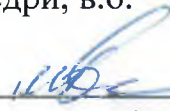


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля

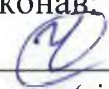
«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри, в.о.

Бобров М.М. 
(підпис)

«22» грудня 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»
на тему:

«Дослідження необхідних параметрів малого промислово-транспортного судна
для району дельти Дунаю та пропозиція основних конструктивних рішень»
(«Research of the necessary parameters of a small industrial transport vessel for the
Danube Delta area and the proposal of basic design solutions»)

Виконав: студент 6116м групи
 Чамата М.С.
(підпис)

Керівник роботи: доцент кафедри, к.т.н.
 Кузнецов А.І.
(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально-науковий інститут
Кафедра будівельної механіки та конструкції корпусу корабля
Спеціальність 135 «Суднобудування»
Освітньо-професійна програма «Конструювання та міцність корпусу суден і
плавучих споруд»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Гарант освітньої програми
д.т.н, професор Коростильов Л.І.
“ ” _____ 2025 року.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти магістра

Студенту Чаматі Миколі Сергійовичу

1. Тема роботи: «Дослідження необхідних параметрів малого промислово-транспортного судна для району дельти Дунаю та пропозиція основних конструктивних рішень» («Research of the necessary parameters of a small industrial transport vessel for the Danube Delta area and the proposal of basic design solutions»).

2. Термін подання роботи _____ 20.12.2025 _____.

3. Вихідні дані по роботі:

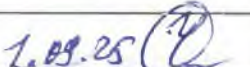
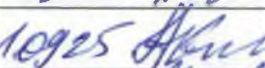
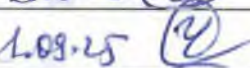
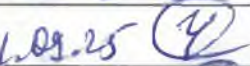
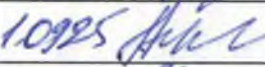
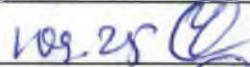
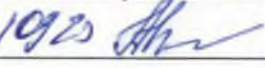
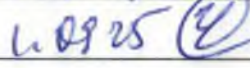
1. Правила Класифікаційних товариств щодо побудови малих суден;
2. Аналіз існуючих типів малих суден з ПЕВЩ;
3. Аналіз особливостей конструкцій корпусу малих суден з ПЕВЩ.

4. Перелік питань, що належать до розробки

1. Аналіз можливостей використання розглянутого матеріалу для вирішення поставленої задачі.
2. Аналіз архітектурно-конструктивних типів малих суден з ПЕВЩ;
3. Аналіз досліджень і публікацій;
4. Проектування перспективного судна для використання в розглянутих умовах.
5. Охорона праці.

5. Перелік презентаційних матеріалів: Презентація, виконана в середовищі PowerPoint

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Кузнєцов А.І.	10.09.25 	1.09.25 
2	Кузнєцов А.І.	10.09.25 	1.09.25 
3	Кузнєцов А.І.	10.09.25 	1.09.25 
4	Кузнєцов А.І.	10.09.25 	1.09.25 
5	Кузнєцов А.І.	10.09.25 	1.09.25 

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз можливостей використання розглянутого матеріалу для вирішення поставленої задачі.	22.09.2025	виконано
2	Аналіз архітектурно-конструктивних типів малих суден з ПЕВЩ;	13.10.2025	виконано
3	Аналіз досліджень і публікацій	03.11.2025	виконано
4	Проектування перспективного судна для використання в розглянутих умовах	24.11.2025	виконано
5	Охорона праці	12.12.2025	виконано

Студент  Чамата М.С.

Керівник роботи  Кузнєцов А.І.

АНОТАЦІЯ

У магістерській роботі розглянуті проблеми оновлення промислового флоту для використання в специфічних умовах дельти Дунаю, що мають технічний, фінансовий та інфраструктурний характер.

Метою роботи є аналізі існуючих суден, що мають конструкції з HDPE та надання пропозиції створення човна з HDPE для оновлення риболовного флоту в дельті Дунаю.

У роботі проведений аналіз сучасного стану, що склалася в галузі малого флоту та проблеми оновлення промислового флоту для використання в специфічних умовах дельти Дунаю. Викладені вимоги до суден, що покликані замінити існуючі. Проведений аналіз сучасних матеріалів з яких виготовляють малі судна та обрано матеріал, поліетилену високої щільності, для виготовлення човнів для заміни застарілого флоту.

Також проаналізований світовий досвід використання поліетилену високої щільності для виготовлення малих суден.

