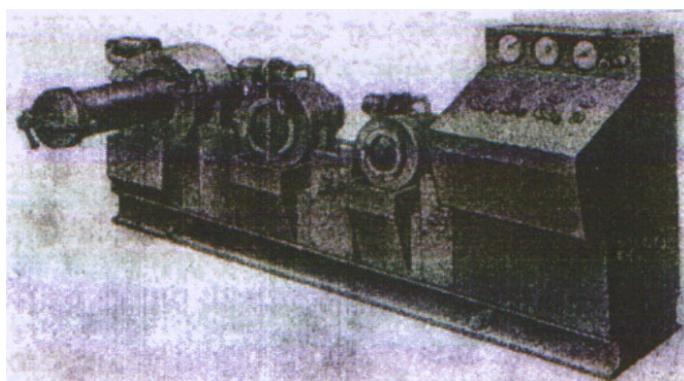


Рисунок 3.4 Стенд для гідравлічних випробувань труб з фланцями

На рамі стенда встановлені три затискні голівки, пневмогідравлічний насос, пневматична та гідравлічна апаратура управління для регулювання і контролю режиму випробувань. Пневмогідравлічний насос має дві смужки нагнітання - постійної продуктивності. Номінальний тиск рідини, що

розвивається насосом, 700 МПа. Продуктивність насоса без протитиску складає 16 л/хв.

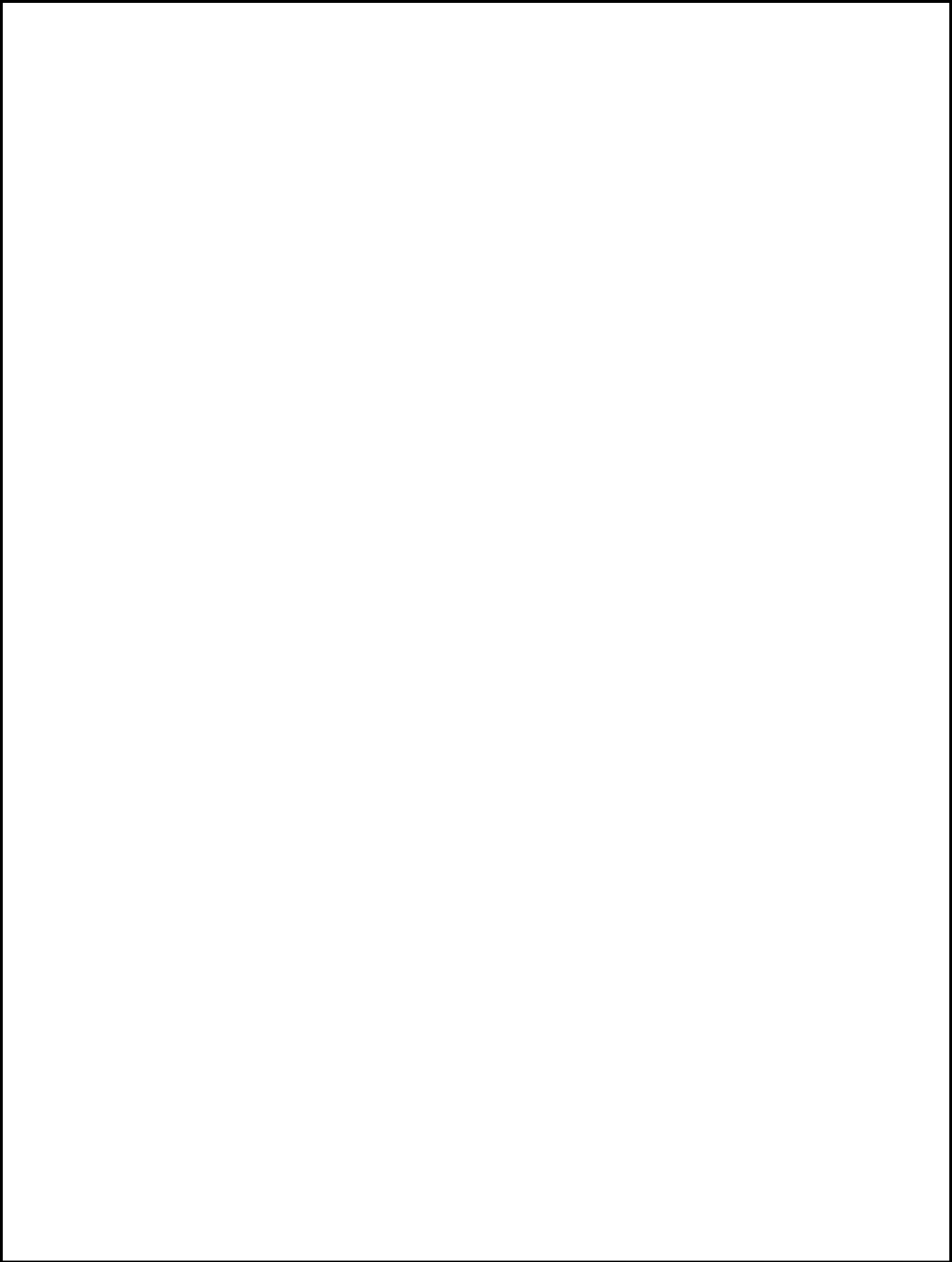
Таблиця 3.2 Технічна характеристика стенда для гідравлічних випробувань труб з фланцями СГФ [13]

