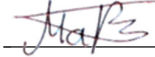


Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут

Кафедра зварювання

«Допущений до захисту»

В.о. завідувача кафедри

 к.т.н., доцент М.В. Матвієнко

«___» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти **«бакалавр»**

на тему: Удосконалення технології ремонту суднових гребних гвинтів

Виконав: студент IV курсу, групи 4121ст
спеціальності 131 Прикладна механіка за
освітньо-професійною програмою Інжиніринг
зварювання та споріднених процесів

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Галіза Олександр Денисович

(прізвище та ініціали)

Керівник Лой Сергій Анатолійович

(прізвище та ініціали)

Рецензент Лебедєв Володимир Олександрович

(прізвище та ініціали)

Миколаїв - 2025 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. Спихтаренко

“ _____ ” _____ 20 ____ року

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

_____ студенту Галізе Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології ремонту суднових гребних гвинтів.

керівник проекту Лой Сергій Анатолійович, доцент НУК

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

затверджені розпорядженням ХННІ НУК від “12” 03 2025 року № 07

2. Строк подання студентом проекту 13 червня 2025р.

3. Вихідні дані до проекту Креслення виробу, матеріал сталь 25Л

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз конструкції та варіантів ремонту гребних гвинтів. 2. Розрахунки технології зварювання. 3. Розробка технологічного процесу ремонту гвинтів. 4. Охорона праці. 5. Розрахунок економічної ефективності від ремонту гвинтів.

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

1. Тема роботи. 2. Мета роботи, завдання. 3. Креслення гребного гвинта.

4. Режим зварювання. 5. Технологія ремонту гвинта. 6. Устаткування для виправлення гребного гвинта. 7. Устаткування для контролю гребного гвинта. 8. Показники економічної ефективності при ремонті одного гребного гвинта.

9. 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 30.04.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Аналіз конструкції та варіантів ремонту гребних гвинтів	12.05.25р.	
2.	Розрахунки технології зварювання	19.05.25р.	
3.	Розробка технологічного процесу ремонту гвинтів	23.05.25р.	
4.	Охорона праці	30.05.25р.	
5.	Розрахунок економічної ефективності від ремонту гвинтів	06.06.25р.	
6.	Графічна частина	12.06.25р.	

Студент


(підпис)

Галіза О.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту


(підпис)

Лой С.А.
(прізвище та ініціали)

Анотація

В даному дипломному проекті розглянуті можливі варіанти ремонту сталевих гребних гвинтів. Досліджено властивості зварного з'єднання виконаного в суміші газів $\text{Ar} + \text{CO}_2$, розроблено технологічний процес ремонту сталевих гребних гвинтів, обрано оснащення та пристосування. Запропоновані заходи з охорони праці. Проведені розрахунки економічного ефекту від впровадження технології.

Ключові слова: дефекти лопатей, зносостійкість, гребний гвинт, ремонт, зварювання, технологічний процес, економічна ефективність, охорона праці.

Annotation

In this thesis project examined options for repairing steel propellers. The properties of the welded connection performed in the gas mixture $\text{Ar} + \text{CO}_2$, the technological process of repairing steel propellers, selected equipment and accessories. The proposed safety measures. The calculations of economic benefit from the introduction of technology.

Keywords: blade defects, wear resistance, propeller, repair, welding, technological process, economic efficiency, labor protection.

Зміст

	стор.
Вступ.....	5
1 Аналіз конструкції і варіантів ремонту гребних гвинтів.....	7
1.1 Конструкція і призначення гвинтів.....	8
1.2 Характеристика основного металу.....	12
1.3 Типовий технологічний процес ремонту гребних гвинтів.....	16
1.4 Висновки.....	20
1.5 Мета і задачі дипломного проекту.....	20
2 Розрахунки технології зварювання.....	22
2.1 Обґрунтування вибору способу зварювання.....	23
2.2 Розрахунок режимів зварювання.....	26
2.3 Вибір зварювального обладнання та джерела живлення.....	30
2.4 Дослідження зварного з'єднання виконаного у суміші газів Ar + CO ₂	31
2.5 Висновки.....	36
3 Розробка технологічного процесу ремонту гребних гвинтів.....	37
3.1 Обґрунтування вибору матеріалів для зварювання.....	38
3.2 Опис і обґрунтування вибору устаткування, пристосувань для ремонту.....	40
3.3 Розробка і опис технологічного процесу ремонту гребних гвинтів.....	51
3.4 Вибір і обґрунтування методів контролю якості.....	57
3.5 Висновки.....	58
4 Охорона праці.....	59
4.1 Аналіз потенційно небезпек і шкідливих чинників при ремонті гребних гвинтів.....	61
4.1.1 Пожежобезпека.....	61
4.1.2 Запобігання небезпеки поразки електричним струмом.....	62
4.1.3 Запобігання небезпеки поразки променями електричної дуги.....	63
4.1.4 Запобігання небезпеки поразки бризками розплавленого металу і шлаку....	63

4.1.5 Запобігання отруєнню шкідливими газами й аерозолями, що виділяються при зварюванні.....	64
4.1.6 Методи і засоби захисту від шуму.....	64
4.1.7 Запобігання травм, зв'язаних із складанням і транспортними операціями (травм механічного характеру).....	66
4.1.8 Безпека підйомно-транспортного устаткування.....	66
4.2 Розрахунок природного освітлення.....	67
4.3 Висновки.....	69
5 Розрахунок економічної ефективності від ремонту гвинтів.....	70
5.1. Визначення трудомісткості на виконання складально-зварювальних робіт...	71
5.2. Розрахунок необхідної кількості встаткування і його завантажень.....	72
5.3. Розрахунок необхідної кількості працюючих.....	74
5.3.1. Розрахунок чисельності основних робітників	74
5.4. Розрахунок витрат на заробітну платню основних робітників	76
5.5. Поняття собівартості та калькуляції.....	76
5.5.1. Розрахунок витрат по основних і допоміжних матеріалах.....	77
5.6 Розрахунок витрат на амортизаційні відрахування.....	81
5.7 Економічна ефективність ремонту гребного гвинта.....	82
5.8 Висновки.....	83
Загальні висновки за дипломним проектом.....	84
Список джерел інформації.....	86

					ДП. 131. 4121. 01. 05. 00. ПЗ.							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Галіза О.Д.			Вступ			Літ.		Арк.	Аркушів	
Керівник		Лой С.А.								5	2	
Консультант		Лой С.А.						ХННІ НУК				
Н. Контр.												
Зав. каф.		Матвієнко М.В.										

Гребний гвинт один із найбільш розповсюджених суднових рушіїв, що складається з насадженої на гребний вал ступиці з лопатями, яких може бути дві, три або чотири.

Технологічність гребного гвинта забезпечується правильним вибором його матеріалу.

Вибір марки матеріалу для виготовлення гребного гвинта повинен здійснюватись з урахуванням рядка експлуатаційно-економічних і виробничо-технічних міркувань. Гребний гвинт повинен бути оброблений відповідно з вимогами державних стандартів і після виготовлення - ретельно проведений.

Вибір марки матеріалу для гребного гвинта здійснюється, виходячи з наступних основних міркувань: застосування матеріалу, який забезпечує мінімальну шорсткість та найбільш високий ККД гвинта; економічна доцільність використання дефіцитних і дорогих матеріалів; порівняне опанування виробництва гребних гвинтів високої якості з різноманітних матеріалів.

Досвід експлуатації гребних гвинтів з латуні і нержавіючої сталі порівняно з гвинтами з вуглецевої сталі показує, що вигаиш у величині ККД складає до 5%.

Економічна доцільність визначається і вартістю однієї тонни гвинтів, віднесеної до тривалості їх служби поки не наступить природний знос.

Термін служби до природного зносу поверхні лопаті складає:

- для латунних гвинтів - не менше 20 років;
- для гвинтів з вуглецевої сталі - не більше 3 років;
- для гвинтів з чавуну - не більше 5 років.

Гребні гвинти під впливом корозії починають руйнуватися і значно знижують швидкість судна вже через 6 місяців після їх установки на судні, а через 1,5...3 роки повністю приходять у негідність.

При виборі марки матеріалу для гребних гвинтів необхідно також враховувати можливості виробництва: вибір найкращих матеріалів, які дозволяють відливку гребних гвинтів з малими припусками на обробку без викривлень профілю лопатей та їх геометрії.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 00. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Галіза О.Д.			Аналіз конструкції і варіантів ремонту гребних гвинтів				Літ.		Арк.	Аркушів	
Керівник		Лой С.А.									7	14	
Консультант		Лой С.А.							ХННІ НУК				
Н. Контр.													
Зав. каф.		Матвієнко М.В.											

1.1 Конструкція і призначення гвинтів

Гребний гвинт був відомий з давності. В Європі ідея створення гребного гвинта для суден виникла теж досить давно, але його практичне застосування починається із з'явленням парової машини і з цієї миті проекти суднових гребних гвинтів виникали один за одним.

Даниїло Бернуллі у 1752 році одержав премію Французької Академії наук за кращий проект (рушія) руху судна без допомоги повітря. В цьому проекті серед інших устроїв він запропонував гребний гвинт, який обертається від парової машини, або за допомогою коней.

У 1764 році Леонард Ейлер у «Записках Берлинской Академии наук» рекомендував гребній гвинт, як один з суднових рушіїв.

Приблизно на протязі 200 років думка винахідників йшла трьома шляхами наслідування: вітряному млину, водопідйомному гвинту Архімеда та водяному млинову колесу.

Гребні гвинти типу вітряного млину

Гребний гвинт такої конструкції у 1681 році запропонував відомий англійський вчений Роберт Гук.

У 1824 році француз Долман запропонував ідею протилежного обертання двох гвинтів, які розташовані один за одним на загальній геометричній вісі. Цю ідею використав Яков Перкінс, який одержав патент на рушій, складений з двох гвинтів, кожен з котрих містить по дві лопаті.

У 1848 році М.Пул запатентував незвичайний гребний гвинт. Лопаті цього гвинта нагадували бумеранг. Вісь гребного гвинта проходила через центр ваги лопатей, але ці гвинти не забезпечили суттєвих переваг.

У 1836 році Френсис Сміт запатентував цілий ряд гвинтів, які знайшли застосування на судах і військових кораблях.

Гвинти типу водопідйомного гвинта Архімеда

Француз Дю-Кюе у 1731 році побудував машину для буксирування суден проти течії. Машина приводилась у дію гвинтом у вигляді спіралі з декількох лопатей.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

У 1766 році Бюшнелем був побудований підводний човен «Черепаша», всі переміщення котрої в горизонтальній і вертикальній площинах забезпечувалось гвинтами з ручним приводом. Гвинти мали вид спіралі Архімеда. Аналогічний рушій для надводного судна запропонував і Бернуллі.

Вильям Літлтон у 1974 році запатентував гвинт, який складався з трьох спіральних ребер, які обертали циліндр. Гвинт одержував привід від нескінченного тросу, охоплюючого шків, закріплений на циліндрі.

Гвинти типу вітряного млина

У липні 1836 року в Англії швед Джон Еріксон запатентував гвинт, який уявляв собою два колеса протилежного обертання, повністю занурені у воду. Швидкість обертання одного колеса відрізнялась від швидкості обертання другого. На кожному колесі було вісім коротких і широких лопатей з гвинтовою поверхнею. Такі гвинти широко застосовувалися у США і Франції на воєнних кораблях і суднах.

У 1841 році В. Джоэстом був запатентований «гвинт - сифон». Він складався з трьох гвинтових лопатей, закріплених на полуму циліндрі.

У 1848 році американцем Г.Стоу запропоновано розміщення по бортам судна два лопатних колеса, занурених у воду на $1/7$ свого діаметра.

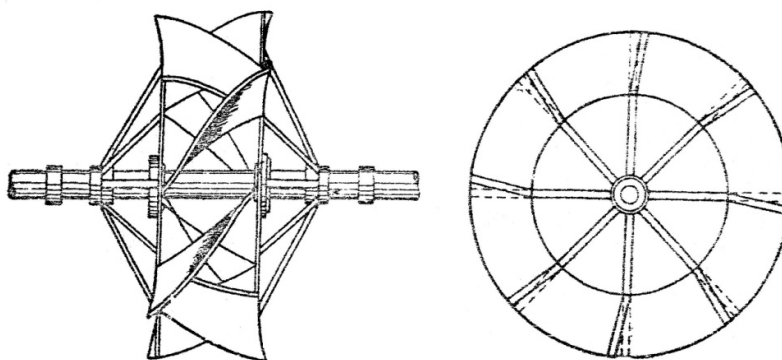


Рисунок 1.1 - Гребний гвинт Г.Стоу

Впровадженню гребних гвинтів тривалий час заважало те, що вал гвинта, що знаходився під водою, важко було ущільнити так, щоб вода не проникала в судно. Крім того, зовнішній підшипник гребного гвинта швидко зношувався, а упорний

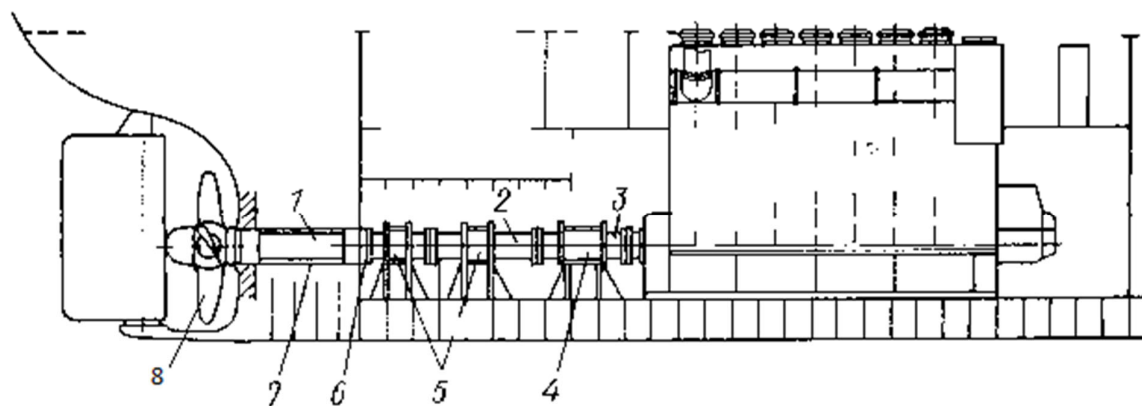
					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

підшипник, який передає на корпус судна рушійну силу, повинен працювати як на передній, так і на задній хід. Це важно виконати конструктивно. Тому деякий час розвиток гребних гвинтів відставав від розвитку гребних коліс.

Коли ж з'явилися підшипники для гребного валу, а конструкції ущільнення, упорних підшипників і самих гребних гвинтів були удосконалені, гребні колеса віддали перевагу гребним гвинтам.

Гребний гвинт в якості суднового рушія призначений для створення рушійної сили і забезпечення руху судна типу «Метеор» потужністю 1700 л.с. класу «О» проекту №342Е. Це пасажирський двогвинтовий теплохід.

Більшість рушіїв за принципом дії є реактивними тому, що створюють рушійну силу в результаті реакцій мас води або повітря судна, що переміщуються у сторону протилежну руху. До них належать гребні гвинти, гребні колеса, крильчаті й водометні рушії, а також повітряні гвинти. Сили, що виникають на елементах рушіїв, можуть створюватися як за рахунок сил опору при русі рушіїв у навколишній середовищі (гребне колесо), так і за рахунок під'ємної сили, по природі аналогічній під'ємній силі несучого крила (гребний гвинт, крильчатий рушій) [3].



1 - гребний вал; 2 - проміжний вал; 3 - упорний вал; 4 - підшипник; 5 - опорний підшипник; 6 - перебірковий сальник; 7 - дейдвудний пристрій; 8 - гребний гвинт

Рисунок 1.2 - Схема суднового рушія

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

На сучасних судах найчастіше використовують гребні гвинти, що відрізняються невеликою масою, надійністю в експлуатації та володіють досить високим ККД при порівняльній простоті конструкції.

За напрямом обертання гребні гвинти діляться на праві та ліві.

За габаритами гребні гвинти можна умовно розділити на три групи: малі (діаметром до 1,5 м), середні (діаметром до 4,0 м), та крупні (діаметром більше 4,0 м). Окремі гребні гвинти, що застосовуються для супертанкерів, мають діаметр до 12 м.

В залежності від призначення судна гвинти можуть мати від 2 до 6 лопатей. Сторона лопаті, звернена в ніс судна, називається засмоктуючою, протилежна - нагнітальною. Лопаті гвинта мають крилевий профіль, утворений гвинтовими поверхнями.

Залежно від конструкції гвинти можуть бути монолітними (цільними), або зі з'ємними лопатями. Останні більше складні, їх застосовують у випадках, коли за умовами плавання можливі часті поломки лопатей (на криголамах і транспортних судах льодового плавання). Монолітні гвинти і гвинти із з'ємними лопатями належать до гвинтів фіксованого кроку. Гвинти з механізмами, що обертають лопаті в маточині та змінюють крок гвинта, називаються гвинтами регульованого кроку (ГРК). Гребні гвинти виготовляють із нержавіючої сталі, бронзи, латуні й інших сплавів [3].

Основними геометричними характеристиками гвинта що ремонтується є: діаметр гвинта $D - 0,710$ м (діаметр окружності описуваної найбільш вилученими від осі точками лопатей, приймається не більше 70% осадки судна, у крупно тонажних суден діаметр доходить до 10 м); крок гвинта H - (відстань, яку пройшов би гвинт за одне обертання у твердому середовищі); дискове відношення 1,1 (відношення площі всіх лопатей гвинта до площі диску гвинта і може бути більше одиниці, але у гвинтів морських транспортних суден воно звичайно дорівнює 0,45 - 0,60) [3].

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.2 Характеристика основного металу

Технологічність гребного гвинта забезпечується правильним вибором його матеріалу.

Вибір марки матеріалу для виготовлення гребного гвинта повинен здійснюватись з урахуванням рядка експлуатаційно-економічних і виробничо-технічних міркувань. Гребний гвинт повинен бути оброблений відповідно з вимогами державних стандартів і після виготовлення - ретельно перевірений.

Для виготовлення гребних гвинтів рекомендується застосувати наступні матеріали:

Таблиця 1.1 - Матеріали для виготовлення гребних гвинті

Найменування матеріалу	Марка матеріалу	Примітка
Латунь	ЛМцЖ55-3-1	Якість відливання за ТУ замови
Сталь нержавіюча	За ТУ замовника	Тимчасовий опір на розтяг не нижче 62 кг/мм ² . Відносне подовження не нижче 15% Ударна в'язкість не нижче 3 кг/см
Сталь вуглецева	25Л, 30Л, 35Л	II група
Чавун звичайний	СЧ 21-40 СЧ 24-44 СЧ 28-48 СЧ 35-56	
Чавун високоміцний	ВЧ 40-10	

Вибір марки матеріалу для гребного гвинта здійснюється, виходячи з наступних основних міркувань:

- 1) застосування матеріалу, який забезпечує мінімальну шорсткість та найбільш високий ККД гвинта;
- 2) економічна доцільність використання дефіцитних і дорогих матеріалів;
- 3) порівняне опанування виробництва гребних гвинтів високої якості з різноманітних матеріалів.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Досвід експлуатації гребних гвинтів з латуні і нержавіючої сталі порівняно з гвинтами з вуглецевої сталі показує, що виграш у величині ККД складає до 5%.

Економічна доцільність визначається і вартістю однієї тонни гвинтів, віднесеної до тривалості їх служби поки не наступить природний знос.

Термін служби до природного зносу поверхні лопаті складає:

для латунних гвинтів - не менше 20 років;

для гвинтів з вуглецевої сталі - не більше 3 років;

для гвинтів з чавуну - не більше 5 років.