В результаті роботи було створено цифрова модель човна, що здатен вирішити перераховані проблеми.

Ключові слова: , поліетилену високої щільності, судно, Дунай, човен.

SUMMARY

The master's thesis examines the problems of updating the industrial fleet for use in the specific conditions of the Danube Delta, which are of a technical, financial and infrastructural nature.

The aim of the work is to analyze the existing vessels with HDPE structures and to provide a proposal for the creation of a HDPE boat for the renewal of the fishing fleet in the Danube Delta

The study provides an analysis of the current state of the small craft industry and the problems associated with renewing the commercial fleet for the specific conditions of the

Danube Delta. It outlines the requirements for vessels intended to replace existing ones. Furthermore, an analysis of modern materials for small craft construction was conducted, leading to the selection of High-Density Polyethylene (HDPE) as the primary material for replacing the aging fleet.

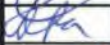
The thesis also examines global experience in utilizing High-Density Polyethylene for small vessel manufacturing.

As a result of the research, a digital model of a boat was developed, capable of addressing the aforementioned challenges.

Keywords: *High-Density Polyethylene (HDPE), vessel, Danube, boat.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. Аналіз можливостей використання розглянутого матеріалу для вирішення поставленої задачі	10
2. Аналіз архітектурно-конструктивних типів малих суден з ПЕВЩ	21
2.1 Аналіз світових тенденцій щодо розвитку малого суднобудування з ПЕВЩ	22
2.2 Фактори, що впливають на формування архітектурно-конструктивних типів малих суден з поліетилену високої щільності.	31
3. Аналіз досліджень і публікацій	38
4. Проектування перспективного судна для використання в розглянутих умовах	55
4.1 Особливості визначення міцних розмірів корпусних конструкцій	56
4.2 Розрахунок міцності основних елементів.	58
5. Охорона праці	63
5.1 Аналіз особливостей небезпечних та шкідливих факторів, що виникають при виробництві малих суден з ПЕВЩ	65
5.2 Розрахунок обсягу повітря на вентиляцію збирально-зварювального приміщення	67
5.3 Заходи з техніки безпеки	69
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

					19.МР.135.6116м.09.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Студент	Чамата М.С.									7	3
Керівник	Кузнєцов А.І.										
Консульт.											
Зав. Каф.	Бобров М.М.										
					НУК						

Вступ

Оновлення промислового флоту, особливо для використання в специфічних умовах дельти Дунаю, стикається з низкою системних проблем, що мають технічний, фінансовий та інфраструктурний характер.

Середній вік суден, зокрема флоту Українського Дунайського пароплавства (УДП), перевищує 40 років. Це призводить до високих експлуатаційних витрат, низької енергоефективності та частих поломок.



Проблеми риболовних човнів у дельті Дунаю тісно переплітаються із загальними викликами галузі рибальства в регіоні, старінням флоту та екологічними особливостями заповідної території. Більшість човнів, що використовуються місцевими рибалками, мають великий вік (часто понад 30-40 років), що призводить до низької надійності, частих поломок і високих

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		8

витрат на ремонт та обслуговування. Частина з цих човнів непридатна для експлуатації, тому існує необхідність швидкої їх заміни. Для багатьох мешканців придунайських сіл (наприклад, Вилкове) рибальство є основним або єдиним джерелом доходу. Тому обмежені фінансові можливості вимагають якомога дешевші човни.

Човни з АМг дорогі, а човни з дерева потребують значних вкладень під час експлуатації. Тому доцільно використовувати альтернативні конструкційні матеріали, враховуючи той факт, що заміни потребують близько 600 човнів.

Існують переконливі обґрунтування ефективності їх застосування для окремих типів суден малого флоту. У практиці світового малого суднобудування досить давно використовується у якості матеріалу корпусних конструкцій поліетилен високої щільності.

Постановка задачі. На даний час, при проектуванні малих суден з конструкціями із поліетилену високої щільності (HDPE), виникає ряд проблем пов'язаних з визначенням міцних розмірів корпусних конструкцій. Проблеми пов'язані з відсутністю формалізованих вимог до параметрів конструкцій в нормативних документах, таких як Вимоги Класифікаційних органів, у тому числі міжнародних стандартів ISO групи Small craft. Існують попередні вимоги для суден з HDPE у Турецькому Ллойді (TL). Ситуація з сертифікацією малих суден з конструкціями із HDPE на даний час передбачає процедуру спеціального розгляду класифікаційними органами, що створює певні перешкоди для поширення даного матеріалу в малому суднобудуванні. Враховуючи зазначене вважається доцільним створення та затвердження класифікаційними структурами інженерних алгоритмів визначення параметрів конструкцій суднового корпусу.