Найменування	Величина
Діаметр труб (умовні проходи), мм	40...250
Найбільший робочий гідравлічний тиск, Па	6,0
Кількість труб, що випробують одночасно, шт.	3
Тиск у цеховій магістралі, необхідний для роботи стенду, МПа	
- води	20
- повітря	40...50
Габаритні розміри, мм	3050x730x1400
Маса, кг	1725

Затискна голівка складається з пневматичного притискного циліндра, скоби з автоматичними що повертаються Г - подібними прихватками, а також корпусу, в який вбудовується гідравлічний підсилювач. Завдяки гідравлічному притисненню утворюється додаткове зусилля, пропорційне тиску рідини в напірній магістралі.

Висновки:

- розроблено конструкція біметалічного фланця замість латунного;
- запропоновано технологічний процес виготовлення судових трубопроводів з використанням біметалічних фланців.



					ДП.131. 2121ст. 01. 05. 04. ПЗ.						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Студент	Власенко А.Ю.									38	11
Керівник	Лой С.А.										
Конс.	Лой С.А.							ХННІ НУК			
Н. Контр.	Лой С.А.										
Зав. каф.	Єрмолаєв Г.В.										

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [14].

Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 року зумовлює права робітників на охорону праці: умови праці на робочому місці; безпека технологічних процесів і роботи устаткування; оснащення і інших засобів виробництва, стан засобів захисту, використовуваних робітниками, а також санітарно-побутові норми повинні задовольняти вимогам нормативних актів про охорону праці.

Служба охорони праці створюється згідно з Законом України „ Про охорону праці”, власником або уповноваженим ним органом на підприємствах, в установах, організаціях незалежно від форм власності та видів їх діяльності для організації виконання правових, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, соціально-економічних і лікувально-профілактичних заходів спрямованих на запобігання нещасним випадкам, професійним захворюванням і аваріям в процесі праці.

Служба охорони праці вирішує завдання:

- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці;
- вибору оптимальних режимів праці і відпочинку працівників;
- професійного добору виконавців для визначених видів робіт.

Служба охорони праці входить до структури підприємства, установи, організації, як одна з основних виробничо-технічних служб. Ліквідація служби охорони праці допускається тільки в разі ліквідації підприємства.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Нормативно-правові акти з охорони праці - це правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові для виконання. Нормативно-правові акти з охорони праці призначені для уточнення, поглиблення та конкретизації положень законодавчих актів з питань охорони праці, а також регламентації вимог безпеки щодо виробничого середовища, трудового процесу, виробничого устаткування, знарядь праці, засобів захисту працюючих.

Створення сприятливих умов праці сприяє збереженню й зміцненню здоров'я працюючих, скороченню виробничого травматизму, професійних захворювань, зростанню задоволення працею, поліпшенню психологічного клімату в колективі, а також є істотним резервом у підвищенні ефективності виробництва.

4.1 Аналіз потенційно-небезпечних і шкідливих факторів при виготовленні суднових трубопроводів

При виготовленні сталевих суднових трубопроводів, а також ремонті на механічній ділянці виникають наступні небезпеки й шкідливості: механізми що рухаються, пересувні механізми, вироби та заготовки; можливість ураження електричним струмом; можливість виникнення пожежі; підвищення загазованості робочої зони; шум від роботи устаткування.

4.1.1 Електробезпека

При виконанні процесу зварювання можливе ураження електричним струмом. Найнебезпечнішим є струм промислової частоти 50 Гц.

Електробезпека - це система організаційних та технічних заходів і засобів, забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

До роботи на електроустановках допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли інструктаж та навчання з безпечних методів праці, перевірку знань правил безпеки. Регулювальникам та іншим працівникам, які мають постійний контакт з електроприладами підвищеної напруги до 1000 В необхідно мати кваліфікаційну групу з електробезпеки не нижче III. На виробничій ділянці відповідно до ПВЕ, застосовуються такі засоби безпечної експлуатації електроустановок, як захисне заземлення та захисне занулення.

Захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання із землею або з її еквівалентом металевих частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитись під напругою в аварійних режимах роботи.

Захисне занулення - навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним проводом металевих частин електроустановки, які нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитись під напругою в аварійних режимах роботи.

Нульовий захисний провід - це провід, який з'єднує частини, що підлягають зануленню, з глухозаземленою нейтральною точкою обмотки джерела струму або її еквівалентом. З метою зниження електро-травматизму на виробництві використовується мала напруга 12, 36 та 42 В. Опір ізоляції залежно від номінальної робочої напруги регламентовано правилами пристрою електроустановок (відповідно ПВЕ) встановлено, що опір ізоляції становить для цілей захисту постійного струму - 10,0 Ом, змінного струму – 6,0 Ом, для релейних апаратів – 2,0 Ом.

Вимір опору ізоляції установки необхідно, тому що матеріали застосовувані для ізоляції струмоведучих частин електроустановок із часом втрачають свої первісні діелектричні властивості.