Гребні гвинти під впливом корозії починають руйнуватися і значно знижують швидкість судна вже через 6 місяців після їх встановлення на судно, а через 1,5-3 роки повністю приходять у негідність. Зростання шорсткості лопатей з вуглецевої сталі в процесі корозії викликає зменшення швидкості судна та зростання витрат палива через зменшення ККД гвинта.

При виборі марки матеріалу для гребних гвинтів необхідно також враховувати можливості виробництва: вибір найкращих матеріалів, які дозволяють відливку гребних гвинтів з малими припусками на обробку без викривлень профілю лопатей та їх геометрії [3].

Гребний гвинт що ремонтується судна на підводних крилах типу «Метеор» потужністю 1700 л.с. класу «О» проекту №342Е виготовляється із сталі марки 25Л.

Це вуглецева сталь, ливарна (хімічний склад і механічні характеристики сталі приведені у таблицях 1.3 і 1.4).

Розглянемо як впливають на сталь 25Л вуглець та постійні домішки.

Вуглець - підвищує міцність, чутливість до перегріву, загартованості, знижує пластичність і в'язкість. Тому в низколегуючих сталях вміст вуглецю не повинен перевищувати 0,25%, а в тих випадках, коли до зварюваності сталі виставляються більш високі вимоги, верхня межа по вуглецю обмежується до 0,14%, а при наявності в сталі підвищеної кількості марганцю, хрому й інших елементів вміст вуглецю повинен бути ще меншим.

Марганець - у сталях підвищує міцність і мало впливає на пластичність, а при

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

вмісті до 1,2% підвищує й ударну в'язкість.

Кремній - підвищує межу міцності, при малому вмісті вуглецю пластичність сталі знижується незначно. У сталі, що містить кремнію більше ніж 0,6% збільшується хладноломкість. З подальшим збільшенням вмісту кремнію зварюваність сталі погіршується.

Хром - підсилює загартованість сталі, особливо при збільшенні вмісту вуглецю. У невеликих кількостях він сприяє підвищенню ударної в'язкості при кімнатних температурах. При малому вмісті вуглецю і у присутності марганцю й кремнію хром у кількості до 1% не погіршує зварюваність сталі.

Нікель - підвищує міцність і корозійну стійкість сталі, незначно знижуючи її пластичність. Введення в сталь нікелю до 1,5% зменшує схильність до росту зерна й хладноломкості сталі, та не робить помітного впливу на її загартованість і зварюваність.

Сірка - в сталях викликає красноломкість.

Фосфор - знижує пластичність сталі. Вона стає тендітною при звичайних температурах. Це явище називається хладноломкістю [4].

Хімічний склад і технічні властивості сталі марки 25Л зазначені в таблицях 1.2 та 1.3.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі 25Л, %

C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P
			не більше				
0,22-0,30	0,35-0,90	0,20-0,52	0,30	0,30	0,30	0,045	0,04

Таблиця 1.3 - Механічні властивості сталі 25Л

Марка матеріалу	σ_B	σ_T	a_k , Дж/см ²	δ , %
	МПа		не менше	
Сталь 25Л	240	450	19	30

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Чим більше схильність сталі до повного загартування й чим менше пластичною виходить структура металу, тим ймовірніше утворення тріщин в околосшовній зоні і тим вище повинна бути температура попереднього підігріву перед зварюванням.

Основним елементом, що збільшує загартованість і прогартовуваність сталі є вуглець. Вплив інших легуючих елементів може бути оцінено перерахуванням їхнього вмісту в сталі в еквівалентно діючу кількість вуглецю.

Зварювання - це технологічний процес, при якому отримуються нероз'ємні з'єднання, яким притаманні міжатомні та міжмолекулярні зв'язки.

Оцінку зварюваності сталі проводимо за еквівалентом вуглецю:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{10}, \% \quad (1.1)$$

де C , Mn , Si і т.д за даними таблиці 1.1 (зміст елементів даний у відсотках).

$$C_{екв} = 0,22 + \frac{0,35}{20} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{10} = 0,29\%$$

З поправкою на товщину для зварювання тріщини еквівалент вуглецю визначається за формулою:

$$C'_{екв} = C_{екв} \cdot (1 + 0,005 \cdot S), \% \quad (1.2)$$

$$C'_{екв} = 0,29 \cdot (1 + 0,005 \cdot 15) = 0,31\%$$

Так, як $C'_{екв} < 0.45 \%$ матеріал не вимагає попереднього чи супутнього підігріву.

З поправкою на товщину для зварювання відливки еквівалент вуглецю визначається за формулою:

$$C'_{екв} = C_{екв} \cdot (1 + 0,005 \cdot S), \%$$

$$C'_{екв} = 0,29 \cdot (1 + 0,005 \cdot 18) = 0,32\%$$

Так, як $C'_{екв} < 0.45 \%$ матеріал не вимагає попереднього чи супутнього підігріву [4].

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

1.3 Типовий технологічний процес ремонту гребних гвинтів

Для ремонту гвинт у більшості випадків знімають з судна. Звичайно це роблять на сліпах. Якщо виникає необхідність відремонтувати гвинт, не виводячи судно з експлуатації, використовують кесон. При ремонті гвинта спочатку знімають обтічник, потім гайку й стопор і, нарешті, спеціальними пристосуваннями гвинт.

На деяких гвинтах для їх зняття в маточині роблять два отвори з нарізкою. Для стягування таких гвинтів до отворів ввертаються два довгих сталевих болти з насадженої на них сталеву планкою. Накрученням гайок на ці болти знімають гвинт із маточини.

Зношені крайки лопатей ремонтують наплавленням металу з попередньо очищеної поверхні до чистого металу й наступною обробкою лопаті по шаблонах переносними електричними приладами з наждаковим колом. Зламані лопаті відновлюють ручним приварюванням до них відливок, виготовлених за шаблоном.

Відливки до сталевих лопатей приварюють двостороннім швом.

Вигин лопатей гвинта усувають шляхом виправлення на плиті (подушці) з попереднім підігрівом сталевих лопатей до $900 - 1000^{\circ}$. Сталеві лопаті після виправлення піддають відпалу при температурі $850 - 950^{\circ}$.

При ослабленні гвинта в місці посадки насамперед варто перевірити кріплення гайки по звуку: глухий звук підтверджує наявність слабину в різьбі. У цьому випадку гайка повинна бути замінена. Якщо ослаблення - результат неправильного допуску на посадку, тоді додатково обробляють конус вала або маточини гвинта.

Посадку гребного гвинта на вал і пригін шпонки перевіряють по фарбі, забезпечуючи рівномірне прилягання їх по всій поверхні.

Після ремонту, шляхом наплавлення або приварки відливок, гребні гвинти піддають балансуванню.

Для суден, гвинти яких мають 300...400 обертів за хвилину, роблять - статичне, а для суден із числом обертів гвинта більше 400 обертів за хвилину - динамічне балансування.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Для статичного балансування гвинта застосовують спеціальне пристосування. Гребний гвинт встановлюють на короткому валу, розташованому на двох горизонтальних ніжках, або на двох опорних кулькових підшипниках. Центр ваги статично відбалансованого гребного гвинта повинен перебувати на вісі гвинта. Тому при обертах гвинта в будь-яку сторону та на будь-який кут гвинт повинен залишатися в рівновазі.

Статичну неврівноваженість гребного гвинта усувають зняттям зайвого металу з важких лопатей.

Для динамічного балансування гребних гвинтів застосовують пристосування, у яких вал із гребним гвинтом закріплюють на пружних підшипниках, оснащених відповідними приладами. Валу із гвинтом надають руху спеціальним електродвигуном із числом обертів, близьким до того, на якому повинен працювати гвинт. Спеціальні прилади фіксують кількість коливань валу. Для зменшення кількості коливань лопатей гвинта частину металу видаляють.

До перевірки гребного гвинта входить також вимір його кроку - відстані, на яку просувається гвинт за один оберт.

Крок гвинта перевіряють спеціальним приладом – крокоміром.

Перед встановленням гребного гвинта на вал перевіряють на фарбу щільність прилягання конусу гребного валу до конусу гвинта, і якщо буде потреба, роблять пригін гвинта при знятій шпонці. Потім ставлять на місце шпонку та повторно перевіряють прилягання конусу вала до конусу гвинта.

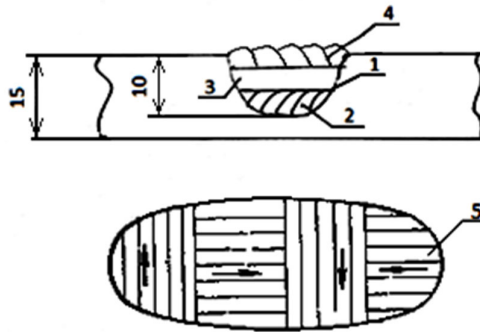
Після цього внутрішні порожнини гвинта, кінцевої гайки й обтічника набивають гарматним салом для запобігання проникання води, потім змазують конус гребного валу веретенною олією, ставлять гумові прокладки між шортирою і носовим торцем маточини гвинта, надягають на конус вала гвинт і закріплюють кінцевою гайкою, затягуючи її до щільного прилягання з торцем маточини гвинта [2].

За базовим технологічним процесом ремонт гребного гвинта за допомогою зварювання виконується у наступній послідовності:

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

При зварюванні тріщини:

- встановлюють гвинт на стенд;
- зачищають ділянки лопаті від забруднень;
- кінці тріщини засвердлюють;
- обробляють крайки тріщини до чистого металу;
- зварювання тріщини проводимо у нижньому положенні багат шаровим способом у взаємоперпендикулярних напрямках ручним дуговим зварюванням:

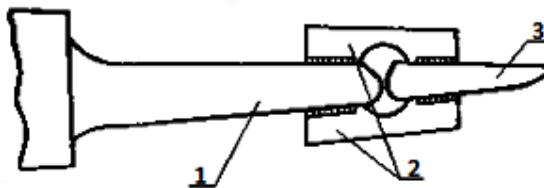


- 1 - оброблення крайок під зварювання; 2 - перший шар; 3 - другий шар;
4 - третій шар; 5 - напрямок зварювання

Рисунок 1.3 - Схема зварювання тріщини

При зварюванні відливки:

- зачищають ділянки злому від забруднень;
- проводимо підготовку крайок під зварювання;
- встановлюють гребінки:



- 1 - лопать; 2 - гребінки; 3 - відливка

Рисунок 1.4 - Схема встановлення гребінок

- проводимо багат шарове ручне дугове зварювання зворотньоступеневим

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.

Арк.

18

способом від середини до країв;

- проводимо зварювання першої сторони шву:

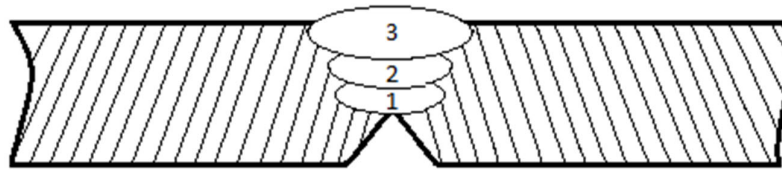


Рисунок 1.5 - Схема зварювання першої сторони

- проводимо кантування гвинта на 180°:



Рисунок 1.6 - Схема кантування гвинта

- зачищаємо корінь шва:



Рисунок 1.7 - Схема зачищення кореня шва

- проводимо ручне дугове зварювання другої сторони:

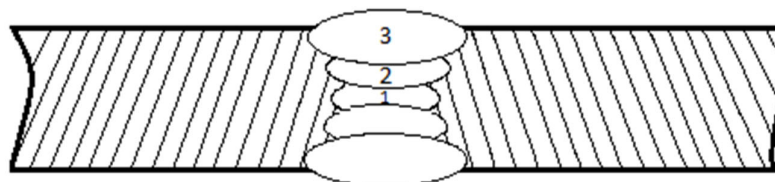


Рисунок 1.8 - Схема зварювання другої сторони

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.

Арк.

19

- зачищаємо шви від шлаку та бризг;
- проводимо контроль якості зварювання;
- балансування та контроль кроку гребного гвинта [1].

1.4 Висновки

Ознайомившись з конструкцією та призначенням виробу, був розглянутий типовий технологічний процес. В розробці технологічного процесу ремонту гребних гвинтів необхідно врахувати недоліки типового техпроцесу, запропонувати більш сучасний та менш трудомісткий процес зварювання, обрати необхідні зварювальні матеріали враховуючи марку основного металу. Запропонувати методи контролю якості зварювання, оснащення та пристосування для ремонту гребних гвинтів.

Розглядаючи технологічну послідовність базового техпроцесу ремонту гребного гвинта за допомогою зварювання, визначаємо наступне:

1) Базовий техпроцес ремонту гребного гвинта виконаний із дотриманням рекомендацій ОП 90.1866-76, однак, як для ремонту тріщини, так і для приварювання відливки застосоване ручне дугове зварювання

2) Базовим техпроцесом не передбачене використання спеціального оснащення і пристосувань, відсутня спеціалізована дільниця, яка могла б забезпечити ремонт гребних гвинтів різних суден.

1.5 Мета і задачі дипломного проекту

Аналізуючи недоліки базового техпроцесу необхідно зробити наступне:

1) Застосування ручного дугового зварювання є головним недоліком базового техпроцесу і в умовах серійного ремонту гребних гвинтів вимагає заміни на механізоване зварювання в середовищі $Ar + CO_2$.

Це забезпечить кращу якість зварювання, зменшить розбризкування, підвищить

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

виробництво праці майже (1,5 - 2) рази.

2) Розглянути заходи по зменшенню зварювальних напружень та деформацій.

3) Передбачити заходи по контролю якості зварювання та попередженню деформацій.

4) Розглянути заходи з охорони праці та техніки безпеки.

5) Запропонувати сучасне оснащення за технологією ремонту гребних гвинтів.

Рішення всіх цих задач необхідно провести у відповідності із основними положеннями схваленими Регістром «Винты гребные металлические» ОП 90.1866-76, що забезпечить експлуатаційну стійкість та надійність відремонтованих гребних гвинтів.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 01. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунки технології зварювання			Літ.		Арк.	Аркушів	
Розроб.	Галіза О.Д.										22	14
Керівник	Лой С.А.											
Консультант	Лой С.А.											
Н. Контр.												
Зав. каф.	Матвієнко М.В.							ХННІ НУК				

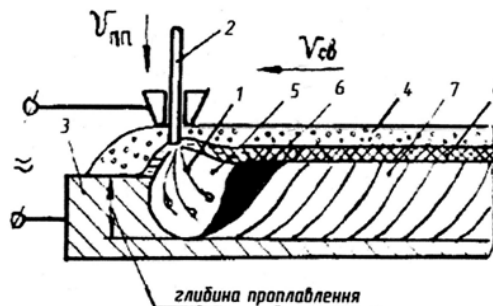
2.1 Обґрунтування вибору способу зварювання

Для зварювання тріщини та відливки гребного гвинта можна використати автоматичне зварювання та механізоване зварювання в середовищі захисних газів.

При автоматичному зварюванні під шаром флюсу і в CO_2 механізується збудження дуги, підтримання її певної довжини та переміщення її по лінії накладення шву. Автоматичне зварювання електродом, що плавиться, ведеться зварювальним дротом діаметром 1-6 мм, при цьому режимі зварювання більш стабільне, що забезпечує однорідність металу шву.

Можливість різкого збільшення сили зварювального струму складає найбільш важливу перевагу зварювання під шаром флюсу. Включення дуги в газовий узор зі стінками з рідкого флюсу практично зводиться до нуля втрати металу на угар та розбризкування, сумарна величина яких не перевищує 2% маси розплавленого електродного металу.

Флюс насипається товщиною 50...60 мм. При середній насипній щільності флюсу на рідкий метал становить $1,5 \text{ г/см}^2$. Цього незначного тиску достатньо, щоб усунути небажаний механічний вплив дуги на ванну рідкого металу, розбризкування рідкого металу та порушення формування шву навіть при дуже великих струмах. Занурення дуги у флюс дає можливість збільшити струм, що застосовуємо, в середньому до 1000...2000 А. Продуктивність зварювання при цьому зростає швидше.



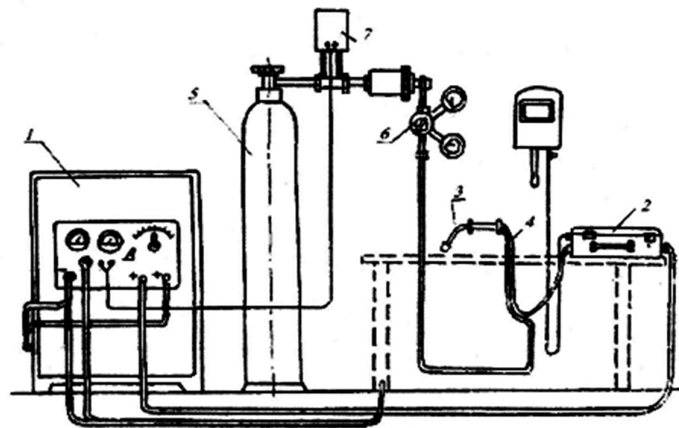
1 - електрична дуга, 2 - електродний дріт, 3 - виріб, що зварюється, 4 - флюс, 5 - оболонка, 6 - ванна рідкого шлаку, 7 - розплавлений метал, 8 - зварний шов

Рисунок 2.1 - Повздовжній розріз зони зварювання під шаром флюсу

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Відомі наступні різновиди механізованого зварювання в захисних газах: в інертних газах (аргон, гелій), в нейтральних двоатомних газах (азот, водень), в вуглекислому газі. На практиці найбільш широке застосування отримали аргонодугове зварювання та зварювання в середовищі вуглекислого газу. Інертний газ - гелій застосовується дуже рідко зважаючи на його велику вартість. Для зварювання відповідальних конструкцій широко застосовують зварювання в суміші газів аргону та вуглекислого газу в співвідношенні аргону та 20% CO₂. Якість цього зварювання сталей дуже висока.

При механізованому зварюванні в середовищі захисних газів переміщення пальника здійснюється вручну, але подання зварювального дроту в зону зварювання механізоване.



- 1 - джерело живлення зварювальної дуги, 2 - механізм подання,
3 - газоелектричний пальник, 4 - шланг, 5 - балон з сумішшю, 6 - редуктор,
7 - підігрівач газу

Рисунок 2.2 - Схема поста для механізованого зварювання у середовищі суміші газів

При цьому забезпечується висока продуктивність процесу за рахунок більш глибокого проплавлення металу, збільшується якість зварного з'єднання за рахунок захисту зони розплавленого металу вуглекислим газом. Вуглекислий газ захищає метал у зоні зварювання, але в той же час окислює захисний метал.

Окислення рідкого металу викликає великі втрати легуючих елементів з крапель електродного металу, призводить до збільшення вмісту кисню в металі зварювальної ванни.

В результаті збільшується вірогідність виникнення пор. Не менш важливим є розбризкування металу [4].

З урахуванням вказаного недоліку більш ефективним є захист зони дуги двокомпонентною сумішшю газів $\text{Ar} + 20\% \text{CO}_2$, що підвищує стабільність горіння дуги, покращує формування шву, зменшує розбризкування металу і кількість шкідливих аерозолів. Аналіз існуючого технологічного процесу дозволяє використовувати механізоване зварювання в середовищі сумішей газів локально: для приварювання гребінок, при зварюванні тріщини та відливки.

Зварювання в середовищі захисних газів має такі переваги: висока продуктивність (в 2...3 рази вища від РДЗ), можливість зварювання в будь-якому просторовому положенні, добрий захист зони зварювання від кисню та азоту атмосфери, відсутність необхідності очищення шва від шлаків та зачищення при багатошаровому зварюванні, мала зона термічного впливу, відносно малі деформації виробу, можливість спостереження за процесом формування шва.

Недоліками цього способу зварювання є необхідність застосування заходів перешкоджаючих здування струї захисного газу в процесі зварювання, застосування газової апаратури, а в деяких випадках застосування відносно дорогих захисних газів.