Мета роботи. Полягає в аналізі існуючих суден, що мають конструкції з HDPE та надання пропозиції створення човна з HDPE для оновлення риболовного флоту в дельті Дунаю.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		9

					19.МР.135.6116м.09.ПЗ.01			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Чамата М.С.				Аналіз можливостей використання розглянутого матеріалу для вирішення поставленої задачі	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Кузнецов А.І.						10	11
Консульт.						НУК		
Зав. Каф.	Бобров М.М.							

1. Аналіз можливостей використання розглянутого матеріалу для вирішення поставленої задачі

В сучасному формуванні малого флоту поряд з матеріалами, які перевірені практикою експлуатування такими як дерева, сталь і легкі сплави все більшого поширення набувають композиційні та матеріали групи термопластів. Їх порівняння тільки за параметрами міцності і вартості виготовлення конструкцій не є коректним. Необхідно розглядати всі аспекти створення та експлуатації конструкцій за весь термін життєдіяльності судна.

Вплив на формоутворення судна, що проектується, і експлуатаційні характеристики суттєво і, насамперед, залежить від відносної маси корпусних конструкцій. Відносна маса конструкцій значною мірою визначає свободу проектних рішень – чим менша маса конструкцій, тим більше можливостей збільшення дедвейту, підвищення швидкості тощо. Наведемо порівняння відносних мас (Табл. 1.) для матеріалів, які використовуються в малому суднобудуванні: сталь, легкий (алюмінієво-магнієвий) сплав, дерева, пластик (армований), армоцемент, поліетилен високої щільності (ПЕВЩ). Відносна маса корпусних конструкцій розглядається в еквівалентних за вимогами дотримання умов міцності.

Табл. 1.1. Порівняння відносних мас корпусних конструкцій

Сталь	Легкий сплав	Дерева	Пластик	Армоцемент	ПЕВЩ
1,0	0,6	0,7-1,1	0,5-0,7	1,2-1,75	0,64

Чинник вартості виготовлення корпусних конструкцій. У табл. 1.2 наведено відносні вартості виготовлення корпусних конструкцій малих суден із різних матеріалів (дані за верфями півдня України). Порівнювалися вартості одиниці маси конструкцій (\$/кг).

Табл. 1.2. Відносна вартість виготовлення корпусних конструкцій

№	Матеріал	Відносна вартість конструкцій*
1	Сталь (база)**	1,0
2	Легкий сплав	4,6-5,4 (2,76-3,24)***
3	Деревина	6,5-8,0 (5,53-6,8)***
4	Пластик	1,2-3,0 (0,84-2,1)***
5	Армоцемент	Дані відсутні
6	ПЕВЩ	2,19-2,63(1,4-1,68) ***

* Дані локальні та можуть відрізнятися від розташування верфей і податкової політики.

** Не розглядається плазмове напилення анодного покриття

*** Дані у дужках – з урахуванням коригування на відносну масу корпусних конструкцій

Чинник обслуговування конструкцій в експлуатації. Експлуатація суден, конструкції яких виготовлені з різних матеріалів суттєво відрізняється за обсягами ремонтів, обслуговування конструкцій, зовнішнім виглядом конструкцій у процесі експлуатації, отже, і за витратами на утримання. Співвідношення основних експлуатаційних характеристик конструкцій з різних матеріалів представлені в Табл. 1.3. Слід брати до уваги, що в цій таблиці колонка, що оцінює ремонт у разі пошкоджень, має на увазі пошкодження, пов'язані зі старінням конструкцій, і не бере до уваги аварійні пошкодження.

Табл. 1.3. Співвідношення основних експлуатаційних характеристик

Матеріал	Кап. ремонт	Ремонт у разі пошкоджень	Фарбування
Сталь (база)	1,0 (0,2)	1,0	1,0 (0,42-1,67)
Легкий сплав	0	4,6-5,4 (2,76-3,24)	0,67 (0,42-1,67)
Деревина	0	6,5-8,0 (5,53-6,8)	1,0-2,0 (0,42-1,67)
Пластик	0	1,2-3,0 (0,84-2,1)	0,2 (0,17-0,42)
Армоцемент	0	Нет данных	0,67 (0,42-1,67)
ПЕВЩ	0	0	0

Чинник ліквідності. За експертними оцінками відносна ліквідність малих суден може бути (за схемою, запропонованої у роботі [1]) у проміжку між ліквідністю судів зі сталевими і легко сплавними конструкціями. Див Табл. 1.4.