При зміні електродів або обриві дуги також є можливість поразки електричним струмом. Для усунення цієї небезпеки необхідно застосовувати автоматичне захисне відключення.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Основними мірами по захисту від ураження електричним струмом і відповідно до НАОП 1.1.10-1.01-85 «Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок» є:

- забезпечення недоступності струмоведучих частин для випадкового доторкання;
- використання ізоляції струмоведучих частин;
- використання методів колективного захисту від ураження електричним струмом: захисного заземлення, занулення та автоматичного відключення;
- періодична перевірка опору заземлення; контроль та профілактика пошкоджень ізоляції.

4.1.2 Пожежна безпека

Протипожежна безпека на підприємстві в Україні – невіддільна частина організації робочого простору і процесів згідно з нормами чинного законодавства.

Зокрема, цю сферу регламентують Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України, зі змінами, які періодично вносяться відповідними наказами [15].

Пожежна безпека входить в комплекс заходів з охорони праці, і організаційна робота в цій сфері на об'єктах господарювання включає широкий спектр заходів, а саме:

- створення умов для безпечної праці;
- мінімізації ризику виникнення пожеж;
- своєчасне і повноцінне забезпечення технічними засобами для запобігання займання та усунення самих пожеж та їх наслідків;
- контроль дотримання протипожежних вимог і норм законодавства;

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- розробка і впровадження регламентів по гасінню пожеж, евакуації та порятунку з місць пожежі й задимлення людей і майна (матеріальних цінностей);
- внутрішнє і зовнішнє навчання співробітників [15].

Зафіксовані на законодавчому рівні вимоги пожежної безпеки зобов'язані виконувати – незалежно від приналежності та розміру статутного капіталу, обороту, кількості співробітників, форми власності, сфери роботи та інших аспектів – будь-які суб'єкти, що ведуть свою господарську діяльність на українській території.

Пожежа - це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу.

Основним нормативним документом, що регламентує вимоги щодо пожежної безпеки є Закон України “Про пожежну безпеку” [16-19].

Основними причинами пожеж на виробництві є:

- необережне поводження з вогнем;
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їх монтажу та експлуатації;
- порушення режимів технологічних процесів;
- несправність опалювальних приладів;
- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки;
- коротке замикання.

З метою попередження пожежі необхідно: проводити інструктажі з пожежної безпеки; дотримуватись правил протипожежної безпеки; перевіряти електрообладнання.

На даній виробничій дільниці необхідно дотримуватись наступних правил пожежної безпеки:

- забороняється палити на робочому місці;

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- забороняється залишати без догляду ввімкнені електроприлади;
- забороняється зберігати на робочому місці легкозаймисті речовини у великій кількості.

З метою своєчасного оповіщення, на дільниці необхідно встановити протипожежну сигналізацію. Проходи та запасні виходи повинні бути вільними. Пожежний щит повинен розміщуватись в доступному місці та містити первинні засоби пожежогасіння: вогнегасник, лопату, відро, простирадло, ящик з піском. Відповідальний за пожежну безпеку керівник виробничої дільниці/

По категорії виробництва, відповідно до ОНТП 24-86 ділянка виготовлення зварних труб відноситься до категорії «Г» - пожежно-небезпечне виробництво.

4.1.3 Захист від пилу і шкідливих викидів

До виробничих приміщень можуть потрапляти гази, пари, пил та інші шкідливі та отруйні речовини.

Шкідливою називається речовина, яка у контакті з організмом людини, при порушенні вимог безпеки, спричиняє виробничу травму, професійне захворювання або відхилення в стані здоров'я, які можуть бути виявлені як в процесі роботи, так і у віддалені строки життя теперішніх та наступних поколінь.

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88. «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны», за ступенем небезпеки шкідливі та отруйні речовини за дією на організм людини поділяються на чотири класи:

- I - надзвичайно небезпечні;
- II - високо небезпечні;
- III - помірно небезпечні;
- IV - мало небезпечні.

Крім газоподібних та пароподібних шкідливих речовин, на здоров'я працівників може впливати підвищена запиленість повітря. При цьому пил може бути токсичним, що викликає фібрози (кремній, азбест та ін.), та нетоксичним.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Значний вплив на важкість ураження організму людини шкідливими та отруйними хімічними речовинами і пилом має їх концентрація у повітрі робочої зони, а також тривалість дії. Ступінь небезпечності пилу залежить також від його дисперсності (відсоткове співвідношення розмірів часток), форми, твердості, волокнистості, електровзв'язаності його часток. Найнебезпечнішим є частки пилу розміром до 5 мкм [20].

4.2 Розрахунок захисного заземлення зварювального обладнання

Захисне заземлення застосовують для захисту робітників від ураження електричним струмом під час переходу напруги на металеві частини, які не проводять струм (наприклад, при короткому замиканні), та які зазвичай не знаходяться під напругою. Захисне заземлення - з'єднання частин електроустаткування, які не проводять струм, та які можуть випадково виявитися під напругою, із заземлюючим пристроєм.