Захисна газова суміш $\text{Ar} + \text{CO}_2$ використовують при зварюванні мало вуглецевих низьколегованих сталей в усіх просторових положеннях плавким електродом на постійній напрузі прямій і оборотній полярності. Процес зварювання в газовій суміші $\text{Ar} + \text{CO}_2$ характеризується стабільним горінням дуги дрібнокрапельним переносом електродного металу в зварювальну ванну, пониженим виділенням токсичних відходів. Шви виготовлені в суміші $\text{Ar} + \text{CO}_2$ відрізняються низьким складом газів і неметалевих включень, володіють більш високою стійкістю проти утворення внутрішньокристалізаційних тріщин по зрівнянню зі зварюванням в CO_2 . При цьому знижуються витрати зварювального дроту, так як зварювальні шви

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

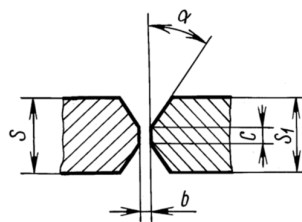
мають менше посилення. Швидкість зварювання збільшується в наслідок зменшення витрат метала на розбризкування.

Висока ефективність зварювання в газовій суміші $Ar + CO_2$ значно зменшує трудові затрати і затрати на зварювальний дріт. Зниження цих затрат не перекиває збільшення вартості газової суміші $Ar + CO_2$ по зрівнянню з вуглекислим газом (CO_2).

Виходячи з цього автоматичне зварювання не доцільно використовувати при ремонті гребних гвинтів через вигнуту форму лопаті та коротку довжину зварних швів. Обираємо механізоване зварювання в суміші захисних газів 80% $Ar + 20\% CO_2$. Тому, що ця суміш характеризується стабільним горінням дуги мілкокапельним переносом електродного металу в зварювальну ванну, пониженим виділенням токсичних відходів. Шви виготовлені в суміші $Ar + CO_2$ відрізняються низьким складом газів і неметалевих включень, володіють більш високою стійкістю проти утворення внутрішньокристалізаційних тріщин по зрівнянню зі зварюванням в CO_2 [4].

2.2 Розрахунок режимів зварювання

Ремонт зламаної лопаті виконуємо із застосуванням механізованого зварювання дротом Св-08Г2С в середовищі суміші газів $Ar + 20\% CO_2$.



S – товщина металу; c – притуплення крайок; b – зазор; α - кут скосу крайок

$$S = 18 \text{ мм}; c = 1 \pm 1 \text{ мм}; b = 1 \pm 1 \text{ мм}; \alpha = 20 \pm 2^\circ$$

Рисунок 2.3 - Схема підготовки крайок під зварювання ГОСТ 14771-76 С25 ИП

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Зварювання проводимо двостороннє, кількість заповнюючи шарів, їх розташування залежить від товщини металу і геометричних показників підготовки крайок та визначається розрахунком глибини провару.

Розрахунок режимів зварювання проводимо у наступній послідовності:

1. Обираємо діаметр дроту $d_e = 1,2$ мм
2. Густина струму $j = 190$ А/мм²
3. Зварювальний струм визначаємо за формулою:

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

$$I_{зв} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 190 = 215 A$$

4. Напруга на дузі:

$$U_d = 20 + \frac{0,05 \cdot I_{зв}}{d_e} \pm 1, B \quad (2.2)$$

$$U_d = 20 + \frac{0,05 \cdot 215}{1,2} \pm 1 = 30 B$$

5. Швидкість зварювання:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, м / год \quad (2.3)$$

де А – коефіцієнт, що залежить від діаметру електроду і становить $4 \cdot 10^3$ м/год

$$V_{зв} = \frac{4 \cdot 10^3}{215} = 18,6 м / год = 0,52 см / сек$$

6. Теплова погонна енергія дуги:

$$q_n = \frac{I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{зв}}, Дж / см \quad (2.4)$$

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

де η – коефіцієнт корисної дії дуги, $\eta = 0,7$, тоді

$$q_n = \frac{215 \cdot 30 \cdot 0,7}{0,52} = 8683, \text{ Дж / см}$$

7. Глибина провару буде:

$$H = 0,0165 \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}}, \text{ см} \quad (2.5)$$

де ψ_{np} - коефіцієнт форми провару

$$\psi_{np} = k'(19 - 0,01 \cdot I_{3\phi}) \frac{d_e \cdot U_d}{I_{3\phi}} \quad (2.6)$$

де k' – коефіцієнт, який залежить від роду струму та полярності

$$k' = 0,92$$

$$\psi_{np} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 215) \frac{1,2 \cdot 30}{215} = 2,6$$

$$H = 0,0165 \sqrt{\frac{0,24 \cdot 8683}{2,6}} = 0,47, \text{ см} = 4,7 \text{ мм}$$

це означає, що зварювання з обох боків проводиться двома шарами, а саме:

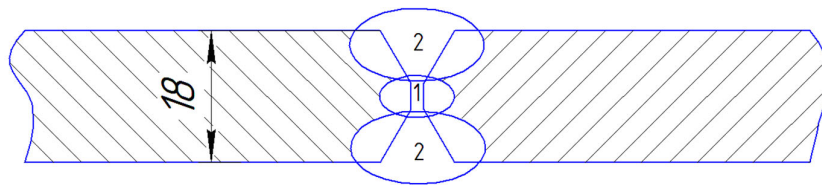


Рисунок 2.4 – Схема зварювання першої та другої сторони шву

8. Визначаємо ширину шву:

$$L = H \cdot \psi_{np}, \text{ мм} \quad (2.7)$$

$$L = 4,7 \cdot 2,6 = 12,2 \text{ мм}$$

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

9. Площа наплавленого металу за один прохід:

$$F_n = \frac{\alpha_n \cdot I_{38}}{3600 \cdot V_{38} \cdot \gamma}, \text{мм}^2 \quad (2.8)$$

де γ - щільність металу $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$

α_n – коефіцієнт наплавлення:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi_n), \text{г / А} \cdot \text{год} \quad (2.9)$$

α_p – коефіцієнт розплавлювання:

$$\alpha_p = 7,3 + 0,053 \cdot \frac{I_{38}}{d_e}, \text{г / А} \cdot \text{год} \quad (2.10)$$

$$\alpha_p = 7,3 + 0,053 \cdot \frac{215}{1,2} = 17,2 \text{ г / А} \cdot \text{год}$$

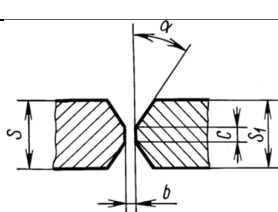
ψ_n – витрати електродного металу; $\psi_n = 0,09$, тоді

$$\alpha_n = 17 \cdot (1 - 0,09) = 15,5 \text{ г / А} \cdot \text{год}$$

$$F_n = \frac{15,5 \cdot 215}{3600 \cdot 0,52 \cdot 7,8} = 0,23 \text{ см}^2 = 23 \text{ мм}^2$$

Розрахункові параметри режимів зварювання порівнюємо з режимами механізованого зварювання за ОСТ5.9083-83 [7].

Таблиця 2.1 – Режими механізованого зварювання за ОСТ5.9083-83

Товщина металу, мм	№ проходів	Форма підготовки крайок	Просторове положення нижнє		
			Сила струму, А	Діаметр дроту, мм	Напруга, В
18	Перший		140 - 160	1,2	21 - 24
	Другий та наступні		160 - 250	1,2	25 - 30

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Зварювання тріщини виконуємо на тих же режимах, що й приварювання відливки.

2.3 Вибір зварювального обладнання та джерела живлення

За результатами аналізу режимів зварювання в середовищі Ar+20% CO₂ обираємо комплект зварювальних постів, які б забезпечили заданий номінальний струм та тривалість виконання зварювальних операцій.

Напруга холостого ходу та робота повинні забезпечувати стабільне збудження та горіння зварювальної дуги, а джерело живлення повинно мати надлишковий запас потужності.

Відповідно до технологічної інструкції, узгодженої Морським Регістром судноплавства, для виконання механізованого зварювання в середовищі Ar+20% CO₂ порошковим дротом рекомендовані наступні комплекти зварювального обладнання: напівавтомат А 547у, «Граніт», ПСС 201.

Зварювальні напівавтомати з відсікаючим клапаном повинні бути оснащені двома парами подаючі роликів, мати постачальник живлення з жорсткою характеристикою (BC-300Б, DPS-400, ВДУ-506), коливання живлення повинні бути не більше $\pm 10\%$, система подачі захисного газу повинна забезпечити його роздування під час зварювання в межах 12-30 л/хв., контроль роздування повинен виконуватися ротометром ОТР-393.

Розглянемо технічні характеристики напівавтоматів.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики напівавтоматів

Марка напівавтомат а	Джерело живлення	Технічні характеристики		
		Сила струму, А	Швидкість подання дроту, м/год	Діаметр дроту, мм
А 547уМ	BC 300Б	315	120 - 600	0.8 - 1.4
ПДГ 312-4	ВДГ 303-3	315	40 - 960	0.8 - 1.2
КП 016-1	КИУ 301	315	120 - 1200	0.8 - 1.6
КП 018	КИУ 301	315	120 - 1200	0.8 - 2.0

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

На підставі даних таблиці 2.3 обираємо напівавтомат марки КП 018 каховського ВАТ «КЗЕЗО» із постачальником живлення КИУ 301.

Це напівавтомат з широким діапазоном регулювання зварювальних параметрів призначений для зварювання як суцільним так і порошковим дротом низьколегованих та легованих сталей в усіх просторових положеннях. Напівавтомат комплектується постачальником живлення КИУ 301, КИГ 303, КИУ 501 та інші. Механізм подання дроту з системою управління та відсікачем газу змонтований у компактному корпусі. Касета з електродним дротом винесена за межі корпусу і розміщена на підставці. У механізмі подання дроту встановлено електропривід потужністю 90 Вт з редуктором та з зубчастим зчепленням, що забезпечує надійне і рівномірне подання дроту [5].

Таблиця 2.4 - Технічні характеристики джерела живлення КИУ 301

Параметри	Значення
Номінальна напруга, В	380
Частота струму у мережі, Гц	50
Номінальний зварювальний струм, А при ПВ - 100%	245
при ПВ - 60%	315
Межі регулювання зварювального струму, А	П 50 - 315; Ж 60 - 315
Межі регулювання робочої напруги, В	П 22 - 32; Ж 18 - 38
Напруга холостого ходу, В	72
Діаметр електродного дроту, мм	2 - 6
Маса, кг	205
Габаритні розміри, мм: на колесах	730x530x955
на ніжках	720x530x935

2.4 Дослідження зварного з'єднання виконаного в суміші газів Ar + CO₂

Від складу захисного газу при зварюванні плавким електродом залежить характер переносу електродного металу та інтенсивність його розбризкування, формування шву та його стійкість проти виникнення пор, форма проплавлення,

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

оптимальна величина швидкості зварювання, а також рівень механічних властивостей металу зварних швів.

Зварювання в CO_2 характеризується високим рівнем розбризкування та забризкування електродного металу на поверхню зварного з'єднання.

Окислені захисні суміші на основі аргону забезпечують більш стійке горіння дуги, добре формування зварних швів, гладку мілкочишущасту поверхність шву.

При зварюванні в аргону та його сумішах з вуглекислим газом кожному діаметру зварювального дроту відповідає критичний струм, при якому крапельне перенесення електродного металу переходить в дрібнокрапельне (струйне). Струйний переніс зберігається при зварюванні лише на критичному струмі.

Для визначення коефіцієнтів розплавлення α_p , наплавлення α_n , втрат на угар та розбризкування α_p та забризкування $\alpha_{\text{наб}}$ проводили наплавлення на зачищену шліфовану каменем пластину із сталі 25Л товщиною 8 мм дротом Св-08Г2С діаметром 1,2 мм при переносі електродного металу з короткими замкненнями дугового проміжку $I_{\text{зв}} = 140 \dots 150 \text{ А}$ та з вільним польотом крапель $I_{\text{зв}} = 200 \dots 210 \text{ А}$. Коефіцієнти α_p , α_n , α_p , визначались традиційним способом по різності мас дроту і пластин до та після зварювання, коефіцієнт набризкування $\alpha_{\text{наб}}$ шляхом зважування приставших бризок і відношення їх маси до маси розплавленого дроту. Результати вимірювань приведені в таблиці 2.5.

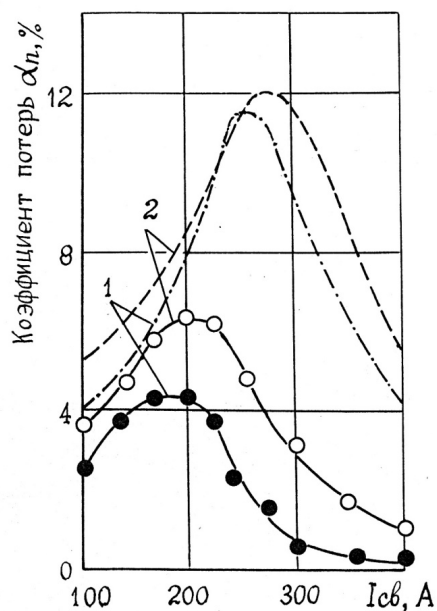
Таблиця 2.5- Вплив складу захисного газу та режимів зварювання на технологічні коефіцієнти

Захисні гази	Режими зварювання		Технологічні коефіцієнти			
	$I_{\text{зв}}, \text{ А}$	$U_{\text{д}}, \text{ В}$	α_p , г/А год.	α_n , г/А год.	α_p , %	$\alpha_{\text{наб}}$, %
CO_2	140-150	19-21	13,5	12,4	8,2	2,45
	200-210	22-23	15,1	13,5	10,6	3,6
$\text{Ar} + 20\% \text{CO}_2$	140-150	18-20	12,9	12,0	6,9	1,85
	200-210	21-22	14,5	13,8	4,6	1,45
$\text{Ar} + 25\% \text{CO}_2$	140-150	18-20	13,4	12,6	6,0	1,96
	200-210	21-22	14,7	14,0	5,0	1,55

Рівень втрат електродного металу на розбризкування при зварюванні в захисній суміші $\text{Ar} + 20\% \text{CO}_2$ практично рівноцінний рівню розбризкування при зварюванні в суміші $\text{Ar} + 25\% \text{CO}_2$. Значення коефіцієнта втрат на розбризкування $\alpha_{\text{п}}$ та коефіцієнта набризкування $\alpha_{\text{наб}}$ для зварювання в CO_2 , особливо для режимів з вільним переносом капель, зазначено вище, ніж для зварювання в окислювальних аргонівих сумішах.

В роботі було показано, що при зварюванні в CO_2 для кожного діаметра зварювального дроту існує свій діапазон небажаних режимів з максимальним рівнем розбризкування. Необхідно було перевірити чи існує подібна залежність для зварювання в захисній суміші $\text{Ar} + \text{CO}_2$.

Ця серія дослідів, виконувалася дротами марки Св-08Г2С діаметром 1,2 та 1,4 мм на сталі В Ст3сп, 25Л при постійних значеннях $V_{\text{зв}}$ 20 м/г і $l_{\text{с}}$ - 15 мм в якості джерела живлення використовували випрямляч ВДУ-504. Результати цих дослідів приведені на рисунку 2.5.



1- дріт діаметром 1,2 мм; 2- дріт діаметром 1,4 мм

Рисунок 2.5 - Залежність втрат електродного металу від сили струму при зварюванні в CO_2 та $\text{Ar} + 20\% \text{CO}_2$

Складаючи дані з розбризкування при зварюванні в CO_2 та $\text{Ar} + \text{CO}_2$, можна виділити наступні особливості:

- для зварювання в $\text{Ar} + \text{CO}_2$ так же, як і для зварювання в CO_2 , існують області режимів з підвищеним рівнем розбризкування;

- для обох діаметрів дроту максимум втрат на розбризкування при зварюванні в суміші змішаний в область значень зварювального струму, занижених на 40 - 60 А по зрівнянню зі зварюванням в CO_2 ;

- максимальний рівень втрат на розбризкування для кожного з діаметрів дроту при зварюванні в суміші в 1,5 - 2 рази нижче, ніж при зварюванні в CO_2 ;

- діапазон зварювальних струмів, для якого характерні підвищені втрати на розбризкування, при зварюванні в CO_2 для кожного діаметра дроту більш широкий, ніж при зварюванні в $\text{Ar} + \text{CO}_2$;

Приймаючи до уваги перераховані особливості, можна зробити висновки, що при розробці технології зварювання в суміші $\text{Ar} + \text{CO}_2$, значно легше вибрати діапазон струмів з пониженим рівнем розбризкування, ніж при зварюванні в CO_2 [4].

Для отримання об'ємних даних про вплив складу захисного газу на стійкість зварних з'єднань проти корозії в морській воді проводились пришвидшені випробування зразків за методикою, передбаченою галузевим стандартом ОН9-173-63.

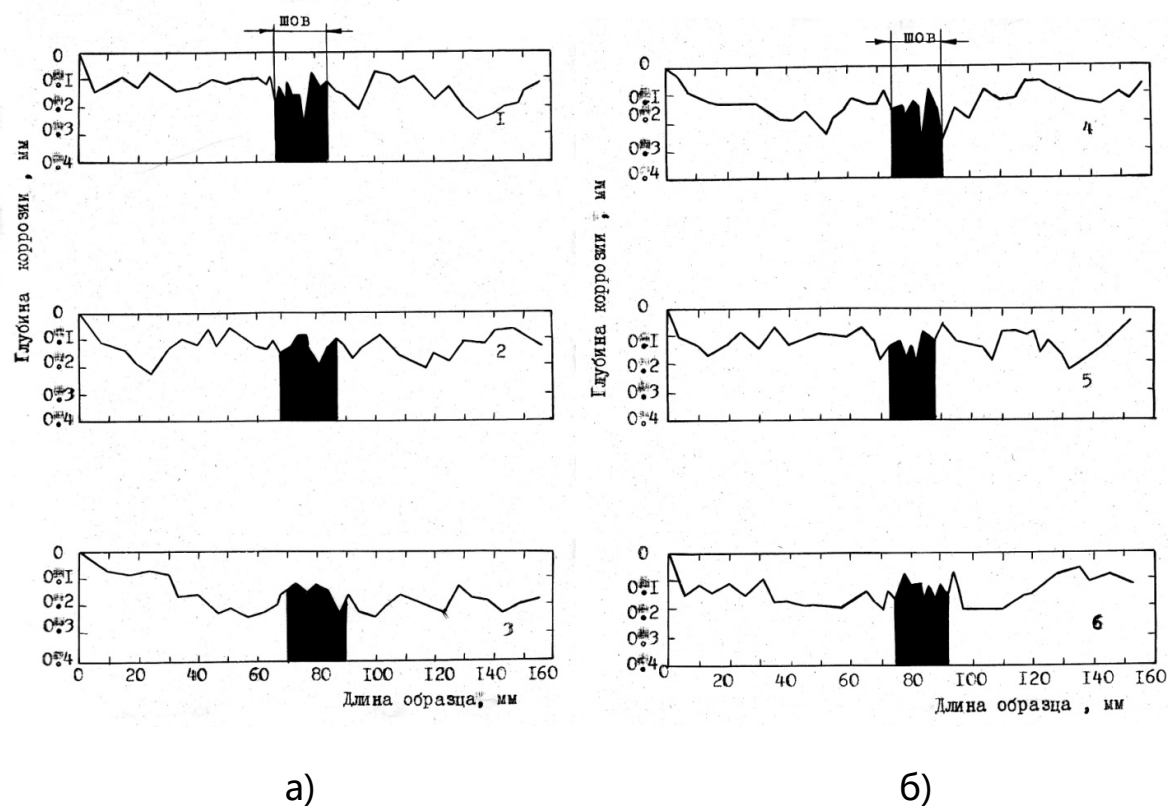
В якості основного металу використовувалися сталі В Ст3сп, 25Л товщиною 12 мм. Для зварювання використовувався зварювальний дріт марки Св-08Г2С діаметром 1,2 мм. Стикове з'єднання з Х - образною підготовкою крайок зварювались на постійному струмі зворотної полярності. Режими зварювання: $I_{зв} = 200 - 210 \text{ А}$, $U_d = 20 - 22 \text{ В}$, $V_{зв} = 20 \text{ м/г}$. Зварювальні зразки виконувалися в захисних газах: CO_2 , $\text{Ar} + 20\% \text{ CO}_2$, $\text{Ar} + 25\% \text{ CO}_2$.