Табл. 1.4. Співвідношення характеристик ліквідності

Сталь	Легкий сплав	Деревина	Пластик	Армоцемент	ПЕВЩ
1,0	2	5+	0,5-	0	1,5

Чинник утилізації. Оцінка характеристик фактору утилізації наведена в Табл. 1.5.

Табл. 1.5. Співвідношення характеристик утилізації

Сталь	Легкий сплав	Деревина	Пластик	Армоцемент	ПЕВЩ
1 (0,05)*	5,4 (0,27)*	0,5 (0,025)*	-1 (-0,07)*	0,0	(0,025)*
* Дані у дужках – щодо вартості виготовлення корпусних конструкцій базового варіанта.					

Модель експлуатації корпусних конструкцій з ПЕВЩ (аналогічна наведеним у роботі [1]) є витрати на виготовлення конструкцій на початку життєвого циклу плюс реалізацію конструкцій як вторинної сировини в його кінці. Відносні витрати на виготовлення та експлуатацію корпусних конструкцій за повний життєвий цикл (порівняно з базовим варіантом сталевих конструкцій – вартість конструкцій прийнята за 1 наведені на момент введення судна в експлуатацію (див. Рис. 1.1). При цьому зазначимо, що термін служби корпусних конструкцій малих суден із конструкціями з ПЕВЩ на даний момент досить достовірно визначений бути не може (див. Табл. 1.6).

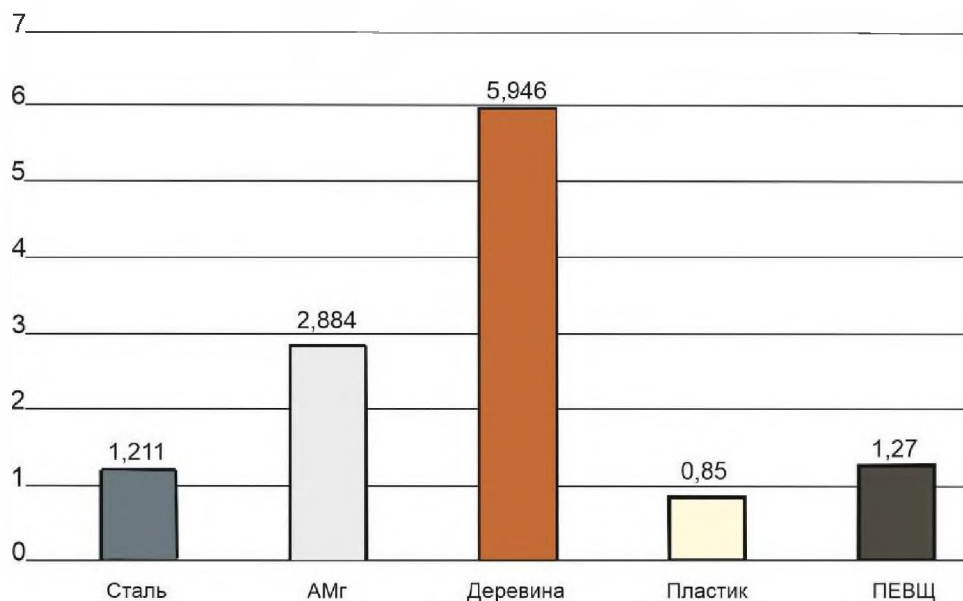


Рис. 1.1. Відносні витрати на виготовлення та експлуатацію конструкцій без урахування чинника терміну експлуатації для ПЕВЩ

Порівняння відносних термінів експлуатації конструкцій, виконаних з різних матеріалів, наведені в Табл. 1.6.

Табл. 1.6. Порівняння відносних строків служби корпусних конструкцій

Сталь	Легкий сплав	Деревина	Пластик	Армоцемент	ПЕВЩ
1,0	2+	1-4	0,5	2+	2+

Поліетилен низького тиску (ПЕВЩ) як корпусні конструкції малих суден є конкурентним і перспективним матеріалом для будівництва за темою проекту та претендує на тривалий термін експлуатації.

Поліетилен високої щільності – це синтетичний матеріал органічного походження, виготовлений на основі високомолекулярних з'єднань групи термопластів (поліолефіни), що утворюється при полімеризації карбоводневих з'єднань. Поліетилен високої щільності, полімер етилену, з лінійною будовою $(-CH_2 - CH_2)_n$, отриманий при низькому тиску.