Захисне заземлення є системою металевих заземлювачів, що поміщені в землю і електрично сполучених спеціальними дротами з металевими частинами електроустаткування, що нормально не знаходяться під напругою.

Захисне заземлення ефективно захищає людину від небезпеки поразки електричним струмом в мережах напруги до 1000 В з ізольованою нейтраллю і в мережах напругою вище 1000 В - з будь-яким режимом нейтралі.

Розрахунок заземлення зводиться до визначення числа заземлювачів і довжини сполучної смуги виходячи з допустимого опору заземленням [21].

В електроустановках напругою до 1000 В опір заземлюючого пристрою повинен бути не вище 4,0 Ом; якщо ж сумарна потужність джерел не перевищує 100 кВт, то опір заземлення має бути не більше 10,0 Ом.

Як заземлювач обираємо сталеву трубу діаметром $d = 55$ мм, а як сполучний елемент — сталеву смугу шириною $b = 50$ мм. Вибирається значення

питомого опору ґрунту відповідне або близьке за значенням питомому опору ґрунту в заданому районі розміщення проектованої установки

$$R_3 = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l} \left(\lg \frac{2}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) \quad (4.2)$$

де $\rho = 70 \text{ Ом}$ – питомий опір ґрунту,

$K_c = 2,0$ – коефіцієнт сезонності [22],

$l = 2,7 \text{ м}$ – довжина заземлювача,

$d = 55 \text{ мм}$ – діаметр заземлювача,

$t = h + 0,51 = 0,65 + 0,5 \cdot 2,7 = 2 \text{ м}$ – відстань від поверхні ґрунту до середини заземлювача.

$$R_3 = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{2,7} \left(\lg \frac{2 \cdot 2,7}{0,055} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 2 + 2,7}{4 \cdot 2 - 2,7} \right) = 40,6 \text{ Ом}$$

Число заземлювачів без врахування взаємних перешкод, які оказують заземлювачі друг на друга, так названого явища взаємного “екранування” $R_{3н}$

$$n' = \frac{R_{3н}}{R_3} \quad (4.3)$$

$$n' = \frac{40,62}{4} = 10,15 \approx 10$$

Число заземлювачів з врахуванням коефіцієнтів екранування:

$$n = \frac{n'}{\eta_3} \quad (4.4)$$

де $\eta_3 = 0,58$ – коефіцієнт екранування.

$$n = \frac{10}{0,58} = 17,23 \approx 18$$

Приймаємо відстань між заземлювачами $a = l = 2,7 \text{ м}$

Визначаємо довжину з'єднувальної смуги:

$$l_{п} = 1,05 \cdot n \cdot a \quad (4.5)$$

$$l_{п} = 1,05 \cdot 18 \cdot 2,7 = 51,02 \text{ м}$$

Повне значення опору розтікання струму із з'єднувальної смуги:

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$R_{\Pi} = 0,366 \frac{\rho \cdot K_c}{l_{\Pi}} \lg \frac{2 \cdot l_{\Pi}^2}{b \cdot h} \quad (4.6)$$

$$R_{\Pi} = 0,366 \frac{70 \cdot 2}{51,09} \lg \frac{2 \cdot 51,03^2}{0,05 \cdot 0,65} = 5,2 \text{ Ом}$$

Повне значення опору системи заземлення

$$R_{\Sigma} = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \Pi_n + R_n \cdot \Pi_3 \cdot n} \quad (4.7)$$

де $\Pi_n = 0,51$ – коефіцієнт екранування смуги.

$$R_{\Sigma} = \frac{40,62 \cdot 5,2}{40,62 \cdot 0,51 + 5,2 \cdot 0,58 \cdot 18} = 2,83 \text{ Ом}$$

Схема розташування заземлювачів представлена на рис. 4.1.

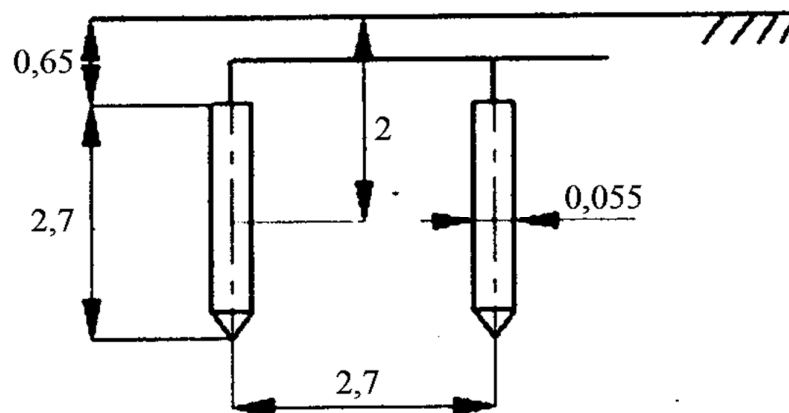


Рисунок 4.1 Схема розташування заземлювачів

Схема отриманого виносного заземлення представлена на рис. 4.2.