Корозійні випробування проводилися в синтетичній морській воді складу (г/л): NaCl 26.52, MgCl_2 2.45, CaCl_2 1.14, KCl 0.73, MgSO_4 3.30, NaHCO_3 0.20, NaBr 0.80 - на спеціальній установці з нерухомим закріпленням зразків; швидкість руху

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

рідини на поверхні зразка 10 м/с. Тривалість випробування 1000 г, температура розчину підтримувалась автоматично 32 - 35 °С. Розчин змінювався через кожні десять діб. Для кількісної оцінки інтенсивності розвитку корозії від поверхні вглиб металу зварних з'єднань використовувався оптико - механічних профілограф (точністю вимірювання 0,01 мм).

Вивчення зразків показало, що в усіх випадках корозія основного металу суцільна та нерівномірна. Інтенсивність корозії ділянок зони термічного впливу практично однаково відповідним показником основного металу вдалі від шву (рисунки 2.6 а,б). Зміна складу захисного газу практично не змінює показників корозії основного металу та зони термічного впливу, однаково впливає на інтенсивність корозії металу шва.



1,4 - CO₂; 2,5 - Ar + 20% CO₂; 3,6 - Ar + 25% CO₂

а) сталь В Ст3сп, б) сталь 25Л

Рисунок 2.6 - Профілограми корозійних пошкоджень зварних зразків виконаних в захисних газах

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131.4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.

Арк.

35

В зварних з'єднаннях виконаних в CO_2 спостерігається посилена корозія метала шву. Швидкість корозії метала шву вище, ніж основного металу. Корозійна стійкість зварних з'єднань, виконаних в сумішах $\text{Ar} + 20\% \text{CO}_2$ та $\text{Ar} + 25\% \text{CO}_2$ рівноцінна корозійної стійкості основного металу.

Суміші аргона з вуглекислим газом на ряду з відмінними зварювально - технологічними властивостями забезпечують отримання металу швів з невеликою кількістю оксидних та оксисульфідних неметалевих включень, при чому як мікроскопічні, так і субмікроскопічні частини не утворюють скупчень та розподілені металічні матриці рівномірно [4].

2.5 Висновки

Для ремонту гребних гвинтів було обрано механізоване зварювання в середовищі $\text{Ar} + \text{CO}_2$. Тому, що ця суміш характеризується стабільним горінням дуги, мілкокапельним переносом електродного металу в зварювальну ванну, пониженим виділенням токсичних відходів. Шви виготовлені в суміші $\text{Ar} + \text{CO}_2$ відрізняються низьким складом газів і неметалевих включень, володіють більш високою стійкістю проти утворення внутрішньокристалізованих тріщин по зрівнянню зі зварюванням в CO_2 . Проведено розрахунки режимів зварювання виходячи з діаметру зварювального дроту та густини струму. Виходячи з режимів зварювання було обрано напівавтомат марки КП 018 із джерелом живлення КИУ 301.

Проведені дослідження зварного з'єднання на якість зварювання та на корозійну стійкість по відношенню до морської води показали, що в зварних з'єднаннях, виконаних в CO_2 спостерігається посилена корозія метала шву. Швидкість корозії метала шву вище, ніж основного металу. Корозійна стійкість зварних з'єднань, виконаних в сумішах $\text{Ar} + 20\% \text{CO}_2$ рівноцінна корозійної стійкості основного металу.

					ДП. 131.4121ст. 01. 05. 02. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка технологічного процесу ремонту гребних гвинтів				Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.	Галіза О.Д.											37	22
Керівник	Лой С.А.								ХННІ НУК				
Консультант	Лой С.А.												
Н. Контр.													
Зав. каф.	Матвієнко М.В.												

3.1 Обґрунтування вибору матеріалів для зварювання

Для зварювання дефектів і приварювання відливки механізованим зварюванням в суміші газів $Ar + 20\% CO_2$ обираємо зварювальний дріт марки Св-08Г2С, що містить найбільшу кількість розкислювачів марганцю і кремнію та утворює зварювальний шов близький до складу основного металу. Хімічний склад зварювальних дротів представлений в табл. 3.1

Таблиця 3.1 - Хімічний склад зварювальних дротів

Марка дроту	Вміст хімічних елементів, %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
			Не більше				
Св-08ГС	0,10	1,4-1,7	0,6-0,75	0,2	0,25	0,03	0,03
Св-08Г2С	0,11	1,8-2,1	0,7-0,95	0,2	0,25	0,03	0,03
Св-12ГС	0,14	0,8-1,1	0,6-0,9	0,2	0,25	0,03	0,03
Св-18ХГС	0,15-0,22	0,8-1,1	0,9-1,2	0,8-1,1	0,30	0,03	0,03
Св-18ХМА	0,15-0,12	0,4-0,7	0,12-0,35	0,8-1,1	0,30	0,03	0,03

Дріт повинен застосовуватися для зварювання чистий і гладкий, без окалини, іржі, масла і других забруднень. На дроті не повинно бути тріщин, розслоєнь, раковин, забоїн, глибоких рисок і інших дефектів. Кожна партія дротів повинна мати сертифікат якості, посвідчуючи відповідність даного дроту вимогам.

Вуглекислий газ (CO_2) має наступні характеристики:

Молекулярна маса ...44

Щільність ($кг/м^3$)...1,977

Температура кипіння, $^{\circ}C$...78,9

Теплопровідність, $кал/(см \cdot c^{\circ}C)$...0,328

Найменший потенціал іонізації, В...14,3

Щільність CO_2 майже в 1,5 рази більше щільності повітря, що дає можливість газу відтиснути повітря від реакційної зони зварювання при невеликих витратах газу.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Вуглекислий газ, вилучений із газів, отриманих при дії сірчаної кислоти на крейду, при випалі вапняку, спалюванні коксу та ін. Вуглекислий газ може перебувати у твердому, рідкому й газоподібному стані. Для використання найбільш зручний рідкий CO₂. При випарі 1л рідкого CO₂ при 0 °С і тиску 760 мм.рт.ст. виходить 506,8 л. газу. У стандартний балон заливається 25 л рідкого CO₂, що при випарі дає 12,5 м³ газу. В вуглекислотах марок "харчова" й "механічна" утримується 99,8 і 98,5% CO₂ відповідно, а вологість її не обмежується.

Вуглекислий газ, у якому горить зварювальна дуга, захищає зварювальну ванну від впливу повітря на розплавлений метал. Однак при цьому під дією температури зварювальної дуги (5000...6000⁰ С) відбувається дисоціація газу (CO₂ ⇌ CO + O) і утворюється атомарний кисень, який взаємодіє з металом, приводить до вигорання заліза та корисних домішок. Шкідливий вплив кисню при зварюванні у вуглекислому газі усувається підвищенням змісту у зварювальному дроті марганцю і кремнію, які розкислюють залізо та з'єднуючись з киснем, виділяються у вигляді шлаків.

Таблиця 3.2 - Фізичні властивості аргону

Газ	Атомна маса	Молекулярна маса	Щільність, кг/м ³ при 0 ⁰ С та 760 мм рт ст.	Температура кипіння, °С
Аргон	39,944	-	1,7833	- 185,5

Аргон – безбарвний, не ядовитий газ майже в півтора рази важче повітря. З більшістю елементами аргон не створює хімічні сполуки крім деяких гідридів. В металі в основному нерозчинний як в рідкому так і в твердому стані.

В промисловості аргон добувають з повітря в роз'ємних колонках шляхом вибіркового випаровування з послідовним глибоким охолодженням та фракційною перегонкою. Отриманий таким шляхом аргон має деяку кількість кисню.

Подальше очищення від кисню виконується безполум'яним спалюванням водню в аргоні та іншими способами. В чистому аргоні все ж таки залишається невелика кількість кисню, азоту та вологи. Оскільки для зварювання різних сплавів

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

кольорових металів вимагається аргон різної чистоти, то промисловість випускає його в трьох марках (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 - Склад газоподібного аргону, %

Марка	Ar (не менше)	O ₂ (не більше)	N ₂ (не більше)	Волога
А	99,99	0,003	0,01	0,03
Б	99,96	0,005	0,04	0,03
В	99,90	0,005	0,10	0,03

Аргон марки А рекомендується використовувати при зварюванні активних та рідких металів та їх сплавів. Марки Б – для зварювання сплавів на основі магнію, алюмінію. Марки В – для зварювання нержавіючих, жаростійких та окислених сталей.

Транспортується та зберігається аргон в сталевих балонах в газоподібному вигляді при тиску 150 кгс/см² або в рідкому переохолодженому стані ($T \leq -186^{\circ}\text{C}$, $p = 1 - 10 \text{ кгс/см}^2$).

Для зварювання вуглецевих легированих сталей необхідний аргон, що містить 0,005 – 0,01 % O₂. Такий аргон випускається по складу близький до аргону марки В [9].

3.2 Опис і обґрунтування вибору устаткування, пристосувань для ремонту

У зв'язку з аварійним ушкодженням гребного гвинта і необхідністю його ремонту вибираємо суднопідіймальний пристрій і устаткування.

До суднопідіймальних пристроїв відносяться еллінги, сліпи і доки. Вони служать для огляду, ремонту і фарбування підводних частин суден.

Еллінг - берегова споруда для підйому суден, що складається з похилої площини, яка частково входить у воду, з розташованим на ній перпендикулярно до рівня води рейковими шляхами, по яких судна переміщуються на візках без зміни напрямку пересування в плані.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Доки - капітальні суднопідіймальні споруди, в яких судна при підйомі і спуску переміщаються тільки у вертикальному напрямі. Доки забезпечені механізмами для затоплення і підйому, пристроєм для введення судна, механізмами для встановлення його на кильові і скуласті блоки.

Сліп - капітальна суднопідіймальна споруда для підйому суден на візках по похилих рейкових шляхах з переміщенням суден в плані в декількох напрямках. На сліп одночасно може бути піднято декілька суден.

По конструкції сліпи розділяють на повздовжні і поперечні.

Повздовжній сліп - споруда, яка має тільки похилу площину без горизонтальної частини. Діаметральна площина судна розташована повздовж рейкових шляхів.

Надводна частина сліпа на одній або на обох сторонах має стапельні місця. Підняте з води судно для ремонту пересувається на стапельне місце по двох взаємно-перпендикулярних напрямках.

Поперечний сліп - найпоширеніший тип суднопідіймальної споруди. Він є поперечний еліпс, розширений за рахунок горизонтального продовження похилої площини. Діаметральна площина судна розташована перпендикулярно рейкам підйомних шляхів.

Основна перевага поперечного сліпа перед іншими суднопідіймальними спорудами - можливість піднімати і опускати судно незалежно від інших піднятих на сліп суден.

На заводах річкового флоту для підйому суден застосовується сліп конструкції Д.І.Зіневича, який вказаний на рисунку 3.1.

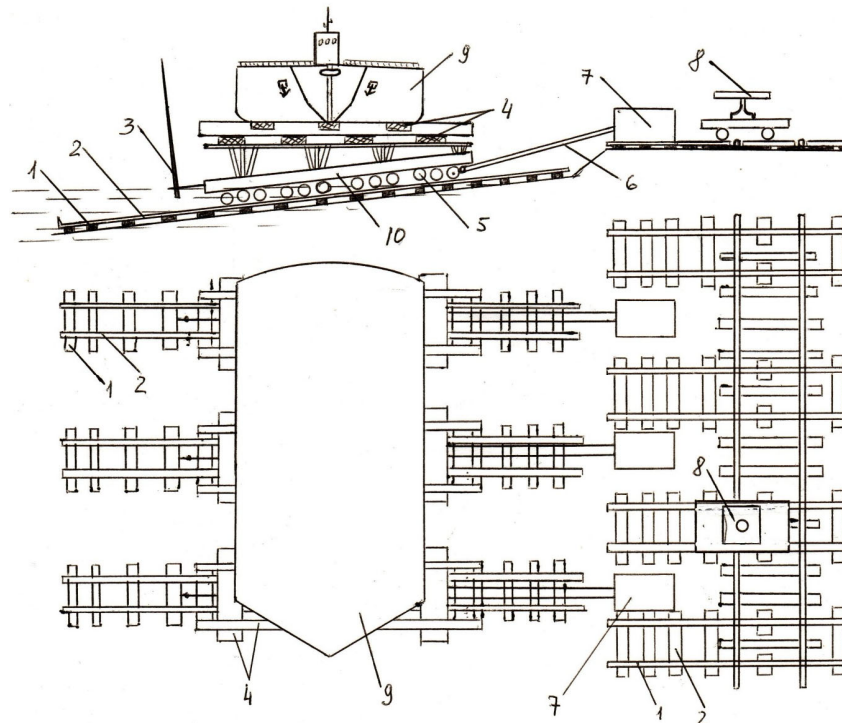
Судно піднімають на косякових візках, забезпечених гумовими амортизаторами для вирівнювання навантаження на катки, а потім перевозять на стапельні самохідні і несамохідні візки, що пересуваються по горизонтальній частині сліпа.

Лебідки сліпа конструкції Д.І.Зіневича розташовані в кінці похилої частини. Стапельні візки, як самохідні, так і несамохідні, мають гідравлічні домкрати для підйому судна при пересадці на постійні кильблоки.

Максимальна довжина судна, що піднімається на сліп, залежить від того, яка частина кормової і носової частин судна звисає за межі крайніх доріжок.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Для підйому судна обираємо поперечний сліп конструкції Д.І.Зіневіча.



- 1.Дерев'яна шпала; 2.Рельса; 3.Глубиномер; 4.Гумові амортизатори; 5.Каток;
6.Трос; 7.Лебідка; 8.Стапельний візок; 9.Судно; 10.Спусковий візок.

Рисунок 3.1 - Сліп конструкції Д.І.Зіневіча

Крокоміри служать для контролю геометрії гребних гвинтів постійного і змінного кроку з діаметром до 1м і дисковим відношенням більше одиниці. Принцип роботи крокомірів: при переміщенні по поверхні лопаті ковзаючого щупа самописець приладу реєструє нахил, форму і довжину гвинтової лінії.

За допомогою крокоміра на паперовій стрічці креслення-шаблону записують фактичні гвинтові лінії нагнітаючої або засмоктуючої поверхні лопаті в масштабі по кроку 1:2.

Креслення-шаблони розробляють на основі звичайних креслень гребних гвинтів.

Крокоміри з самописцями застосовують для: дефектації суднових гвинтів перед ремонтом; перевірки геометрії відремонтованих або знов виготовлених гвинтів; розмітки лопатей гребних гвинтів перед слюсарною обробкою в процесі

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

виготовлення; перевірки точності оснащення при виготовленні і ремонті гребних гвинтів (ливарних форм, кокілів, штампів, кондукторів, крокових косинців, моделей і ін.); записи креслень січення гребних гвинтів з натури (за відсутності технічної документації).

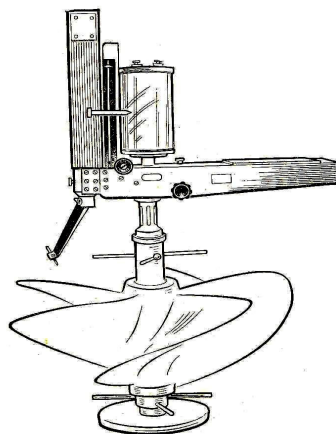


Рисунок 3.2 - Крокомір СПК-1

Крокомір СПК-1 призначений для роботи в цехових умовах. Гвинт, знятий з судна, вмонтовують на затискну колонку і за допомогою її конусних опор вісь гвинта суміщають з віссю приладу. Гвинт на колонці можна встановити нагнітаючою або засмоктуючою поверхнею вгору.

Крокомір забезпечує плавне переміщення щупа у вертикальному і радіальному напрямках, а також по колу. Всі переміщення щупа тросиковою передачею зв'язані з самописцем. Для обміру лопатей, перекриваючих один одного (при дисковому відношенні більше одиниці), щуп забезпечений кутовою ніжкою.

Агрегати для правки лопатей гребних гвинтів

Агрегати для правки лопатей гребних гвинтів призначені для холодної правки лопатей гребних гвинтів постійного і змінного кроку з дисковим відношенням більше одиниці і діаметром до 1м.

Правлять лопаті, згинаючи їх в штампі, робочі поверхні якого виконані за формою нагнітаючої і засмоктуючої поверхні лопаті. Виготовляють агрегати в двох варіантах: АПВ-1 і АПВ-2. Як силову установку агрегат АПВ-1 використовують

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

стандартні гідравлічні преси із зусиллям не менше 100тс, а для АПВ-2 - спеціальні гідравлічні домкрати із зусиллям 100тс.

Робочий орган агрегатів - штамп із змінними матрицями і пуансонами, з механізмом подачі гребного гвинта. При правці гвинт встановлюють на затискній колонці, шарнірно сполученій з повзуном каретки механізму подачі.

Механізм подачі переміщає гвинт до штампку і забезпечує його поперечне переміщення по супорту, підйом і опускання, а також нахил і поворот навколо осі затискної колонки. При правці гвинт вільно «плаває» і приймає потрібне положення щодо штампку.

Двохколонна станина агрегату АПВ-2 (рисунок 3.3.) сприймає зусилля домкрата і передає його на пуансон штампку. На столі станини встановлюють підставу механізму подачі і штампку. При наладці агрегату цю підставу можна пересувати в двох напрямках спеціальними гвинтовими приводами.

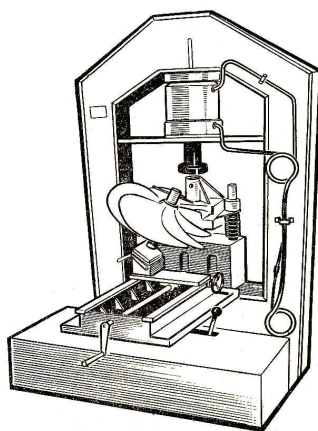


Рисунок 3.3 - Агрегат АПВ-2

Гідросистема силової установки агрегату складається з поршневого електрифікованого насоса продуктивністю 3л/хв. з робочим тиском масла 300кгс/см, реверсивного розподільника, масляного бака, запобіжного клапана і трубопроводів.

Агрегат АПВ-2 може бути встановлений на будь-якій ділянці судоремонтного підприємства. Крім того, силову частину агрегату можна використовувати для робіт, зв'язаних із запресовкою втулок, пальців, і інших операцій.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Робота агрегату починається з попереднього обтиску лопаті, при якому перевіряється правильність її положення. Максимальне робоче зусилля створюється після того, як лопаті в штампі встановлюються в правильному положенні.

Після правки однієї лопаті гребний гвинт за допомогою механізму подачі виводять з штампу, повертають і заводять туди наступну лопать.

Місцеві деформації виправляють додатково, обжимаючи лопать встановленими на її робочій поверхні металевими прокладками.

Стенд для наплавлення і обробки лопатей гребних гвинтів (ЕБП-М)

ЕБП-М використовується для усунення кавітаційних раковин і тріщин лопатей гвинтів і дозволяє механізувати: оброблення тріщин і раковин з дотриманням необхідної форми і нахилу кромки; заплавку раковин і тріщин в нижньому положенні швів; видалення посиленних валиків шва; чистову обробку лопаті в місцях наплавлення; поліровку поверхні лопаті в районі ремонту; зняття зайвого металу дисбалансу при статичному балансуванні.