Термопласти витримують багатократне нагрівання нижче температури деструкції та переробляються у вироби із застосуванням литва, зварювання, пресування. Разом з тим, поліетилен високої щільності старіє під дією підвищеної температури на повітрі, чутливий до ультрафіолетового випромінювання.

Особливості поліетилену високої щільності у якості матеріалу корпусних конструкцій малих суден викликані його властивостями. В інтересах дослідження розглядаються властивості матеріалу, що мають визначальне значення для проектування елементів корпусних конструкцій малих суден.

Корпуса суден виготовляють, зокрема, з листового поліетилену високої щільності методом зварювання. Властивості матеріалу марки PE-100, який виготовлений у відповідності до стандарту ISO 14632-1998 компанією

Röchling Industrial SE & Co.KG (Німеччина) наведено у Таблиці 1.7 Назва торгової марки матеріалу – Polystone.

Табл. 1.7. Властивості матеріалу марки PE-100.

Властивості HDPE	Значення	Одиниці виміру	Метод випробувань
Загальні властивості			
Щільність	0,955	г/см ³	DIN EN ISO 1183-1
Водопоглинання	< 0,01	%	DIN EN ISO 62
Горючість	HB	UL 94	-
Механічні властивості			
Границя текучості	25	МПа	DIN EN ISO 527
Відносне подовження при розриві	>50	%	DIN EN ISO 527
Модуль пружності при розтягуванні	1100	МПа	DIN EN ISO 527
Ударна в'язкість зразка з надрізом по Шарпі	10	кДж/м ²	DIN EN ISO 179
Твердість по Шору	63	шкала Д	DIN EN ISO 868
Коефіцієнт Пуасона	0,41	-	-
Термічні властивості			
Температура плавлення	133-135	°C	ISO 11357-3
Теплопровідність	0,40	Вт/(мК)	DIN 52612-1
Теплова потужність	1,90	кДж/(кгК)	DIN 52612
Коефіцієнт лінійного теплового розширення	150 – 230	10 ⁻⁶ К ⁻¹	DIN 53752

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.01

Лист

16

Робоча температура, довготривала	-50 – 80	°C	Середня
Робоча температура, короткотривала	100	°C	Максимальна
Температура теплової деформації	67	°C	DIN EN ISO 75, метод А
Міцність на згин	40	Н/мм ² (МПа)	ASTM D-790
Модуль пружності при вигині	750	Н/мм ² (МПа)	ASTM D-790
Твердість	Заявлене значення ±3	Шор D	-
Ударна міцність (випробування на падіння без надрізу)	Мін. 15	ДЖ/мм товщини	-
Ударна міцність з надрізом (маятникове випробування з надрізом)	Не крихке руйнування	Візуальний	-
Вміст пор	Мін. 15 Макс. 20	% від товщини	-
Ударна міцність на розрив зістареного матеріалу	Не крихкий злам мінімальна енергія перелому 1,0 Дж/см ³	Візуальний	-
Число в'язкості (знижена в'язкість)	157.8 до 398.3	мл/г	ISO 1628
Примітка. Інформація, що міститься в таблиці вище, зазначена при 23 °C.			

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.01

Лист

17

Наявні властивості матеріалу обумовлюють поведінку корпусних конструкцій та судна в цілому у ході експлуатації та мають бути враховані на етапі проектування, при визначенні міцних розмірів елементів корпусних конструкцій, забезпеченні взаємодії конструкцій, виготовлених з різних матеріалів.

Переваги та недоліки поліетилену високої щільності як матеріалу корпусних конструкцій малих суден наведено у Таблиці 1.8.

Таблиця 1.8.

Переваги	Недоліки
Мала питома вага матеріалу, що компенсує в конструкціях відносно невисоку міцність.	Відносно незначна міцність.
Висока спроможність до спротиву ударним навантаженням без залишкових деформацій і руйнувань. Особливості сприйняття матеріалом локальних навантажень призводять до перерозподілу напружень у зоні їх застосування та відновлення початкової форми конструкцій.	Високий коефіцієнт теплового розширення. Складність установки рушіїв із вало-лініями.
Позитивна плавучість конструкцій значно полегшує забезпечення непотоплюваності малого судна.	Суттєва залежність жорсткості від температури довкілля.
Стійкість матеріалу до корозії та обростання.	Спротив деградації матеріалу від ультрафіолетового випромінювання досягається включеннями технічного вуглецю – чорний колір конструкцій сприяє збільшенню терміну експлуатації судна.