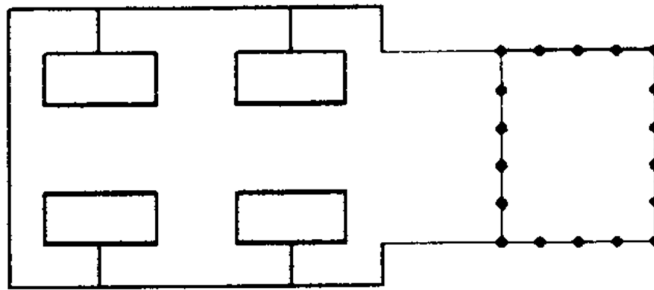
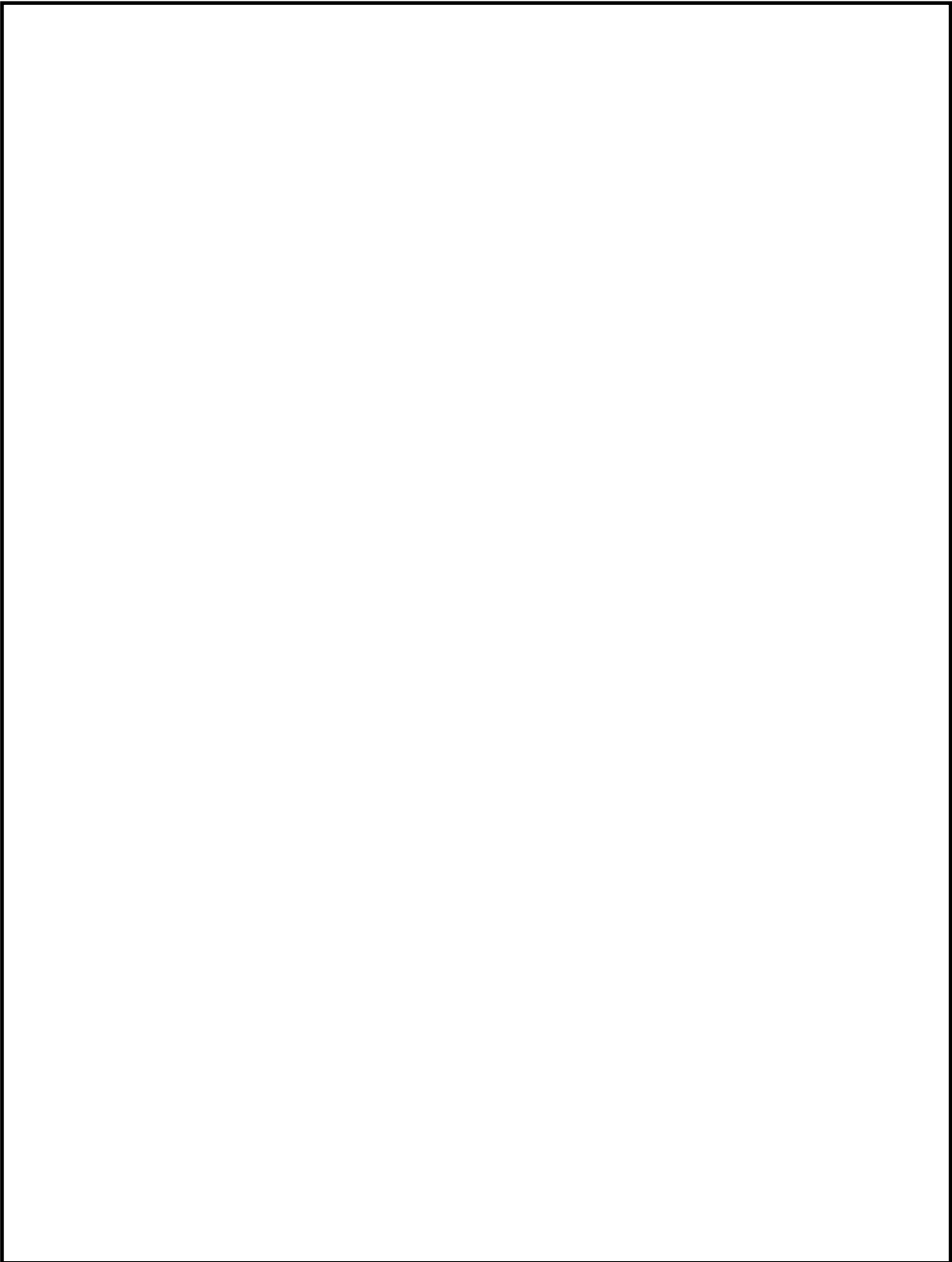


Рисунок 4.2 Схема отриманого виносного заземлення

Опір R_{Σ} , який дорівнює 2,83 Ом менше допустимого опору, який складає 4,00 Ом. Отже, діаметр заземлювача d дорівнює 55 мм, що при кількості заземлювачів, яка дорівнює 18, являється достатнім для забезпечення захисту при виносній схемі розташування заземлювачів.

Висновки:

- проведено аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів при виготовленні біметалічних фланців суднових трубопроводів. Розроблені заходи щодо усунення та зниження впливу небезпечних та шкідливих факторів на працюючий персонал;
- розраховано опір заземлення, який відповідає умовам нормативних документів для забезпечення безпечних робіт.