Основний робочий орган станку - електроборштанга, підвішена на гнучкому тросі до стріли станку (рис. 3.4.). Вона складається з електродвигуна потужністю 4,5кВт і робочого валу, що обертається всередині корпусу із швидкістю 2900об/хв. на двох кулькових і двох голчастих підшипниках. На кінці робочого валу можуть бути закріплені слюсарні фрези або наждачні і полірувальні круги (рис. 3.5.). Під час роботи електроборштанга може вільно відхилятися в будь-яку сторону на 300 - 400мм або повертатися навколо осі підвіски.

В склад станку входить ручний маніпулятор вантажопідйомністю 100кг, за допомогою якого гребний гвинт повертають навколо його осі або нахиляють на кут 60.

Для установки маніпулятора і підвіски електроборштанги використовують підставку, що складається з колони, поворотної стріли і платформи з відокремленими лапами.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

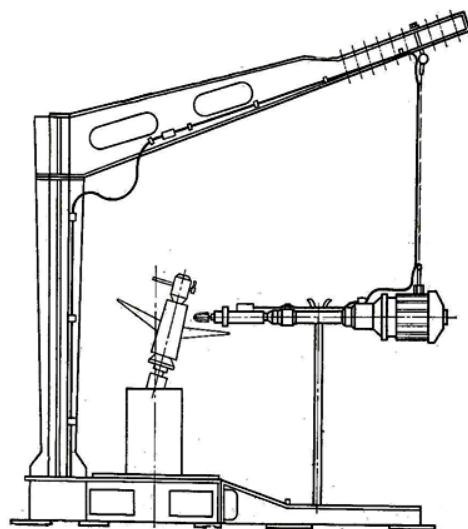


Рисунок 3.4 - Стенд для наплавлення і обробки лопатей гребних гвинтів

Підставка може бути закріплена на фундаменті або бути встановлена на рівній площадці без кріплення. Стріла підставки поворотна, що дозволяє регулювати положення борштанги щодо столу маніпулятора. Загальна вага стану 360кг.

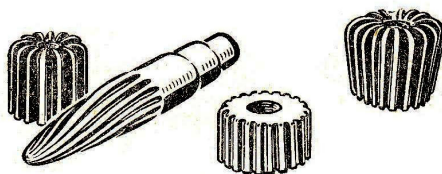


Рисунок 3.5 - Фрези для обробки лопатей гребних гвинтів

Стенд для балансування гвинтів

Він призначений для статичного балансування гвинтів в процесі ремонту. Стенд (рис.3.6) складається з підставки з призми і набору оправок з циліндровими хвостовиками. Гвинт насаджують на оправу і закріплюють гайками, потім встановлюють на призми підставки.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

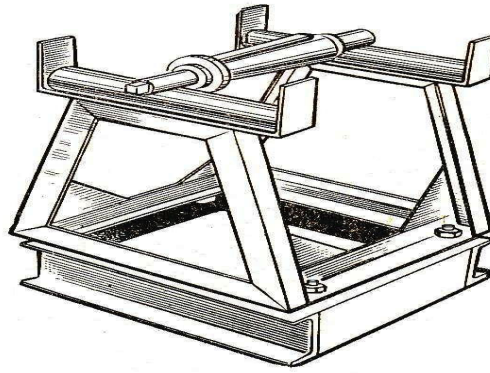


Рисунок 3.6 - Стенд для балансування гвинтів

Прокачують і періодично зупиняючи гвинт на призмах, спостерігають за його рівноважним станом. Якщо зупинений гвинт продовжує повертатися під дією ваги дисбалансу, знімають зайву вагу з відповідної лопаті.

Стенд для балансування використовують в поєднанні із стендом ЕБП-М, він забезпечує механізоване видалення зайвої ваги за допомогою слюсарних фрез.

Агрегат сліповий монтажний типу АСМ-1

Агрегат (рис.3.7) призначений для механізації демонтажних і монтажних робіт, а також транспортування вузлів двигуно-рульового комплексу основних типів серійних судів МРФ (з малообертними двигунами) на сліпі.

Основним елементом агрегату є підйомно-опускна платформа 12, змонтована на візку 17, жваво встановлений на рамі 18, яка може переміщатися по рейках (сліпа або спеціально укладеним) в напрямі, перпендикулярному напрямку руху візка.

Платформа і всі конструктивні елементи, що входять в неї, жвава в трьох напрямках. В платформу вбудована поворотна балка 15 з гідравлічним пресом подвійної дії 7, яка може переміщатися за допомогою ходового гвинта і повертатися за допомогою черв'ячної пари.

В середній частині платформи є паз 14 для розміщення знятого керма, а в нижній - висувна рама 19, призначена для зйомки і установки поворотних насадок. З установкою на раму з'ємних дерев'яних щитів 11 і леєрної огорожі 9

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

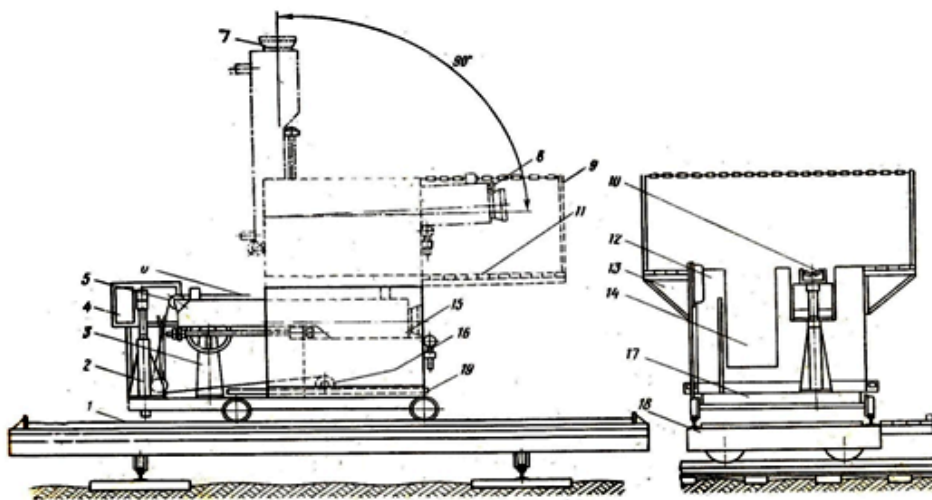


Рисунок 3.7 - Агрегат сліповий монтажний типу АСМ-1

утворюється робочий майданчик для монтажників; для цього ж у верхній частині платформи зроблено ще два бічні майданчики 13, що складаються.

Майданчики замінюють тимчасові ліси (підмостки), звичайно встановлювані при ремонті двигуно-рульового комплексу.

Змонтовані на балці дві пари похило розташованих роликів 10 разом з корпусом балки утворюють рольганг для напрямку переміщення гребних валів.

Для розвантаження ходових коліс візка при монтажних операціях з гребними валами в передній частині балки змонтований висувний упор 8, яким агрегат упирається в яблуко кронштейна. На візку 17 розміщені механізми підйому платформи і тягова лебідка 16, що використовується для закладу (виїмки) гребних валів; при цьому вільний кінець тягового тросу 6 прокладений по направляючих роликах 5.

Роботу всіх механізмів візка забезпечує один електродвигун, керований з пульта 4. На візку також встановлена стійка 2 змінної висоти для подовження лінії рольганга і підтримки гребних валів на різній висоті.

Візок переміщується по мосту за допомогою ланцюгової передачі через ручну колонку 3. Міст агрегату 1 виконується в двох варіантах: горизонтальний з

					ДП. 131.4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

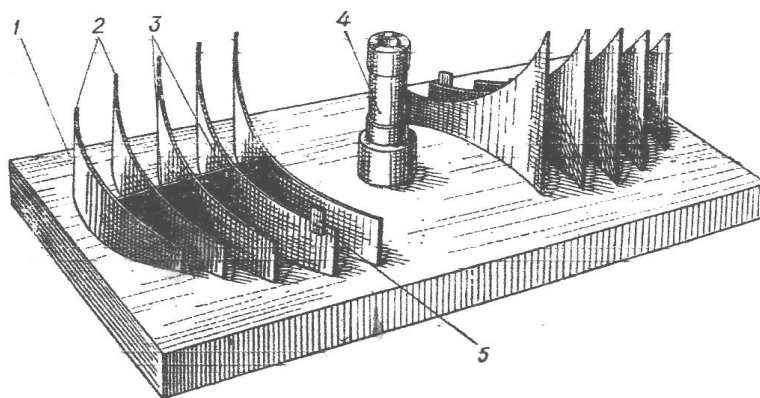
самостійним електроприводом і похилий (косяковий) з приводом від тросу спеціальною лебідкою типу папильонажної.

Агрегату додають різні захватні і перехідні елементи, за допомогою яких здійснюють прийом поворотної насадки на висувну раму, зйомку і установку гребних гвинтів в поворотній насадці, установку і виїмку гребних валів, випресовку кронштейнної, дейдвудної і гельмпортної втулок, а також запресовку гельмпортної втулки [11].

Агрегат розроблений Горьковським ЦКБ.

Досвідчена серія пройшла випробування на сліпах Городецького СРМЗ, Волжської РЕБ і Омського СРЗ.

Для правлення великого гребного гвинта орієнтуємося на досвід Одеського судоремонтного заводу, де розроблено спосіб ремонту цільнолитих гребних гвинтів за допомогою оснащення – спеціально виготовлених металевих постілей. Спосіб здійснюється виправлення й одночасне відновлення кроку лопатей гребних гвинтів правого й лівого обертання, виготовлених зі сталі і латуні.



1 - підстава; 2 - поперечна шкала; 3 - бракети; 5 - планка, 4 - центруюча колона

Рисунок 3.8 - Постіль для виправлення лопатей гребного гвинта

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.

Арк.

49

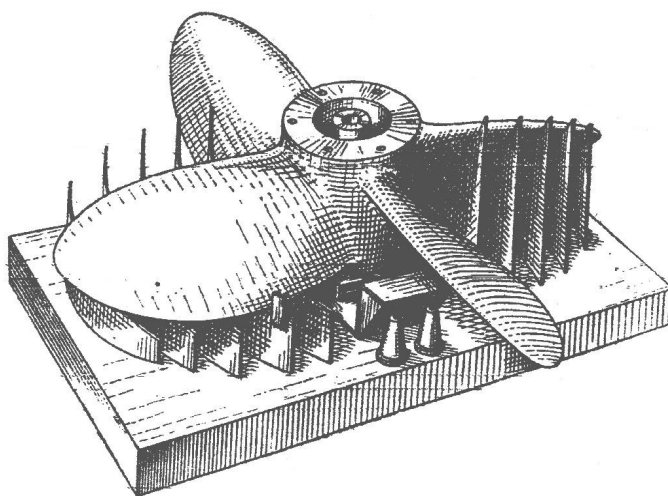
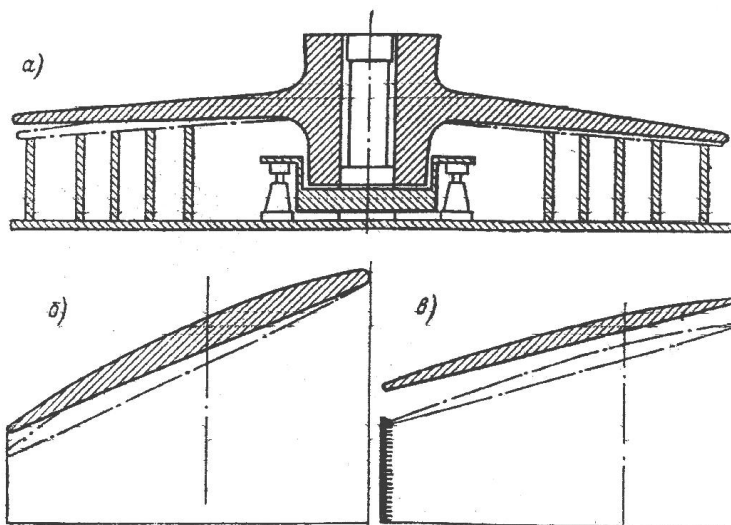


Рисунок 3.9 - Положення гвинта на постелі

Постіль складається з підстави, центруючої колони і перетинних лекал, з'єднаних між собою продольними бракетами. Лекала – це, власне кажучи, крокові косинці, виготовлені з товстолистової сталі; разом вони утворюють каркас нагнітальних поверхонь двох діаметрально протилежних лопатей. На одному з лекал приварюється планка, що перешкоджає повороту гвинта навколо осі під дією власної ваги. Центруюча колона, що має дві шийки, служить для центрування гвинта й контролю положення маточини. Нижній торець стовпчика, яким вона приварюється до постелі, повинен бути перпендикулярний осі шийок. Щоб



а) переріз по осьовій лопаті; б) переріз по лекалу 1; в) переріз по лекалу 3.

Рисунок 3.10 - Схема установки гвинта для правки лопатей

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.

Арк.

50

регулювати положення гвинта відносно постелі була виготовлена підставка, яка могла переміщуватися за допомогою чотирьох гвинтових домкратів.

Для встановлення вантажів на похилій поверхні лопаті були використані спеціальні клиноподібні підставки, які кріпилися до крайок лопаті за допомогою зацепів і ланцюгів.

3.3 Розробка і опис технологічного процесу ремонту гребних гвинтів

Для забезпечення економічної й безпечної роботи суден за кожним з них встановлюється постійний технічний нагляд, що здійснюється Регістром і власниками флоту.

Регістр визначає в межах чинних правил умови, що гарантують безпеку плавання судів. Правила Регістру передбачені первісний, черговий, спеціальний і позачерговий огляд судів.

В даному проекті розглядається випадок, коли сталася зупинки судна у зв'язку з намотуванням сталевго тросу на гвинт. Позачерговий огляд дозволив визначити обсяг і характер подальших робіт із приведення судна в робочий стан.

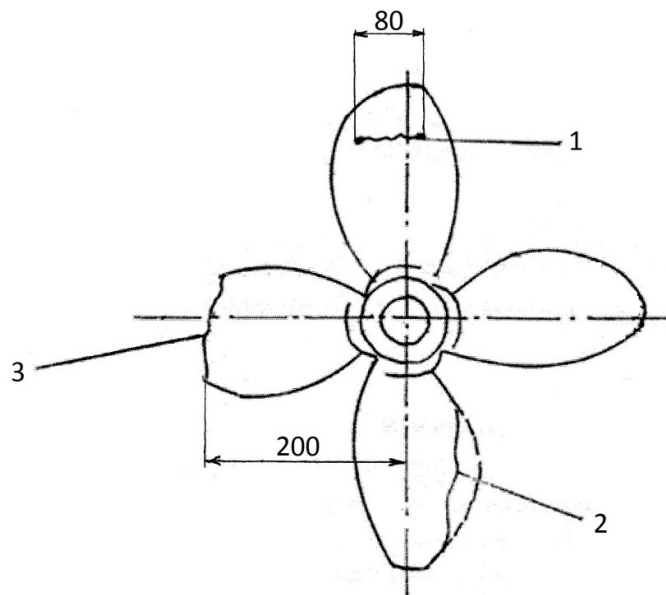
В результаті звільненням гребного гвинта від сталевго тросу встановлено наступні його пошкодження:

- погин лопаті: під кутом 20^0 в районі $S = 20$ мм;
- злом лопаті в районі зони В, $S = 18$ мм на відстані 200 мм від центру гвинта;
- тріщина довжиною 80 мм, глибиною 10 мм при товщині лопаті в районі 15 мм.

Перед проведенням ремонту гребного гвинта необхідно виконати наступні роботи:

- підйом судна із води;
- звільнення гребного гвинта від сталевго тросу;
- зняття його з валу;
- очищення гвинта від обростань
- транспортування гребного гвинта у цех для ремонту;

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51



1 - тріщина; 2 - погин лопаті; 3 - злом лопаті

Рисунок. 3.11 - Схема дефектів гребного гвинта

- ремонт погину лопаті;
- ремонт тріщини;
- приварювання відливки;
- контроль зварювання гребного гвинта;
- контроль кроку та балансування [1].

Технічні умови на ремонт гребного гвинта

- До ремонту допускаються гребні гвинти, пошкодженні місця яких на всьому протязі доступні до ремонту й контролю якості нормативних ділянок. Обсяг припустимих виправлень встановлюється положенням ОП90.1866-76.

- Всі види виправлень дефектів або ушкоджень гребних гвинтів при ремонті й експлуатації повинні бути занесені в паспорт гребного гвинта відповідно до ОСТ5.4120-74.

- Для виявлення пошкодження гребного гвинта, що були в експлуатації, повинні бути очищені від продуктів обростання й інших забруднень.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- Всі види ремонту гребних гвинтів, пов'язані з нагріванням, повинні проводитися в закритих приміщеннях. У випадку проведення цих робіт на відкритих площадках, вони повинні бути захищені від вітру, протягів і влучення вологи.

- З метою встановлення порядку виправлення дефектів на гребних гвинтах у процесі їхнього ремонту, а також визначення можливостей залишення окремих дефектів без виправлення суцільнолитий гвинт та окремі лопаті розбивають на зони (рисунок 3.12) в залежності від діючих у процесі експлуатації напружень.

Зона А - частина лопаті на нагнітальній і засмоктуючій поверхнях, що окреслюється 0,4 радіусу гребного гвинта, включаючи 0,5 переходної частини від маточини до лопаті, і обмежується по обидва боки лініями, які лежать на відстані 0,15 ходової довжини перетину від обох крайок лопаті, а також внутрішніх поверхней болтових отворів на фланці лопаті.

Зона В - інша частина лопаті на нагнітальній і засмоктуючій поверхнях до її кінця й крайки лопатей по 0,15 довжини перетину з кожної сторони зони А.

Зона С - маточина суцільнолитого гребного гвинта або фланець збірного гвинта (за винятком внутрішніх поверхонь болтових отворів), із прилягаючої до них 0,5 частини жолобника, що не ввійшла в зону А.

Розподіл гребного гвинта на зоні (А,В,С) дозволяє встановити наступні вимоги до контролю якості ремонту, а саме:

- в зоні А контроль якості проводимо методом магнітної дефектоскопії або візуальним оглядом поверхні після зачищення і травлення 10% розчином азотної кислоти;

- в зоні В і С допускається контроль якості візуальним оглядом поверхні після її очищення [5].

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

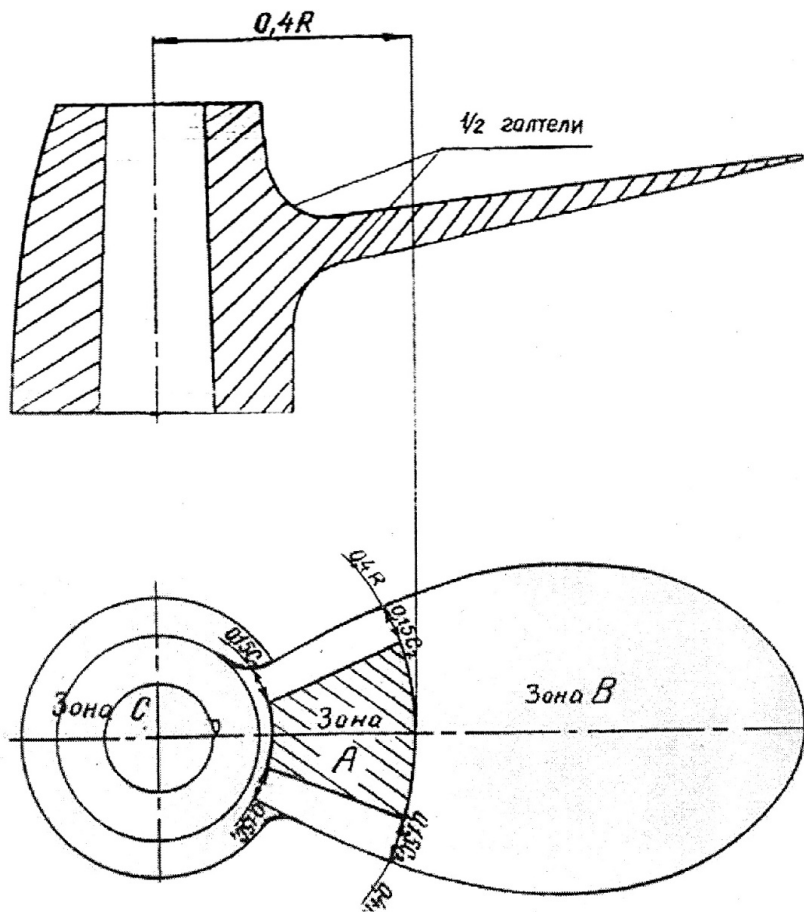


Рисунок 3.12 - Зони гребного гвинта

Вибір технології правлення погину лопаті

За результатами технічного огляду крайка лопаті в зоні В має вигин - 20^0 при товщині крайки в цьому районі 20 мм.