Таблиця 1.8.(Продовження)

Переваги	Недоліки
Підлягає утилізації шляхом переробки у вторинний поліетилен.	Обмежені можливості щодо перевірки якості зварювання.
Короткі строки побудови серійних проєктів.	Зварні шви у підводній частині корпусу повинні бути безперервними.
Низька ефективна площа розсіювання.	Холоднотекучість.
Здатність самоущільнення в районі кульових отворів.	Наявність слідів від приварювання набору (зварювальні деформації).
Висока ремонтпридатність конструкцій у польових умовах.	Вимоги до чистоти у складальному приміщенні для забезпечення якості зварювання.
Екологічна чистота виробництва.	Неможливість фарбування поверхонь конструкцій обмежує можливості застосування дизайнерських рішень для суден.
Можливість комплектації суден недорогим обладнанням та ремонтним комплектом для ремонту конструкцій у польових умовах.	Ускладнення при встановленні елементів конструкцій з різних конструкційних матеріалів.

Враховуючи наведені особливості поліетилену високої щільності у сукупності, доцільність використання його у якості основного матеріалу корпусних конструкцій у суднобудуванні, на даний час, обмежується малими суднами службово-допоміжного, промислового, бюджетного рекреаційного флотів та морськими безекіпажними засобами спеціального призначення.

Усталена практика щодо застосування матеріалу провідними

виробниками, що буде детально розглянута у наступному розділі, підтверджує цей висновок.

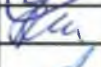
Разом з тим, зустрічаються приклади використання матеріалу, що виходять за рамки розповсюдженого, на даний час, погляду.

Так, зустрічаються приклади виконання проєктів малих суден з матеріалу, відмінних від чорного, кольорів. Можливо припустити, що незначні строки експлуатації та відсутність організації повноцінної дослідної експлуатації зразків, не дозволяють достатньо обгруновано оцінити наслідки застосування наведених рішень.

Обмеженість інформації щодо поведінки матеріалу у ході експлуатації через існуючу між виробниками конкуренцію суттєво ускладнює розуміння науково обгрунтованих меж використання ПЕВЩ при збільшенні головних розмірів суден, обмежень щодо температурного діапазону, можливостей і способів обробки деталей корпусу, конструктивних рішень застосування елементів корпусних конструкцій з матеріалів, що відрізняються за властивостями, покращення властивостей матеріалу, економічної ефективності його застосування.

Набуття нових знань, технологічних рішень та досвіду за наведеними напрямками досліджень безумовно призведе до суттєвого розширення ринкових можливостей щодо використання поліетилену високої щільності, враховуючи високі показники екологічності матеріалу.

Беручи до уваги зазначене, організація подальших досліджень особливостей поліетилену високої щільності у якості матеріалу корпусних конструкцій, вважається доцільною на повному життєвому циклі дослідних зразків, від задуму то утилізації.

					19.МР.135.6116м.09.ПЗ.02			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Чамата М.С.			Аналіз архітектурно-конструктивних типів малих суден з ПЕВЩ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Кузнєцов А.І.					21	17
Консульт.						НУК		
Зав. Каф.		Бобров М.М.						

2.1 Аналіз світових тенденцій щодо розвитку малого суднобудування з ПЕВЩ

Останнім часом динамічно розвивається світовий флот малих суден із конструкціями з поліетилену високої щільності (далі – ПЕВЩ/HDPE).

Переважно, але невиключно, зазначений матеріал використовується для малих суден службово-допоміжного флоту. Орієнтовний перелік типів суден, що виготовляються з HDPE наведено у Таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

№	Тип судна	
1	Aquaculture service boat	Службовий човен для аквакультури
2	Crew tender	Тендер для доставки екіпажу
3	Dive support boat	Човен підтримки дайвінгу
4	Harbor boat	Портовий човен
5	House boat	Плавучий дім
6	Hydrocopter	Гідрокоптер
7	Landing craft	Десантний човен
8	Leisure boat	Прогулянковий човен
9	Line handling	Роз'їзний катер
11	Patrol craft	Патрульний катер
12	Pilot boat	Лоцманське судно
13	Recreational boat	Прогулянковий човен
14	Rescue boat	Рятувальний катер
15	Research boat	Дослідницьке судно
16	Superyacht tender	Тендер обслуговування суперяхт
17	Safety vessel	Судно безпеки
18	Seismic survey	Судно сейсмічної розвідки
19	Service boat	Службовий катер
20	Support vessel	Допоміжне судно
21	Survey vessel	Оглядове судно
22	Waste collection boat	Човен для збору відходів
23	Work tender	Робочій тендер

Збільшується кількість та розширюється географія підприємств-виробників малих суден з HDPE, Таблиця 2.2.