					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 05. ПЗ.						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок технологічної собівартості наплавлення фланців						
Студент	Власенко А.Ю.										
Керівник	Лой С.А.										
Конс.	Лой С.А.										
Н. Контр.	Лой С.А.										
Зав. каф.	Єрмолаєв Г.В.										
					Літ.		Арк.		Акрушів		
							49		6		
					ХННІ НУК						

Для підвищення зносостійкості фланців суднових трубопроводів і зменшення їх собівартості та трудомісткості виготовлення розглянута можливість заміни латунних фланців біметалічними де основою є низьковуглецева сталь ВСтЗсп. На робочу поверхню наплавляємо мідно-нікелевий сплав МНЖКТ 5-1-0,2-0,2, який володіє високою стійкістю проти корозії. На рис. 5.1, 5.2 представлено розміри і конструкція біметалічного фланця.

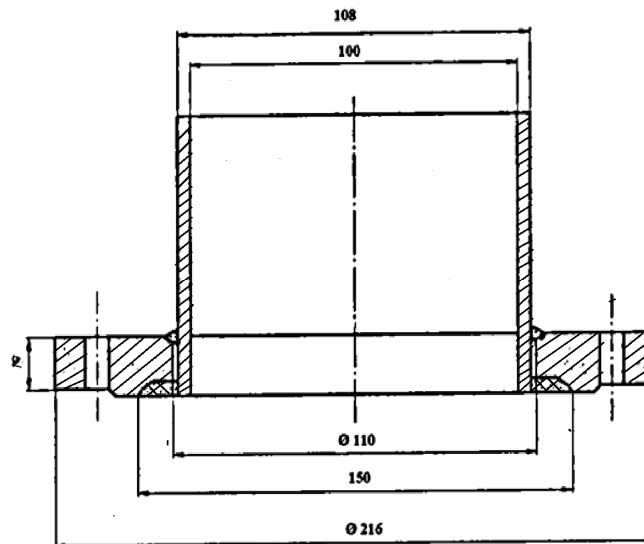
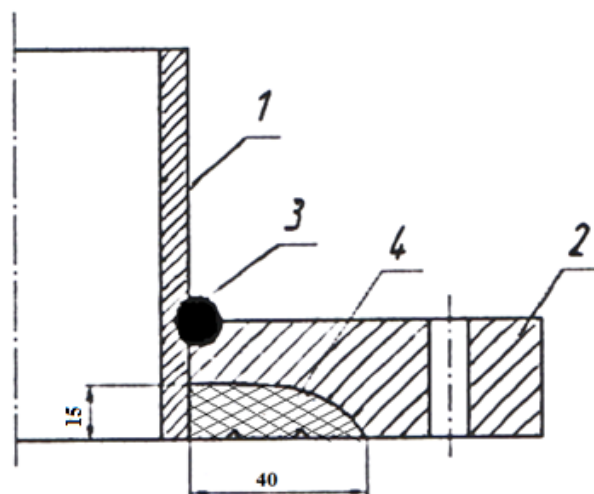


Рисунок 5.1 Розміри біметалічного фланця



1 - труба зі сплаву МНЖ 5-1; 2 - сталевий фланець; 3 - зварювальний шов фланця з трубою; 4 - наплавлений шар у місці ущільнювальної поверхні

Рисунок 5.2 Конструкція біметалічного фланця

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 05. ПЗ.

Арк.

50

5.1 Визначення собівартості матеріалів

Витрати на наплавочні матеріали визначаються по формулі:

$$C_M = C_{\text{др}} + C_{\text{газ}} \quad (5.1)$$

де $C_{\text{др}}$ - вартість наплавлюваного дроту марки МНЖКТ 5-1-0,2-0,2 при наплавленні, грн;

$C_{\text{газ}}$ - вартість захисного газу (аргон), грн.

Визначаємо кількість наплавленого металу:

$$M_{\text{н.м.}} = S \cdot h \cdot \gamma \quad (5.2)$$

де S – площа наплавлення, см^2 (рисунок 5.1);

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) = 0,785 \cdot (15^2 - 11^2) = 81,64 \text{ см}^2;$$

D - зовнішній діаметр наплавлення, $D = 15 \text{ см}$;

d - внутрішній діаметр наплавлення, $d = 11 \text{ см}$;

h - висота наплавлених шарів (з розрахунку необхідної кількості наплавлених шарів (таблиця 2.2) видно, що достатньо 4 шарів наплавлення по 3 мм кожен), $h = 3 \cdot 3 + 3 + 3 = 1,5 \text{ см}$ (рисунок 5.2);

γ — густина металу, $\gamma = 8,8 \text{ г/см}^3$.

$$M_{\text{н.м.}} = 81,64 \cdot 1,5 \cdot 8,8 = 1077 \text{ г}$$

Витрати на зварювальний дріт ($C_{\text{др}}$, грн.) визначається за формулою:

$$C_{\text{др}} = M_{\text{н.м.}} \cdot R1 \quad (5.3)$$

де $M_{\text{н.м.}}$ – кількість наплавленого металу, $M_{\text{н.м.}} = 1077 \text{ г}$.