За даними Регістру правлення лопатей при вигині не більше 20^0 і товщині крайки не більше 15мм може виконуватися у холодному стані ударами молотка та у гарячому стані.

Відповідно до результатів технічного огляду вибираю правлення крайок лопаті в гарячому стані при температурах зазначених у таблиці 3.4 Обираємо спосіб нагрівання лопаті за допомогою двох ламп «Вулкан».

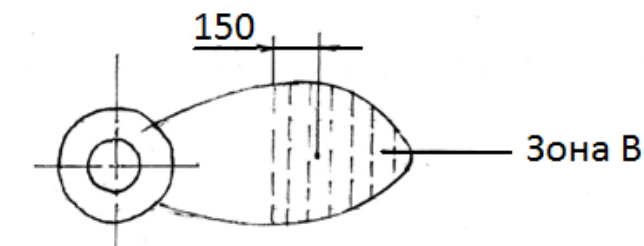
Нагрівання робимо за схемою:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.

Арк.

54



----- лінія напрямку руху лампи «Вулкан»

Рисунок 3.13 - Схема нагрівання лопаті

При діаметрі гвинтів до 1м правлення виконуємо у пресі АПВ - із застосуванням штампів за формою нагнітаючої та засмоктуючої поверхонь і проміжних дерев'яних прокладок з метою більш рівномірного розподілу і передачі навантаження.

Таблиця 3.4 - Температурні режими нагрівання

Марка сталі	Температура нагрівання під правку, °C	Температура відпуску, °C	Витримка при температурі відпуску, год	Режими охолодження
25Л	700 - 770 800 - 850	640	4 - 6	Повітря

Режим нагрівання встановлюємо за табл. 3.4.

Нагрівання робимо до температури 720 °C без наступної термічної обробки. Контроль температури нагрівання здійснюємо термопарами або по кольору розжарювання. За таблицею 3.5., нагрівання робимо до темно-вишневого кольору, що відповідає температурі нагрівання. Нагріту ділянку поступово формуємо вантажем відповідно до лекальної поверхні постілі.

В районі правлення на постілі встановлюємо опори щоб запобігти передачі навантаження на район кореневого січення і зміни геометрії не пошкоджених районів. Після правки робимо ретельний візуальний контроль на відсутність тріщин методом кольорової дефектоскопії [1].

Таблиця 3.5 - Параметри візуального контролю за температурою нагрівання лопаті

Колір накалу нагрітої ділянки	Температура, °С	Колір накалу нагрітої ділянки	Температура, °С
Початок світіння	530-580	Червоний	830-900
Темно-коричневий	580-660	Світло-червоний	900-950
Темно-вишневий	650-720	Червоно-жовтий	950-1050
Вишневий	720-780	Жовтий	1050-1150
Світло-вишневий	780-830	Світло-жовтий	1150-1250

Техумови ремонту гребного гвинта із застосуванням зварювання

- Дефекти, що підлягають заварюванню, обробляється до здорового металу так, щоб у всіх місцях був забезпечений провар із основним металом.
- Крайки, підготовлені під зварювання повинні бути пологими, а поверхня підготовлена під зварювання не повинна мати гострих кутів і задирів.
- Поверхні, що прилягають до місць зварювання повинні бути зачищені на відстані 10 - 15 мм до металевого блиску.
- При наявності забруднень жировими речовинами ділянки лопаті, підготовленої під зварювання, повинні бути промиті розчинами (20% розчин каустичної соди, ацетоном, уайт - спіритом й ін.) до повного видалення жирових речовин і насухо витерти дрантям.
- При багат шаровому заварюванні кожен наступний валик повинен перекривати попередній на 1/3 ширини.
- Перед заварюванням кожного наступного валика, попередній повинен бути зачищений від шлаку та бризг [3].

3.4 Вибір і обґрунтування методів контролю якості

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

1. Після виправлення лопаті проводимо візуальний контроль на присутність 2. Після заварки дефектів і приварки відливки гребний гвинт піддається балансуванню.

Для суден, гвинти яких мають 300-400 обертів за хвилину, роблять статичне балансування, для машин з числом обертів гвинта більше 400 об/хв - динамічну.

Для статичного балансування гвинта застосовують пристосування, у яких гребний гвинт встановлюють на короткому валу, розташованому на двох горизонтальних ніжках або двох опорних кулькових підшипниках. Центр ваги статично відбалансованого гребного гвинта повинен перебувати на вісьовій гвинта, тому при поворотах гвинта у будь-яку сторону і на будь-який кут гвинт повинен залишатися в рівновазі. Статичну неврівноваженість гребного гвинта усувають зняттям зайвого металу з лопатей.

Для динамічного балансування гребного гвинта застосовують пристосування, у яких вал із гребним гвинтом закріплюють на пружних підшипниках, що обладнують відповідними приладами. Валу і гвинту надають рух спеціальним електродвигуном із числом обертів, близьким до того, на якому повинен працювати гвинт. Спеціальні прилади вимірюють кількість коливань валу. Для зменшення кількості коливань лопатей гвинта частину металу видаляють, потім знову роблять перевірку і так продовжують до досягнення необхідного балансування.

У перевірку гребного гвинта входить вимір його кроку - відстані, на яке пересувається гвинт за один оберт.

Крок гвинта перевіряють спеціальним приладом -крокоміром. Для цього гвинт встановлюють на перевірочну плиту або на підлогу у цеху. В отвір ступиці гвинта встановлюють прилад, що складається із двох конусів, що центрують, 1, розташованих на осі 2, поворотної рейки 3 із градуйованим кільцем 4 (для виміру кутів) і штифту, що може пересуватися вертикально в пазах рейки. Потім роблять розмітку лопатей гвинта, встановлюють рейку зі штифтом і переміщують рейку на кут, при цьому штифт 5, розташований від осі 2 на відстані R описує на лопаті гвинта дугу n-m й опускається на величину h.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Вимірявши величину кута α і переміщення штифта 5, визначають крок гвинта по формулі:

$$\frac{360}{H} = \frac{\alpha}{h}$$
$$H = \frac{360 \cdot h}{\alpha}$$

де H - крок гвинта;

h - підйом гвинтової лінії на поперечній ділянці гвинта;

360 - кут переміщення рейки.

Подібні виміри робимо по всіх лопатях гвинта. Відхилення кроку гвинта в порівнянні із зазначеними на кресленні допускаються в межах ГОСТ 8054-79. Для контролю якості наплавленого металу і зварних швів при заварюванні тріщини та відливки застосовуємо зовнішній огляд і метод кольорової дефектоскопії.

Зовнішній огляд дозволяє виявити видимі дефекти, а метод кольорової дефектоскопії дозволяє виявити поверхневі тріщини розміром 0,01 - 0,001мм. Суть методу полягає в тому, що на поверхню зварного шва наноситься проникаюча рідина забарвлена в червоний колір (судан). Після видалення залишків цієї рідини, на поверхню наноситься шар виявляючої рідини, яка містить речовину абсорбуючу червону фарбу з дефектів. При цьому малюнок червоного кольору, що утворюється на фоні білої проявляючої рідини свідчить про наявність дефекту [1, 7].

3.5 Висновки

В даному розділі було обрано матеріали для зварювання тріщини лопаті та приварювання відливки. Запропоновано устаткування та пристосування для ремонту гребних гвинтів, розроблено технологічний процес ремонту гребних гвинтів, а також обрано методи контролю якості.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 03. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.								
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці				Літ.	Арк.	Аркушів		
Розроб.	Галіза О.Д.											59	11
Керівник	Лой С.А.								ХННІ НУК				
Консультант	Лой С.А.												
Н. Контр.													
Зав. каф.	Матвієнко М.В.												

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Верховна Рада України 14 жовтня 1992 р. прийняла Закон України "Про охорону праці". Цей закон визначає основні положення по реалізації Конституційного права громадян на охорону їхнього життя і здоров'я в процесі їхньої трудової діяльності, регулює при участі відповідних державних органів відносини між власником підприємства, установи, організації чи уповноваженим органом і працівником з питань безпеки, гігієни праці і виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Специфічною особливістю українського закону, що регламентує правову основу охорони праці, є високий рівень прав і гарантій працівникам.

У Законі України "Про охорону праці" задекларовані основні принципи державної політики в області охорони праці:

- пріоритет життя і здоров'я працівників стосовно результатів виробничої діяльності підприємства;
- повна відповідальність роботодавця за створення безпечних і нешкідливих умов праці;
- обов'язковий соціальний захист працівників, повне відшкодування збитку особам які постраждали від нещасних випадків на виробництві і професійних захворювань;
- використання економічних методів керування охороною праці, проведення політики пільгового оподаткування, що сприяє створенню безпечних і нешкідливих умов праці;
- комплексне рішення задач охорони праці на підставі національних програм з цих питань і з урахуванням інших напрямків економічної і соціальної політики, досягнень в області науки і техніки й охорони навколишнього середовища;
- установлення єдиних нормативів по охороні праці для всіх підприємств, незалежно від форм власності і видів їхньої діяльності;
- здійснення навчання населення, професійної підготовки і підвищення

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

кваліфікації працівників з питань охорони праці;

- співробітництво і проведення консультації між роботодавцями і профспілками (представниками трудових колективів) при прийнятті рішень про охорону праці;
- міжнародне співробітництво в області охорони праці, використання світового досвіду організації роботи з поліпшенням умов і підвищення безпеки праці.

Для реалізації цих принципів була створена Національна Рада з питань безпечної життєдіяльності при кабінеті Міністрів України, Держнаглядохоронпраці, Національний науко-дослідний інститут праці, учбово-методичний Центр Держнаглядохоронпраці. Розроблені і реалізуються національна, галузеві, регіональні і виробничі програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці виробничого середовища. В обласних, районних, міських органах виконавчої влади функціонують служби охорони праці [10].

4.1 Аналіз потенційно небезпек і шкідливих чинників при ремонті гребних гвинтів

При ремонті гребних гвинтів існує можливість небезпечних впливів на працівників цеху у зв'язку з наступними факторами:

- поразка електричним струмом при дотику людини до струмоведучих частин електричного ланцюга;
- поразка променями електричної дуги очей і відкритої поверхні шкіри;
- опіки від крапель розплавленого металу і шлаку при зварюванні і різці;
- отруєння шкідливими газами, що виділяються при зварюванні і при забрудненні пилом і випарами різних речовин;
- дія шуму;
- травми пов'язані із складальними і транспортними операціями;
- травмонебезпечність від роботи підйомно-транспортного устаткування.

4.1.1 Пожежобезпека

Застосування відкритих дуг, наявність бризгів рідкого металу й шлаків при зварюванні підвищує небезпеку виникнення пожеж.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Також небезпека виникнення пожеж може виникнути через необережне поводження з вогнем при виробничих процесах, порушень правил перевезення легкозаймистих вантажів і зберігання небезпечних матеріалів, несправності електропроводки, самозаймання матеріалів, незадовільного стану вентиляційних систем.

Для визначення потреби в протипожежному устаткуванні й первинних засобах розроблені спеціальні норми. На механізованій ділянці необхідно встановити вогнегасники ОХП-10 і ящики з піском (кожні 200 м), а також вуглекислотні вогнегасники ОУ-5.

З персоналом повинен проводитися щомісячний інструктаж з пожежної безпеки з оцінкою й розписом, інструктуємих у спеціальному журналі відповідно до ДНАОП 0.00-4.12-99 „Типове положення про навчання з питань охорони праці” [10].

4.1.2 Запобігання небезпеки поразки електричним струмом

При виконанні наплавочних робіт по зварювальному ланцюгу протікає струм, величина якого сягає 370 А при напрузі до 35В.

У результаті дії електричного струму на організм можуть бути ушкоджені:

- нервова система (електричний удар);
- шкірний покрив (опік, металізація шкіри, механічні ушкодження).

Людина починає відчувати вплив минаючого через нього струму при величині 0,6-1,5 мА, з частотою 50Гц і постійного струму 5-7мА.

З метою зменшення небезпеки поразки електричним струмом необхідно дотримання наступних заходів відповідно до ДНАОП 0.00-1.21-98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів": надійна ізоляція всіх проводів, зв'язаних з живленням джерела струму і зварювальної дуги, будова герметично закритих пристроїв, що включають заземлення корпусів зварювальних апаратів. Заземленню підлягають: корпуса джерел живлення, апаратного ящика, допоміжне електричне устаткування. Підключенням, відключенням і ремонтом зварювального устаткування займається тільки черговий електромонтер. Працівникам забороняється виконувати ці роботи.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

У джерелах живлення застосовують автоматичні вимикачі високої напруги, які у момент холостого ходу розривають зварювальний ланцюг і подають на електродотримач напругу 12В [15].

Робота повинна проводитись в справному сухому спецодязі і рукавицях.

4.1.3 Запобігання небезпеки поразки променями електричної дуги
Зварювальна дуга є джерелом променів широкого спектру від інфрачервоних до ультрафіолетових, яскравість яких може викликати опік незахищених очей при опроміненні їх протягом всього 10-15 секунд. Більш тривалий вплив випромінювання дуги може привести до ушкодження кришталика ока і втрати зору.

Вплив випромінювання дуги шкідливий не тільки для зварників, але й для близько розташованих робітників - складальників, механіків-монтажників. Для запобігання небезпечної поразки ока обов'язкове застосування захисних стекол у зварників і встановлення непрозорих ширм та щитів для захисту оточуючих
НАОП 1.4.10-1.04-86 "Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах".

Захисні стекла, вставлені в щитки та маски, зовні закривають простим склом для захисту їх від бризок розплавленого металу. Щитки виготовляють з ізоляційного матеріалу - фібри, фанери і за формою і розмірами вони повинні цілком захищати обличчя і голову зварника.

При виконанні зварювання необхідно виконувати всі правила техніки безпеки згідно НАОП 1.4.10-1.04-86 "Правила техніки безпеки і виробничої санітарії при електрозварювальних роботах", ОСТ 5.9823-80 "Роботи електрозварювальні. Вимоги безпеки".

4.1.4 Запобігання небезпеки поразки бризками розплавленого металу і шлаку

Бризки розплавленого металу, що утворюються при зварюванні, мають температуру до 1800°C, при якій одяг з будь-якої тканини руйнується. Для захисту від таких бризок відповідно до нормативних документів НАОП 1.4.74-2.23-87

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

ОСТ 5.0496-87 "Засоби індивідуального захисту працюючих. Порядок забезпечення" звичайно використовують спецодяг (штани, куртку, рукавиці) із брезентової тканини або шкіри.

Куртки при роботі не слід вправляти в штани, а взуття повинно мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не попадали у середину, тому що в цьому випадку можливі тяжкі опіки [10].

4.1.5 Запобігання отруєнню шкідливими газами й аерозолями, що виділяються при зварюванні

Висока температура дуги (4000°C-5000°C) незмінно приводить до того, що частина зварювального дроту, покриття, флюсів переходить у газоподібний стан. Ці пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються в аерозоль конденсації, частки якого по дисперсності наближаються до димів і легко попадають у дихальну систему зварників. Ці аерозолі представляють головну професійну небезпеку праці зварників (ДСТ 12.1.007-76 "Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки").

Поряд з пилом в разі дугового зварювання також утворюються і виділяються газоподібні продукти. Для уловлювання зварювального аерозолю потрібно встановити місцеві відсмоктувачі у виді витяжної шафи, вертикальної чи похилої панелі рівномірного відсмоктування, столи, в яких відсмоктувач знаходиться під решіткою та ін. При зварюванні на стапелі застосовують переносну вентиляційну установку (ПВУ) з місцевим відсмоктуванням газів.

Якщо в цеху витрата зварювальних матеріалів перевищує 0,2 г/ч на 1м³ об'єму будівлі, повинна бути влаштована механічна загальнообмінна витяжна вентиляція (НАОП 1.4.74-4.08-78 "Вентиляція й опалення суднобудівних цехів").

4.1.6 Методи і засоби захисту від шуму

Сильний шум шкідливо відбивається на здоров'ї і працездатності людини. Шум у 30-40дБА в нічний час може з'явитися серйозним фактором, який турбує оточуючих. Зі збільшенням рівня до 70дБА і вище шум може робити значний вплив фізичний вплив на людину, приводячи до видимих змін у її організмі. Під впливом шуму, що перевищує 85-90дБА, у першу чергу знижується слухова

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

чутливість на високих частотах. При дії шуму дуже високих рівнів (більш 145дБА) можливий розрив барабанної перетинки.

Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються ГОСТ 12.1.003-86. В ньому закладено принцип встановлення певних параметрів шуму, виходячи з класифікації приміщень за їх використанням для трудової діяльності різних видів.

Засоби захисту від шуму підрозділяють на засоби колективного й індивідуального захисту. Міри відносного зниження шуму варто передбачити на стадії проектування промислових об'єктів і устаткування.

Особливу увагу варто звертати на винос гучного устаткування в окреме приміщення. Що дозволяє зменшити число працівників працюючих в умовах підвищеного шуму і здійснювати міри щодо зниження шуму з мінімальними витратами засобів, устаткування і матеріалів. Боротьба із шумом у джерелі його виникнення - найбільш діючий спосіб боротьби із шумом. Створюються мал шумні механічні передачі, розробляються способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторах. Акустичні засоби захисту від шуму підрозділяються на засоби звукоізоляції, звукопоглинання і глушители шуму.

Сутність методу звукоізоляції полягає в тім, що об'єкт, випромінюючий шум, або декілька найбільш гучних об'єктів розташовується окремо, ізольовано від основного, менш гучного обладнання в окремому приміщенні, із звукоізольованою стіною або перегородкою. Звукоізоляція досягається також шляхом розташування оператора в спеціальній кабіні, звідки він спостерігає і керує технологічним процесом.

Звукопоглинання досягається за рахунок переходу коливальної енергії в теплоту, внаслідок втрат на тертя в поглиначі звуку. Звукопоглинальні матеріали і конструкції, призначені для поглинання звуку ж у приміщеннях із джерелом, так і в сусідніх приміщеннях. Втрати на тертя найбільш значні в пористих матеріалах, які внаслідок цього і використовуються для звукопоглинання.

Глушители шуму застосовуються в основному для зниження шуму в різних аеродинамічних установках.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

У праці боротьби із шумом використовують глушители різних конструкцій, вибір яких залежить від конкретних умов кожної установки, спектра шуму і

необхідного рівня ступеня зниження шуму.

Глушители розділяються на абсорбційні, реактивні і комбіновані. Абсорбційні глушители, що містять звуковбирний матеріал, поглинають звукову енергію, що надійшла в них, а реактивні відбивають її назад до джерела. У комбінованих глушителях відбувається ж поглинання так і відображення звуку [10].