Таблиця 2.2

№	Виробник	Країна
1.	AKUADAN	Турція
2.	AKUAKARE	Турція
3.	AK-YA	Турція
4.	ASAKUA	Турція
5.	BLACK workboats	Нідерланди
6.	HDPE BOATS	Турція
7.	Izmir shipyard	Турція
8.	LOYD shipyard	Турція
9.	Nektonbot	Турція
10.	Tideman boats	Нідерланди
11.	PLAST boat	Турція
12.	STREIT marine	ОАЕ
13.	TECHNOCAGE	Італія
14.	TJ BOATS	Польща
15.	TSBOATS	Естонія
16.	АДАМАНТ	Україна
17.	Гольфстрім	Україна
18.	МАРКО Лтд	Україна

Слід відзначити значну кількість турецьких компаній, що працюють у цьому сегменті ринку малого суднобудування.

Разом з тим, Українські підприємства малого суднобудування проявляють зацікавленість у використанні матеріалу та дотримуються світового тренду.

У таблиці 2.3 наведено розподіл типів суден у розрізі виробників. Наведений розподіл спирається на віднесення того чи іншого судна до відповідного типу, що було здійснено виробником. З цієї причини однакові або наближені за призначенням типи суден мають різну назву.

Таблиця 2.3

Виробник	AKUADAN	AKUAKARE	AK-YA	ASAKUA	BLACK workboats	HDPE BOATS	Izmir shipyard	LOYD shipyard	Nektonbot	Tideman boats	PLAST boat	STREIT marine	TECHNOCAGE	TJ BOATS	TSBOATS	АДАМАНТ	Гольфстрім	МАРКО Лтд
Тип Судна																		
Aquaculture service boat				+			+											
Ambulance boat											+							
Barge												+						
Crew tender	+								+	+	+						+	+
Diving support boat									+		+							
Harbor boat	+	+		+							+							
House boat							+				+							
Hydrocopter																		
Landing craft							+			+		+						+
Leisure boat											+			+	+		+	+
Line handling		+					+										+	
Patrol craft							+	+	+	+	+	+					+	+
Passenger boat											+			+				
Pilot boat							+	+	+	+	+						+	
Ponton		+					+									+		
Recreational boat					+						+			+	+		+	+
Rescue boat																		+
Research boat							+				+							
Superyacht tender																		
Safety vessel									+	+								
Seismic survey																		
Service boat	+	+	+	+			+		+									
Support vessel										+								
Survey vessel										+							+	
Waste collection boat		+																
Work boat											+	+			+	+		
Work tender	+	+	+	+	+		+							+			+	+

Разом з тим, відслідковується інша тенденція, що проявляється у зацікавленості виробників до проектування універсальних платформ та максимально широкого діапазону їх застосування для виконання різних за призначенням задач. Діапазон використання обмежується лише об'єктивно нереалізуємими у тактико-технічних характеристиках судна вимогами, що призводить до необхідності проектування іншої платформи.

Зазначене пояснюється прагненням виробників зменшити витрати на проектування, підготовку виробництва та освоєння випуску нових проєктів.

Найбільш яскравим представником цього підходу до проектування та побудови лінійки платформ є виробник Tideman boats, (Нідерланди), Рис. 2.1

Виробник припускає реалізацію на одній платформі таких функціональних призначень, як: - допоміжне судно, - патрульне судно, - судно для доставки екіпажу, - судно безпеки, - інспекційне судно.



Рис. 2.1 Workboat
 Довжина – 7,10 м
 Ширина – 2,35 м
 Осадка – 0,2 м
 Швидкість – 35 вуз
 Виробник – Tideman boats

Наступний приклад поєднання різних функціональних призначень на той самій платформі можливо побачити на рис. 2.2: - судно доставки екіпажу, - патрульне судно.



Рис. 2.2 Судно доставки екіпажу

Довжина – 9,10 м

Ширина – 2,5 м

Осадка – 0,3 м

Швидкість – 38 вуз

Виробник – Tideman boats

Прикладом судна унікального призначення може служити спеціалізоване судно, призначене для висадки на узбережжя, облаштоване носовою апареллю, рис. 2.3.