$R1$ – вартість 1 кг дроту МНЖКТ 5-1-0,2-0,2, $R1 = 1045 \text{ грн/кг}$ [23].

$$C_{\text{др}} = 1,077 \cdot 1045 = 1125 \text{ грн.}$$

Витрати на захисний газ (Ar) визначаються по формулі:

$$C_{\text{газ}} = T_{\text{ш.к}} \cdot N \cdot R2 \quad (5.4)$$

де $T_{\text{ш.к}}$ - трудомісткість виконання наплавлення, н-год;

N - питома витрата газу, $N = 8 \text{ л/хв} = 0,5 \text{ м}^3/\text{год}$;

$R2$ – вартість 1 м^3 газу (Ar), $R2 = 210 \text{ грн/м}^3$ [24].

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Час горіння дуги визначаємо за формулою:

$$T_{\text{оп}} = \frac{M_{\text{н.м.}}}{I_{\text{зв}} \cdot \alpha_{\text{н}}} \quad (5.5)$$

де $M_{\text{н.м}}$ - кількість наплавленого металу, $M_{\text{н.м}} = 1077$ г;
 $I_{\text{зв}}$ - зварювальний струм при виконанні наплавлення, $I_{\text{зв}} = 140$ А;
 $\alpha_{\text{н}}$ - коефіцієнт наплавлення, $\alpha_{\text{н}} = 9 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{год}}$.

$$T_{\text{оп}} = \frac{1077}{140 \cdot 9} = 0,85 \text{ год}$$

Трудомісткість виконання наплавлення визначаємо за формулою:

$$T_{\text{ш.к.}} = \frac{T_{\text{оп}}}{a_0} \quad (5.6)$$

де $T_{\text{оп}}$ - час горіння дуги, $T_{\text{оп}} = 0,85$ год;
 a_0 - коефіцієнт основного часу, $a_0 = 0,7$ %

$$T_{\text{ш.к.}} = \frac{0,85}{0,7} = 1,2 \text{ н-год}$$

Визначаємо вартість захисного газу за формулою (5.5):

$$C_{\text{газ}} = 1,2 \cdot 0,5 \cdot 210 = 126 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на зварювальні матеріали становлять:

$$C_{\text{м}} = 1125 + 126 = 1251 \text{ грн.}$$

5.2 Визначення витрат на заробітну плату

Загальні витрати на заробітну плату становлять:

$$C_3 = T_{\text{ш.к.}} \cdot C_p \quad (5.7)$$

де C_p – тарифна ставка зварювальника, $C_p = 82$ грн/н-год.
 $T_{\text{ш.к.}}$ – трудомісткість виконання наплавлення, $T_{\text{ш.к.}} = 1,2$ н-год.

$$C_3 = 1,2 \cdot 82 = 98,4 \text{ грн.}$$

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

5.3 Визначення витрат на електроенергію

Витрати на електроенергію визначаємо за формулою:

$$C_e = M_{н.м} \cdot Q_e \cdot q_e \quad (5.8)$$

де $M_{н.м}$ - кількість наплавленого металу, $M_{н.м} = 1077 \text{ г} = 1,077 \text{ кг}$.

Q_e - питома витрата електроенергії при наплавленні від випрямляча, $Q_e = 4,0 \text{ кВт-год/кг}$;

q_e - вартість електроенергії, $q_e = 3,50 \text{ грн/кВт-год}$.

$$C_e = 1,077 \cdot 4,0 \cdot 3,50 = 15,08 \text{ грн.}$$

5.4 Визначення витрат на амортизаційні відрахування

Витрати на амортизаційні відрахування визначаються за формулою:

$$C_{a.в} = \frac{T_{ш.к} \cdot K_a \cdot A_v}{100 \cdot \Phi_e \cdot K_3} \quad (5.9)$$

де $T_{ш.к}$ - штучно калькуляційний час на наплавлення, $T_{ш.к} = 0,97 \text{ н-год}$;

K_a - вартість обладнання з джерелом живлення, $K_a = 92000 \text{ грн.}$;

A_v - норма річних амортизаційних відрахувань по устаткуванню, $A_v = 16,6\%$;

K_3 - коефіцієнт завантаження устаткування; $K_3 = 0,8$;

Φ_e - ефективний річний фонд часу устаткування, год.; $\Phi_e = 2000 \text{ год}$.

$$C_{a.в} = \frac{1,2 \cdot 62000 \cdot 16,6}{100 \cdot 2000 \cdot 0,8} = 11,47 \text{ грн.}$$

5.5 Визначення собівартості ручного аргонодугового наплавлення при виготовленні біметалічного фланця

Загальна собівартість на виконання наплавлення визначається за формулою:

$$C_n = C_m + C_3 + C_e + C_{a.в} \quad (5.10)$$

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

де C_m - витрати на зварювальні матеріали, грн;
 C_z - витрати на заробітну платню, грн;
 C_e - витрати на електроенергію, грн.