4.1.7 Запобігання травм, зв'язаних із складанням і транспортними операціями (травм механічного характеру)

Основні причини травм при складанні і зварюванні: відсутність транспортних засобів, несправність такелажних пристосувань, несправний інструмент (кувалди, молотки, гайкові ключі, зубила і т. і.), відсутність захисних окулярів при зачищенні металоконструкцій, відсутність або великий знос спецодягу й інших захисних засобів. Міри безпеки в цьому випадку наступні: усі

зазначені засоби й інструменти варто періодично перевіряти, такелажні роботи повинні виконувати особи, які пройшли спеціальний інструктаж і підготовку, від робітників необхідно вимагати дотримання всіх правил техніки безпеки, включаючи роботу в спецодязі, рукавицях, використання засобів індивідуального захисту і т. і [15].

Загальні вимоги техніки безпеки при переміщенні вантажів на підприємствах викладені в ГОСТ 12.3.0.20-80 "Процеси переміщення вантажів на підприємствах. Загальні вимоги безпеки".

4.1.8 Безпека підйомно-транспортного устаткування

Особливістю підйомно-транспортних машин є переміщення самих машин і вантажів, які вони переміщують. Конструкція підйомно-транспортних машин містить велику кількість рухливих частин. Це визначає їх потенціальну травмонебезпечність. Внаслідок обриву канатів і ланцюгів, за які підіймається вантаж, можливі важкі наслідки: руйнування каната, утрата стійкості, "набігання" вантажу на елементи конструкції крана або його зісковзування з

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

вантажозахватного пристрою. Тому до кранів пред'являються підвищені вимоги по міцності і надійності їхніх кінематичних ланок, а також їхньої стійкості. Крани повинні бути обладнані

наступними запобіжними пристроями: сигналізацією, кінцевими вимикачами для автоматичної зупинки механізмів пересувного крана, ходового візка і підняття вантажозахватних органів, блокуванням для автоматичного зняття напруги крана при виході людини на галерею, блокуванням дверцят кабіни, дзвоника для сигналізації, протипожежними пристроями, анемометрами для визначення швидкості вітру при роботі на відкритому місці (НАОП 1.4.74-2.25-84 "Навантажно-розвантажувальні роботи при будівництві і ремонті суден. Вимоги безпеки").

4.2 Розрахунок природного освітлення

Для усунення випадків травмування працівників внаслідок недостатнього освітлення розрахуємо природне освітлення для виробничого приміщення з боковим одностороннім освітленням.

Приміщення розташоване в IV поясі світлового клімату. Довжина приміщення $A = 11$ м. Глибина приміщення $B = 6$ м. Розрахункова точка А знаходиться від зовнішньої стіни на відстані $l = 5$ м. Робочою поверхнею є стіл висотою 0,8 м. Відстань від робочої поверхні до верха вікон $h_i = 4,2$ м. Засклення вікон подвійне в дерев'яних плетіннях. Внутрішня обробка приміщення світла (середньозважений коефіцієнт відбиття стелі, стін, підлоги $\rho_{\text{серед}} = 0,5$). Будинків, що стоять навпроти і сонцезахисних пристроїв немає. Зорова робота виконується в точці А, середньої точності з найменшим розміром розрізнення від 0,5 до 1 мм (IV розряд). Визначити розміри вікон, необхідні для виконання роботи IV розряду в точці А (Рисунок 4.1) [14].

Рішення

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

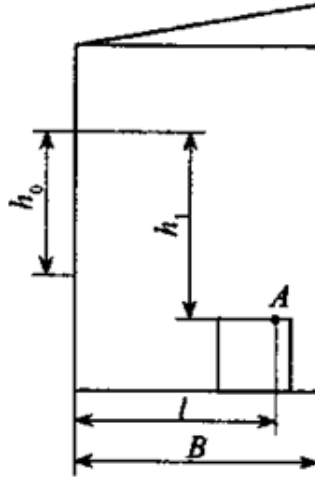


Рисунок 4.1 – План виробничого приміщення

Знаходимо нормоване значення КПО для IV розряду зорової роботи і III – світлового пояса. Для бокового освітлення $e_{\text{н}}^{\text{III}} = 2 \%$. У зв'язку з тим, що приміщення знаходиться в IV світловому поясі, визначаємо

$$e_{\text{н}}^{\text{IV}} = e_{\text{н}}^{\text{III}} \cdot m \cdot c, \quad (4.1)$$

де c – коефіцієнт сонячного клімату дорівнює 0,7; m – коефіцієнт світлового клімату, дорівнює 0,9;

$$e_{\text{н}}^{\text{IV}} = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,7 = 1,26 \%$$

Визначаємо загальний коефіцієнт світлопропускання τ_0 :

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (4.2)$$

де $\tau_1 = 0,55$ – коефіцієнт світлопропускання матеріалу;

$\tau_2 = 0,9$ – коефіцієнт, що враховує втрати світла в плетіннях світлопрорізу;

$\tau_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях;

$\tau_4 = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

$\tau_5 = 1$ – коефіцієнт, що враховує витрати світла в захисній сітці, встановленій під ліхтарями.

$$\tau_0 = 0,55 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,40$$

$$\frac{B}{h_i} = \frac{6}{4,2} = 1,43; \quad \frac{A}{B} = \frac{11}{6} = 1,8; \quad \frac{l}{B} = \frac{5}{6} = 0,8$$

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Визначаємо площу вікон S_B м², їхні розміри і число, що дозволять у точці А виконувати роботу IV розряду:

$$S_6 = \frac{S_{\Pi} \cdot e_H \cdot K_3 \cdot \eta_B \cdot K_6}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_i}, \quad (4.3)$$

де S_{Π} – площа підлоги, $S_{\Pi} = A \cdot B = 11 \cdot 6 = 66$, м²,

$K_6 = 1,4$ коефіцієнт запасу;

$\eta_B = 10,5$ - світлова характеристика вікна;

$K_6 = 1$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон будинками, що стоять навпроти;

$r_1 = 1,7$ – коефіцієнт, що враховує підвищення КПО при боковому освітленні завдяки світлу, відбитому від поверхонь приміщення і підстильного шару, що прилягає до будинку.

$$S_6 = \frac{66 \cdot 1,26 \cdot 1,4 \cdot 10,5 \cdot 1}{100 \cdot 0,40 \cdot 1,7} = 18 \text{ м}^2$$

Задаємо висоту вікна $h_6 = 4$ м, знайдемо загальну ширину вікон b_6 :

$$b_B = \frac{S_B}{h_B} = \frac{18}{4} = 4,5 \text{ м}; \quad (4.4)$$

Приймаємо загальну ширину вікон 4,5 м.

На основі проведеного розрахунку встановлюємо, що для освітлення даного виробничого приміщення необхідно встановити 3 вікна висотою 4 м та шириною 1,5 м.

4.3 Висновки:

1) Проведено аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів при ремонті гребних гвинтів розроблені заходи щодо їх усунення або зниження відповідно до нормативних вимог.

2) Виконано розрахунок природного освітлення цеху, за результатами якого виражається доцільність встановлення трьох вікон з шириною 1,5 м і висотою 4 м кожне.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 04. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Галіза О.Д.			Розрахунок економічної ефективності від ремонту гвінтів			Лім.		Арк.	Аркушів	
Керівник		Лой С.А.								70	14	
Консультант		Лой С.А.						ХННІ НУК				
Н. Контр.												
Зав. каф.		Матвієнко М.В.										

5.1 Визначення трудомісткості на виконання складально-зварювальних робіт

Головним показником, лежачим в основі всіх розрахунків по праці і заробітній платні, є трудомісткість.

Трудомісткість – це витрати праці працівників, які фактично необхідні для виконання складальний-зварювальних робіт.

Для визначення трудомісткості робіт використовуємо робочі креслення, специфікацію, узагальнений технологічний процес, «Узагальненні нормативи часу на збирання» та «Узагальненні нормативи часу на зварювання» [8].

Норму часу на складання визначаємо по формулі:

$$T_n = T_{шт.к.} * L, \quad (5.1)$$

де, $T_{шт.к.}$ – витрати години на складання 1 погон. м з'єднання; L - довжина стику, м.

Розрахунок норми часу на збирально-зварювальні роботи проводимо в табличній формі.

Таблиця 5.1 - Розрахунок трудомісткості на одиницю виробу

Послідовність операцій	Зварювальне устаткування	Товщина металу, S мм	Діаметр зварювального дроту, мм	Норма часу	L шву, м	Трудомісткість н/год.
Оброблення кромки	Строгач	15	-	1,5	0,27	0,405
Зварювання тріщини	КП018 КИУ-301	15	1,2	2,6	0,1	0,26
Встановлення гребінок	ВД-306УЗ	8	3	0,62	0,05	0,031
Зварювання відливки	КП018 КИУ-301	18	1,2	7,2	0,17	1,224
Зачистка	ЕБП-М	15	-	0,193	0,1	0,0193
		18	-	0,277	0,17	0,047
Разом:						1,65

Таблиця 5.2 - Зведена таблиця трудомісткості складання й зварювання

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Продуктивні операції	Трудомісткість на одиницю виробу, н/год.	Трудомісткість річна, н/год.
Складання	0,377	377
Зварювання	1,273	1273
Разом:	1,65	1650

Річна програма N =1000 шт.

5.2 Розрахунок необхідної кількості встаткування і його завантажень

На проектованій ділянці застосовуємо наступне обладнання:

- для механізованого зварювання в захисних газах: КИУ-301;
- для складання - складальний стенд.

Кількість зварювального обладнання визначається по формулі:

$$N_{зв} = T_{зв} / (\Phi_d * K_{вн}), \text{ шт.} \quad (5.2)$$

де, $T_{зв}$ – трудомісткість на річну програму для відповідного виду робіт, н годин;

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання норм 1,1;

Φ_d – дійсний фонд часу робіт устаткування за рік, який визначається за формулою:

$$\Phi_d = [(D_k - D_{вп}) * 8 - 4_{пп}] * K_{рем}, \quad (5.3)$$

де: D_k – календарні дні, шт.

$D_{вп}$ – вихідні й святкові дні, шт.

$4_{пп}$ – години передсвяткові, год.

8- тривалість робочого дня, год.

$K_{рем}$ – коефіцієнт, що враховує простої на ремонт (0,93.....0,95).

$$\Phi_d = [(366 - 119) * 8 - 4] * 0,95 = 1873,4 \text{ годин}$$

Визначаємо кількість стендів для складання:

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

$$N_{\text{стенд}} = T_{\text{сб}} / \Phi_{\text{д}} * K_{\text{вн}} * K_{\text{роб}} = 377/1873,4 * 1,1 * 1 = 0,22, \text{ приймаю 1 шт.} \quad (5.4)$$

де, $T_{\text{сб}}$ - річна трудомісткість складання - 377 н/год.;

$\Phi_{\text{д}}$ - дійсний фонд часу робіт устаткування за рік - 1873,4 годин;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норм 1,1;

$K_{\text{роб.}}$ – кількість основних робітників, $K_{\text{роб.}} = 1$ чол.

Визначаємо кількість зварювального обладнання:

$$N_{\text{зв}} = T_{\text{зв}} / (\Phi_{\text{д}} * K_{\text{вн}}) = 1273/1873,4 * 1,1 = 0,61, \text{ приймаю 1 шт.}$$

де, $T_{\text{сб}}$ - річна трудомісткість зварювання - 1273 н/год.;

$\Phi_{\text{д}}$ - дійсний фонд часу робіт устаткування за рік - 1873,4 годин;

$K_{\text{вн}}$ – коефіцієнт виконання норм 1,1;

Визначаємо відсоток завантаження обладнання за формулою:

$$\eta_{\text{зав}} = \frac{N_p}{N_n} \cdot 100\% \quad (5.5)$$

N_p - розрахункова кількість обладнання, шт.;

N_n - прийнята кількість обладнання, шт.

Визначаємо відсоток завантаження стендів:

$$\eta_{\text{стенд}} = \frac{N_p}{N_n} \cdot 100\% = 0,22/1 * 100\% = 22\%$$

N_p - розрахункова кількість обладнання - 0,22 шт.;

N_n - прийнята кількість обладнання - 1 шт.

Визначаємо відсоток завантаження зварювального обладнання:

$$\eta_{\text{зв.}} = \frac{N_p}{N_n} \cdot 100\% = 0,61/1 * 100\% = 61\%$$

N_p - розрахункова кількість обладнання - 0,61 шт.;

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

$N_{\text{п}}$ - прийнята кількість обладнання - 1 шт.

5.3 Розрахунок необхідної кількості працюючих

Загальна чисельність працюючих підрозділяється на промислово-виробничий персонал і непромисловий персонал.

Промислово-виробничий персонал - це працівники підприємства, зайняті в сфері його основної виробничої діяльності.

У відповідність з виконуваними функціями промислово-виробничий персонал розділяється на наступні категорії: робітники, інженерно-технічні працівники (ІТП), службовці.

Робітники поділяються на 2 групи:

1. Основні (виробничі) робітники - це працівники, що беруть безпосередню долю в здійсненні виробничих процесів по випуску продукції.

2. Допоміжні робітники - це працівники, що безпосередньо не зв'язані з виконанням виробничих процесів, а і забезпечують їх виконання.

До ІТП відносяться співробітники, що здійснюють технічне керівництво діяльності підприємства.

Службовці - це працівники, що здійснюють адміністративно-господарську діяльність і канцелярсько-конструкторську діяльність [8].

5.3.1 Розрахунок чисельності основних робітників

Для рохрахунку чисельності основних робітників, використовуємо відкоректований техпроцес, де визначена трудомісткість та графік роботи підприємства на 2014рік.

Чисельність основних робітників визначається по формулі:

$$Ч_{\text{осн}} = T_{\text{год}} / \Phi_{\text{д}} * K_{\text{вн}}, \text{чол.} \quad (5.6)$$

де, $T_{\text{сум}}$ – сумарна трудомісткість виробничої програми - 1650 н/год.:

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Φ_d – дійсний фонд робочого години працівника 1820,2 год.;

$K_{зн}$ – коефіцієнт виконання норм 1,1.

Таблиця 5.3 - Вихідні дані для дійсний фонд робочого часу працівника приводимо в табличній формі.

Показники	Умовна позначка	Арифметична дія
1. Календарний фонд, днів	Φ_k	366
2. Вихідні і свята, днів	$K_{вих}$	119
3. Передсвяткові дні, днів	$K_{пред}$	7
4. Тривалість робочого дня, годин		8
5. Загальні втрати робочого часу у передсвяткові дні, годин	$K_{предч}$	4
6. Коефіцієнт простою (підготовка до праці)	K_p	0,95
7. Дійсний фонд робочого години, год	Φ_d	1820,2

Дійсний фонд робочого часу визначаємо за формулою:

$$\Phi_d = [(\Phi_k - K_{вих} - K_{пред}) * 8 - K_{предч}] * K_p, \quad (5.7)$$

де, Φ_k - календарний фонд -366 днів;

$K_{вих}$ - кількість вихідних і святкових днів - 119 днів;

$K_{пред}$ - кількість передсвяткових днів - 7 днів;

8 - тривалість робочого дня, год.;

$K_{предч}$ - загальні втрати робочого часу у передсвяткові дні- 4 год.;

K_p - коефіцієнт простою (підготовка до праці) - 0,95.

$$\Phi_d = [(366 - 119 - 7) * 8 - 4] * 0,95 = 1820,2 \text{ год.}$$

Визначаємо чисельність основних працівників:

$$Ч_{осн.} = 1650/1820,2 * 1,1 = 0,82, \text{ приймаю 1 чол.}$$

де, $T_{сум}$ – сумарна трудомісткість виробничої програми - 1650 н/год.;

Φ_d – дійсний фонд робочого години працівника 1820,2 год.;

$K_{зн}$ – коефіцієнт виконання норм 1,1.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

5.4 Розрахунок витрат на заробітну платню основних робітників

$$C_3 = T_n * C_p, \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де: T_n - повна трудомісткість по ремонту гребного гвинта на одну одиницю виробу

$$T_n = 1,65 \text{ н/год.};$$

C_p - тарифна ставка робочих 3-го розряду $C_p = 56 \text{ грн./н-год.}$ (за даними ХДЗ «Палада»)

$$C_3 = 1,65 * 56 = 92,4 \text{ грн.}$$

5.5 Поняття собівартості та калькуляції

Собівартість - це витрати підприємства в грошовому вираженні на виготовлення продукції.

Калькуляція - це витрати на виготовлення одиниці виробу або виконання одиниці робіт, тобто собівартості одиниці готової продукції.

Відображаючи рівень витрат на виробництво собівартість комплексно характеризує ступінь використання всіх ресурсів підприємства, а також рівень використання техніки, технології та організації виробництва.

Собівартість продукції є не тільки найважливішою економічною категорією, але і якісним показником, на підставі якого можна судити про ефективність використання підприємством різноманітних видів ресурсів, а також про рівень організації праці на підприємстві. Як економічна категорія собівартість продукції виконує ряд найважливіших функцій:

1. Урахування і контроль усіх витрат на випуск і реалізацію продукції;
2. Є базою для формування цін на продукцію підприємства, розрахунку прибутку і рентабельності;
3. Економічне обґрунтування доцільності вкладення реальних інвестицій на реконструкцію, технічне переозброєння і розширення діючого підприємства;
4. Один із показників ефективності виробництва у частині спожитих ресурсів;

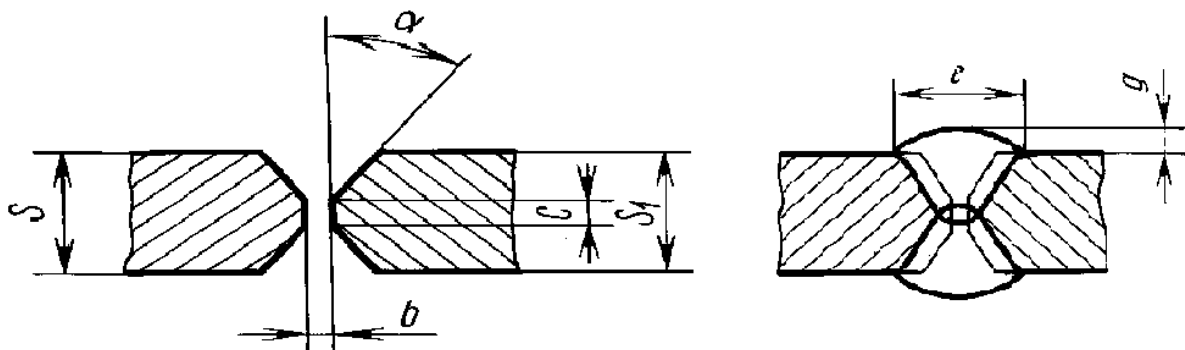
					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

5. Визначення оптимального обсягу продукції;
6. Використовується при економічному обґрунтування прийняття рішень [8].