Визначаємо загальну собівартість наплавлення фланца

$$C_n = 1251,00 + 98,40 + 15,08 + 11,47 = 1375,95 \text{ грн.}$$

Висновки:

- собівартість технологічного процесу наплавлення фланців складає 1376 грн.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

За результатами кваліфікаційної роботи можна зробити наступні висновки:

- розглянуто процес заміни латунних фланців на біметалічні з наплавленням корозійностійких шарів у місці ущільнюючих поверхонь.
- проведено розрахунок кількості шарів, який показує, що при аргонодуговому наплавленні в чотири шари склад наплавленого металу є близьким до матеріалу наплавлення, а при плазмовому у два шари;
- розраховані параметри режимів наплавлення;
 - розрахований термічний цикл при наплавленні на сталь ВСт3сп, очікувана структура ЗТВ – ферито-перлітна з твердістю 300 HV.

В процесі технологічних розробок прийняті наступні рішення:

- розроблено конструкція біметалічного фланця замість латунного;
- на основі обраного обладнання і матеріалів розроблено технологічний процес виготовлення суднових трубопроводів з використанням біметалічних фланців двома варіантами: роздільний або разом;
- проведено аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів при виготовленні біметалічних фланців суднових трубопроводів;
- розроблені заходи щодо усунення та зниження впливу небезпечних та шкідливих факторів на працюючий персонал;
- розраховано опір захисного заземлення, який відповідає умовам нормативних документів для забезпечення безпечних робіт;
- за результатами економічних розрахунків встановлено, що собівартість технологічного процесу наплавлення біметалічних фланців складає 1376 грн.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Список джерел інформації

1. <https://hsp.com.ua/uk/poslugi/komplektujuchi/vigotovlennja-ta-montazh-sistem-sudnovih-truboprovodiv>
2. <https://hsp.com.ua/uk/poslugi/remont-pereobladnannja-izoljacijni-roboti/sudnovi-sistemi-truboprovodiv>
3. Матеріали науково-технічної конференції «Морський та річковий флот: експлуатація і ремонт», 24.03.2022 – 25.03.2022. – Одеса: НУ "ОМА", 2022. – 209 с.
4. <https://www.epowermetals.com/uk/the-effect-of-stress-relief-annealing-on-the-surface-residual-stress-and-organizational-properties-of-b10-copper-nickel-tees.html>
5. Голобородько, Ж.Г. Основи технології дугового зварювання суднових конструкцій: навчальний посібник [Текст] / Ж.Г. Голобородько, С.В. Драган, В.В. Квасницький; під заг. ред. С.В. Драгана. – Миколаїв: НУК, 2013. – 380 с.
6. <https://arsenal-ooo.com.ua/directions/Metals/products/BaseMetals/Copper/CuNi/#ChemicalComposition>
7. Костін, О.М. Зварювальні матеріали: навчальний посібник [Текст] / О.М. Костін. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
8. Регістр судноплавства України. Правила класифікації та побудови хімовозів. – Київ, 2020. – 68 с.
9. Драган, С.В. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра (для студентів за напрямом підготовки 6.050504 “Зварювання”, спеціальність “Технології та устаткування зварювання”) [Текст] / С.В. Драган, Г.В. Єрмолаєв, Ж.Г. Голобородько та ін. // – Миколаїв: НУК, 2015. - 62 с.

					ДП. 131. 2121ст. 01. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

10. Лебедев, Ю.М. Розрахунки теплових процесів при зварюванні: методичні вказівки до виконання курсової роботи. [Текст] / Ю.М. Лебедев, В.Ф. Лебедева, С.А. Лой. - Миколаїв: НУК, 2007.– 64 с.
11. <https://studfile.net/preview/8849362/page:6/>
12. <https://www.stco.ru/products/truboobrabatyvayushchee-proizvodstvo/stkh-fp485/>
13. <http://www.stankoremont.by/production/2012-01-05-11-05-56/sgf.html>
14. Закон України «Про охорону праці»
15. <https://prfit.h.ua/pzhzhn-bzp-k-n-pidpriemstvi-prvyl-t-rh-niz-tsii/>
- 16.. Закон України «Про пожежну безпеку».
17. Жидецький, В.Ц. Основи охорони праці [Текст] / В.Ц. Жидецький. – Львів: Афіша, 2002. – 318 с.
18. Щедролосєв О.В. Основи охорони праці. Лабораторний практикум /текст/ Л.Л. Моїсеєнко, Ю.К. Яглицький – Херсон: Айлант, 2005. – 84 с.
19. Пістун І.П. Охорона праці в суднобудуванні: Навчальний посібник /текст/ І.П. Пістун, А.М. Тубальцев, Н.П. Тубальцева – Львів: «Тріада плюс», 2009.–580 с.
20. Левченко, О.Г. Охорона праці та цивільний захист – Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018 – 370 с.
21. Щедролосєв, О.В. Методичні рекомендації до виконання розділу “Охорона праці” у бакалаврських випускних роботах (проектах) [Текст] / О.В. Щедролосєв, Г.В. Додонова, А.М. Мозговий, В.В. Савельєв. – Миколаїв: НУК, 2012. – 28 с.
22. https://spo.stu.cn.ua/Oksana/rozrah_rozd_OP_DP_bak_spec_mag/90.html
23. <https://jasic.ua/product/cuni5fe1-10-5kg-870>
24. <https://tranzit-s.com.ua/ua/p2474867-argon-gazoobraznyj-zapravka.html>