5.5.1 Розрахунок витрат по основних і допоміжних матеріалах

Розрахунок маси наплавленого металу

Конструктивні елементи підготовки кромки і розміри зварювальних швів, виготовлених механізованим зварюванням $Ar + CO_2$ (ГОСТ 14771-76 С25)



$$S = 18 \text{ мм}; b = 1^{\pm 1} \text{ мм}; \alpha = 20^{\pm 2^0}; c = 1^{\pm 1} \text{ мм}; e = 12^{\pm 2} \text{ мм}; g = 1^{\pm 1} \text{ мм}$$

Рисунок 5.1 - Розрахунок геометричних параметрів зварювальних з'єднань

Визначаємо площу наплавленого металу при приварюванні відливки:

$$F_{\text{від}} = F_1 * 2 + F_2 * 4 + F_3, \text{ см}^2 \quad (5.9)$$

$$F_1 = e * g * 0,75, \text{ см}^2 \quad (5.10)$$

$$F_1 = 12 * 1 * 0,75 = 9 \text{ мм}^2 = 0,09 \text{ см}^2$$

$$F_2 = (S - c)/2 * (e - b)/2 * \text{tg} 20^0, \text{ см}^2 \quad (5.11)$$

$$F_2 = (18 - 1)/2 * (12 - 1)/2 * 0,36 = 16,83 \text{ мм}^2 = 0,17 \text{ см}^2$$

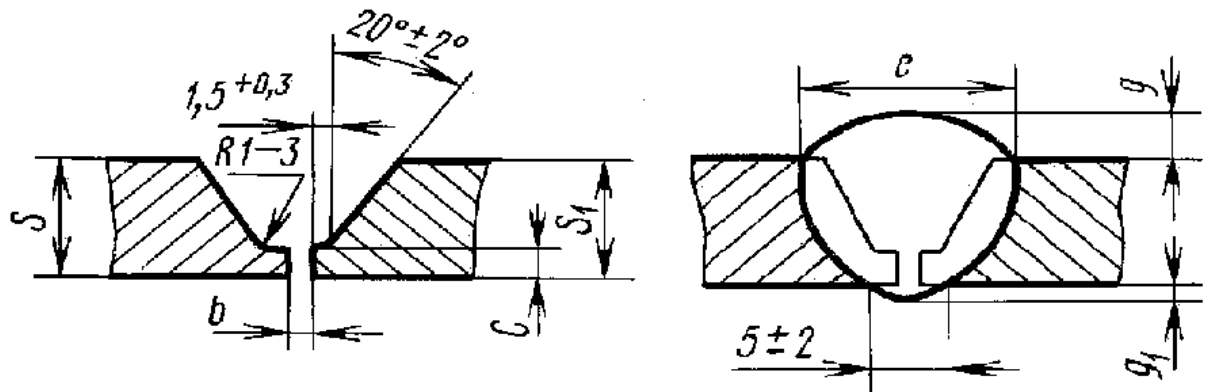
$$F_3 = S * b, \text{ см}^2 \quad (5.12)$$

$$F_3 = 18 * 1 = 18 \text{ мм}^2 = 0,18 \text{ см}^2$$

$$F_{\text{від}} = 0,09 * 2 + 0,17 * 4 + 0,18 = 1,04 \text{ см}^2$$

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Конструктивні елементи підготовки кромки і розміри зварювальних швів, виготовлених механізованим зварюванням Ar + CO₂ (ГОСТ 14771-76 С22)



$$S = 15 \text{ мм}; b = 0 \pm 1 \text{ мм}; \alpha = 20^{\pm 2^0}; c = 3,5 \pm 0,5 \text{ мм}; e = 16^{\pm 2} \text{ мм}; g = 2 \pm 1 \text{ мм};$$

$$R = 1 - 3 \text{ мм}$$

Рисунок 5.2 - Розрахунок геометричних параметрів зварювальних з'єднань

Визначаємо площу наплавленого металу при заварюванні тріщини:

$$F_{\text{тр}} = S \cdot b + 1,57 \cdot R^2 + (S - c - R)2R + (S - c - R)^2 \text{tg} \alpha + 0,75(e \cdot g) \quad (5.13)$$

$$F_{\text{тр}} = 15 \cdot 0 + 1,57 \cdot 2^2 + (15 - 3,5 - 2)2 \cdot 2 + (15 - 3,5 - 2)^2 \text{tg} 20^0 + 0,75(16 \cdot 2) = 101 \text{ мм}^2 = 1,01 \text{ см}^2$$

Маса наплавленого металу всієї конструкції визначається за формулою:

$$m_H = \Sigma l_{\text{ш}} \cdot \Sigma S_{\text{ш}} \cdot \rho \quad (5.14)$$

де: $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ - щільність наплавленого металу;

$\Sigma l_{\text{ш}}$ - сумарна довжина всіх зварних швів - 27 см:

$$\Sigma l_{\text{ш}} = l_{\text{тр}} + l_{\text{від}} = 100 + 170 = 270 \text{ мм} = 27 \text{ см} \quad (5.15)$$

$l_{\text{тр}}$ - довжина зварного шва тріщини 100 мм;

$l_{\text{від}}$ - довжина зварного шва відливки 170 мм.

$\Sigma S_{\text{ш}}$ - сумарна площа перетину шва - 2,05 см²

$$\Sigma S_{\text{ш}} = F_{\text{тр}} + F_{\text{від}}, \text{ см}^2 \quad (5.16)$$

$F_{\text{тр}}$ - площа наплавленого металу при заварюванні тріщини, см²;

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

$F_{\text{від}}$ - площа наплавленого металу при приварюванні відливки, см^2 .

$$\Sigma S_{\text{ш}} = 1,04 + 1,01 = 2,05 \text{ см}^2$$

Сумарна маса наплавленого металу:

$$m_H = 27 * 2,05 * 7,8 = 431,7 \text{ гр.} = 0,4317 \text{ кг}$$

Кількість наплавленого металу на 1 погонний метр шва:

$$m_H = 100 * 2,05 * 7,8 = 1599 \text{ гр.} = 1,599 \text{ кг}$$

Розрахунок витрат на матеріали

Затрати на ацетилен:

$$C_{\text{ац.}} = V_{\text{ац.}} \cdot L \cdot R_4 \quad (5.17)$$

$V_{\text{ац.}} = 0,08 \text{ м}^3/\text{м}$ при $\delta = 18 \text{ мм}$ – затрати ацетилену при строганні 1 пог. м шва [9];

$L = 0,27 \text{ м}$, - довжина швів для стругання;

$R_4 = 234,4 \text{ грн./м}^3$ - вартість ацетилену;

$$C_{\text{ац.}} = 0,08 * 0,27 * 234,4 = 5,06 \text{ грн.}$$

Затрати на кисень:

$$C_{\text{кис}} = V_{\text{кис}} \cdot L \cdot R_3 \quad (5.18)$$

$V_{\text{кис}} = 0,5 \text{ м}^3/\text{м}$ при $\delta = 18 \text{ мм}$ – затрати кисню при строганні 1 пог. м шва [9];

$L = 0,27 \text{ м}$, - довжина швів для стругання;

$R_3 = 78.2 \text{ грн./м}^3$ – вартість кисню

$$C_{\text{кис.}} = 0,5 * 0,27 * 78.2 = 10,5 \text{ грн.}$$

Затрати на зварювальний дріт:

$$C_{\text{др}} = \frac{S_{\text{ш}} \cdot L \cdot \gamma \cdot K_{\text{мех.}} \cdot R_1}{1000} \quad (5.19)$$

$S_{\text{ш}}$ - площа перетину шва $2,05 \text{ см}^2$;

$L = 27 \text{ см}$ – довжина зварних швів;

$\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$ - щільність наплавленого металу;

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

$K_{мех.} = 1,06$ – коефіцієнт втрат на угар та розбризкування при механізованому зварюванні;

$R_1 = 76,92$ грн./кг – вартість дроту діаметром 1.2 мм марки Св-08Г2С

$$C_{др} = \frac{2,05 \cdot 27 \cdot 7,8 \cdot 1,06 \cdot 76,92}{1000} = 35,2 \text{ грн.}$$

Затрати на суміш газів Ar + CO₂:

$$C_{сум} = (T_{оп.} + T_{п.з.}) \cdot N_1 \cdot R_1 \cdot L \quad (5.20)$$

$N_1 = 0,6$ м³/год. – витрати захисного газу [9];

$R_1 = 178$ грн./м³ – вартість аргону.

$T_{оп.}$ - час горіння дуги визначається за формулою:

$$T_{оп.} = \frac{S_{ш} \cdot 100 \cdot \gamma}{I_{зв.} \cdot \alpha_n} \quad (5.21)$$

$S_{ш}$ - площа перетину шва 2,05 см²;

$\gamma = 7,8$ г/см³ - щільність наплавленого металу;

$I_{зв.} = 250$ А – зварювальний струм;

$\alpha_n = 13$ гр/А*год. – коефіцієнт наплавлення.

$T_{п.з.}$ - час на підготовче – заключні операції, год. визначається за формулою:

$$T_{п.з.} = t_{п.з.} \cdot L \cdot n \quad (5.22)$$

$t_{п.з.} = 0.0033$ год. – підготовче – заключний час на продувку пальника до зварювання та підготовку місця зварювання при виконанні 1 м шву;

$L = 0,27$ м – довжина зварних швів;

$n = 3$ – кількість проходів

$$T_{п.з.} = 0,0033 \cdot 0,27 \cdot 3 = 0,0027 \text{ год.}$$

$$T_{оп.} = \frac{2,05 \cdot 100 \cdot 7,8}{250 \cdot 13} = 0,492 \text{ год.}$$

$$C_{сум} = (0,492 + 0,0027) \cdot 0,6 \cdot 178 \cdot 0,27 = 14,26 \text{ грн.}$$

Визначення витрат на матеріали для ремонту гребного гвинта:

$$C_{мат} = C_{ац} + C_{кис} + C_{др} + C_{сум} \quad (5.23)$$

$$C_{мат} = 5,06 + 10,5 + 35,2 + 14,26 = 65,02 \text{ грн.}$$

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Затрати на електроенергію:

$$C_{ел} = \frac{S_{ш} \cdot L \cdot \gamma \cdot K_{мех.} \cdot Q_3 \cdot c_3}{1000} \quad (5.24)$$

$S_{ш}$ - площа перетину шва 2,05 см²;

$L = 27$ см - довжина швів;

$\gamma = 7,8$ г/см³ - щільність наплавленого металу;

$K_{мех.} = 1,06$ – коефіцієнт втрат на угар та розбризкування при механізованому зварюванні;

$Q_3 = 4$ кВт*год./кг – затрати електроенергії при механізованому зварюванні в захисних газах від випрямляча;

$c_3 = 4,32$ грн. – вартість 1 кВт*год.

$$C_{ел} = \frac{2,05 \cdot 27 \cdot 7,8 \cdot 1,06 \cdot 4 \cdot 4,32}{1000} = 7,9 \text{ грн.}$$

5.6 Розрахунок витрат на амортизаційні відрахування

Витрати на амортизаційні відрахування залежать від кількості і вартості устаткування, норми річних амортизаційних відрахувань, коефіцієнта завантаження, трудомісткості виконання операцій техпроцесу визначається по формулі:

$$C_{а заг} = C_{а зв} + C_{а ст.} \quad (5.25)$$

Амортизаційні відрахування на зварювальне обладнання:

$$C_{а зв} = \frac{T_n \cdot N \cdot T_o \cdot A_o}{\Phi_d \cdot K_{сер} \cdot 100}, \text{ грн.} \quad (5.26)$$

де: T_n - повна трудомісткість по ремонту одного гребного гвинта - 1,65 н/год.;

N - кількість устаткування, $N = 1$ шт.;

T_o - вартість зварювального напівавтомату КП 018 із джерелом живлення КИУ 301

$T_o = 35000$ грн/шт.;

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

A_o - норма річних амортизаційних відрахувань, $A_o = 16,6$;

Φ_d - ефективний річний фонд часу роботи, $\Phi_d = 1873,4$ годин;

$K_{сер}$ - середній коефіцієнт завантаження обладнання, $K_{сер} = 0,61$.

$$C_a = \frac{1,65 \cdot 1 \cdot 35000 \cdot 16,6}{1873,4 \cdot 0,61 \cdot 100} = 8,4 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування для стану:

$$C_{a \text{ ст}} = \frac{T_n \cdot N \cdot T_o \cdot A_o}{\Phi_d \cdot K_{сер} \cdot 100}, \text{ грн.}$$

де: T_n - повна трудомісткість по ремонту одного гребного гвинта - 1,65 н/год;

N - кількість устаткування, $N = 1$ шт.;

T_o - вартість стану $T_o = 5000$ грн./шт.;

A_o - норма річних амортизаційних відрахувань, $A_o = 16,6$;

Φ_d - ефективний річний фонд часу роботи, $\Phi_d = 1873,4$ годин;

$K_{сер}$ - середній коефіцієнт завантаження обладнання, $K_{сер} = 0,22$.

$$C_a = \frac{1,65 \cdot 1 \cdot 5000 \cdot 16,6}{1873,4 \cdot 0,22 \cdot 100} = 3,3 \text{ грн.}$$

$$C_{a \text{ заг}} = 8,4 + 3,3 = 11,7 \text{ грн.}$$

5.7 Економічна ефективність ремонту гребного гвинта

$$C_v = C_{\text{мат}} + C_{\text{від}} + C_{\text{ел}} + C_z + C_a \text{ грн.} \quad (5.27)$$

$C_{\text{мат}}$ - затрати на матеріали – 65.02 грн.;

$C_{\text{від}}$ - вартість виготовлення відливки - 1050 грн (за даними ТОВ "СМАРТ-МЕРІТАЙМ ГРУП");

$C_{\text{ел}}$ - затрати на електроенергію – 7.9 грн.;

C_z - затрати на заробітну платню основних робітників - 92,4 грн.;

C_a - амортизаційні відрахування - 11,7 грн..

$$C_v = 65.02 + 1050 + 7.9 + 92,4 + 11,7 = 1227.02 \text{ грн.}$$

Економічний ефект при ремонті 1 гребного гвинта визначаємо за формулою:

$$E = C_{\text{виг}} - C_v, \text{ грн.} \quad (5.28)$$

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

де: $C_{\text{виг}}$ - вартість виготовлення 1 гребного гвинта $C_{\text{виг}} = 25000$ грн. (за даними ТОВ "СМАРТ-МЕРІТАЙМ ГРУП")

$C_{\text{в}}$ - сума витрат на ремонт 1 гребного гвинта $C_{\text{в}} = 1227,02$ грн.

$$E = 25000 - 1227,02 = 23772,98 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку економічної ефективності при ремонті одного гребного гвинта приведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Результати розрахунку економічної ефективності при ремонті одного гребного гвинта

Статті калькуляції, грн.	Сума
01. Затрати на матеріали, $C_{\text{мат}}$	65,02
02. Затрати на електроенергію, $C_{\text{ел}}$	7,9
03. Затрати на з/п основних робітників, $C_{\text{з}}$	92,4
04. Витрати амортизаційні відрахування, $C_{\text{а}}$	11,7
05. Вартість виготовлення відливки, $C_{\text{від}}$	1050
06. Сума витрат, $C_{\text{в}}$	1227,02
07. Вартість виготовлення гребного гвинта, $C_{\text{виг}}$	25000
08. Економічний ефект від виконання ремонту гребного гвинта на механізованій ділянці, $E = C_{\text{виг}} - C_{\text{в}}$	23772,98

5.8 Висновки

Економічний ефект від виконання ремонту гребного гвинта складає 23772,98 грн.

Загальні висновки за дипломним проектом

Таким чином, проаналізувавши базовий технологічний процес ремонту гребних гвинтів у дипломному проекті було розроблено основні положення, по застосуванню зварювання при ремонті тріщини та приварюванні відливки гребних гвинтів у повній відповідності із галузевими рекомендаціями ОП90.1866-76.

Для ремонту гребних гвинтів було обрано механізоване зварювання в середовищі $Ar + CO_2$ із застосуванням дроту марки Св-08Г2С. Тому, що ця суміш характеризується стабільним горінням дуги, мілкокапельним переносом електродного металу в зварювальну ванну, пониженим виділенням токсичних відходів. Шви виготовлені в суміші $Ar + CO_2$ відрізняються низьким складом газів і неметалевих включень, володіють більш високою стійкістю проти утворення внутрішньокристалізованих тріщин по зрівнянню зі зварюванням в CO_2 .

Розраховано режими зварювання виходячи з діаметру зварювального дроту та густини струму. За розрахованими режимами зварювання було обрано напівавтомат марки КП 018 із джерелом живлення КИУ 301.

Проведено дослідження зварного з'єднання на якість зварювання та на корозійну стійкість по відношенню до морської води. В результаті досліджень зварного з'єднання на корозійну стійкість було встановлено: в зварних з'єднаннях виконаних в CO_2 спостерігається посилена корозія металу шву. Швидкість корозії металу шву вище, ніж основного металу. Корозійна стійкість зварних з'єднань, виконаних в сумішах $Ar + 20\% CO_2$ рівноцінна корозійної стійкості основного металу.

Технологічний процес по ремонту гребних гвинтів формувався на основі використання спеціалізованого устаткування за досвідом Одеського судноремонтного заводу та інших підприємств. Розроблено всі складові технологічного процесу.

Проведено аналіз потенційно небезпечних та шкідливих факторів при ремонті гребних гвинтів розроблені заходи щодо їх усунення або зниження відповідно до нормативних вимог.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

Виконано розрахунок природного освітлення цеху, за результатами якого виражається доцільність встановлення трьох вікон з шириною 1,5 м і висотою 4 м кожне.

Розраховано економічний ефект від впровадження технології ремонту гребних гвинтів.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. ПЗ.	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список джерел інформації

1. Федоров, В.Ф. Организация и технология судоремонта: учебное пособие [Текст] / В.Ф. Федоров, Б.Д. Губанов. - М. Транспорт, 1987. - 334 с.
2. Ситченко, Н.К. Общее устройство судов: справочник [Текст] / Н.К.Ситченко. - Л.: Судостроение, 1987. - 318 с.
3. Русецкий, А.А. Судовые движители: учебное пособие [Текст] / А.А. Русецкий, М.М. Жученко, О.В. Дубравин. - Л.: Судостроение, 1990. - 288 с.
4. Галушкина, В.Н. Технология производства сварных конструкций: учебное пособие [Текст] / В.Н. Галушкина. - Л.: Академия, 2011. - 192 с.
5. Милютин, В.С. Источники питания и оборудование для электрической сварки плавлением: учебное пособие [Текст] / В.С. Милютин, Р.Ф. Катаев. - Л.: Академия, 2010. - 368 с.
6. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.92 р.; №2694//Ліга -Закон.
7. Гитлевич, А.Д. Автоматизация и контроль качества в сварочном производстве: учебное пособие [Текст] / А.Д. Гитлевич. - Л.: Высшая школа, 1991. - 350 с.
8. Карпей, Т.В. Экономика, организация и планирование судостроительного производства «Судостроение»: учебное пособие [Текст] / Т.В. Карпей. – Минск: "Дизайн ПРО", 2004. - 250 с.
9. Николаев, А.А. Газовая сварка и резка металлов: учебное пособие [Текст] / А.А. Николаев, А.И. Герасименко. - Л.: Феникс, 2008. - 248 с.
10. Жидецкий, В.Ц. Основы охорони праці: підручник [Текст] / В.Ц. Жидецкий. - Львів: Афіша, 2002. - 320 с.
11. Жидецкий, В.Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів: навчальний посібник [Текст] / В.Ц. Жидецкий. - Львів: Афіша, 2000. - 176 с.
12. ДНАОП 0.00-1.31-99. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин [Текст] / . - К., 1999. - 111 с.
13. Купчик, М.П. Охорона праці: лабораторний практикум [Текст] / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Гандзюк, І.Ф. Степань, В.Н. Вендиханський, А.М. Литвиненко, О.В. Іваненко. - К.: Основа, 1998. - 224 с.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86

14. Тубальцев, А.М. Виробниче освітлення та його розрахунок: навчальний посібник [Текст] / А.М. Тубальцев. - Миколаїв: УДМТУ, 2001. - 84 с.

15. Щедролосєв, О.В. Основи охорони праці: лабораторний практикум [Текст] / О.В. Щедролосєв, Л.Л. Моїсеєнко, Ю.К. Яглицький. - Херсон: Айлант, 2005. - 84.

16. Потапьевский, А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом [Текст] / А.Г. Потапьевский. - М.: Машиностроение, 1974. - 240 с.

17. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра за напрямом підготовки 6.050504 "Зварювання" /С. В. Драган, Г. В. Єрмолаєв, Ж. Г. Голобородько, М. В. Матвієнко, С. А. Лой, В. Я. Сагань. – Миколаїв : НУК, 2015. – 69 с.

18. 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.

					ДП. 131. 4121ст. 01. 05. ПЗ.	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87