Рис. 2.3. Спеціалізоване судно.

Довжина – 9,80 м

Ширина – 2,9 м

Осадка – 0,4м

Швидкість – 32 вуз

Виробник – Tideman boats

Прикладами різних типів суден інших виробників:



Рис. 2.4 Рятувальний човен.

Довжина – 5,83 м

Ширина – 2,2 м

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.02

Лист

27

Осадка – 0,45м

Пасажири – 10 осіб.

Потужність двигуна – 60 – 150 к.с.

Виробник – Tjboats



Рис. 2.5 Судно доставки екіпажу

Довжина 15 – 20 м

Ширина 4,6 – 5,2

Осадка 0,6 – 0,75

Швидкість 25 – 45 вуз

Виробник – Nekton boat

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.02

Лист

28



Рис. 2.6 Патрульний катер

Довжина 14 – 20 м

Ширина 3,6 – 5,2

Осадка 0,55 – 0,75

Швидкість 25 – 50 вуз

Виробник – Nekton boat



Рис. 2.7 Судно забезпечення водолазних робіт

Довжина 6 – 10 м

Ширина 1,8 – 3,2

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.02

Лист

29

Осадка 0,35 – 0,6

Швидкість 15 – 40 вуз

Виробник – Nekton boat



Рис. 2.7 Пошуково-рятувальний катер

Довжина 9 – 12 м

Ширина 2,8 – 3,2

Осадка 0,4 – 0,6

Швидкість 20 – 50 вуз

Виробник – Nekton boat

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.02

Лист

30

2.2 Фактори, що впливають на формування архітектурно-конструктивних типів малих суден з поліетилену високої щільності.

Основи створення перспективного проєкту малого судна закладаються на початковій стадії проєктування. Затребуваність та еволюція малих суден як технічних систем обумовлена структурою організованої діяльності в інтересах якої вони проєктуються. Успіх майбутнього зразка безпосередньо залежить від глибини аналізу потреб.

Будь-яка організована цільова діяльність завжди вимагає наявності певних спроможностей (можливостей, ресурсів, засобів) для її ефективного здійснення, оцінку дефіциту наявних спроможностей.

Дефіцит спроможностей щодо здійснення цільової діяльності, що виявляється у нестачі тих чи інших ресурсів, оцінюється виходячи з необхідних і наявних для досягнення цілей діяльності. Оцінка дефіциту спроможностей що ґрунтуються на використанні технічних систем, передбачає опис структури цільової діяльності, в інтересах якої спроможності мають бути досягнуті. При усвідомленні дефіциту спроможностей для здійснення цільової діяльності виникає мотивація щодо створення необхідної технічної системи, що свідчить про початок її життєвого циклу.

Усвідомлений дефіцит спроможності щодо реалізації діяльності та/або її ефективності формує потребу у новітніх проєктних розробках та визначає їх цільове призначення. Цільове призначення визначається природою та структурою здійснюваної діяльності. Цільове призначення уявляє собою опис функціональності, яку має підтримувати технічна система у межах діяльності щодо її застосування, з визначенням множини параметрів за якими висуваються вимоги щодо основної операційної функціональності, що підлягають оптимізації у ході проєктування.

Вимоги до технічної системи – це упорядкована та систематизована сукупність як якісних, так і кількісних показників властивостей системи. Ця сукупність має бути достатньою для теоретичного та практичного обґрунтування можливості створення зразка майбутньої технічної системи.

Формалізоване уявлення про властивості – це критично важливий етап, який дає змогу висунути загальні принципи побудови технічної системи, методи її створення, сформувавши техніку її проектування та технологію створення. Суттєвим для подальшого є розуміння того, що природа життєвого циклу технічних систем лежить у діяльності організаційних систем та не може розглядатися окремо.

Отже, вихідною інформацією для формування образу майбутньої технічної системи є опис структури цільової діяльності в ході запровадження якої система планується до застосування з фіксацією виявленого дефіциту спроможностей до діяльності. Виходячи з цього стає можливим усвідомити зацікавленість, сформулювати функціональне призначення системи, описати умови її застосування. Сукупність отриманих даних уявляє сформовану потребу у технічній системі

Суттєвим для подальшого є розуміння того, що природа життєвого циклу технічних систем лежить у діяльності організаційних систем та не може розглядатися окремо.

Таким чином, для формування концепції майбутньої технічної системи (наприклад, судна) необхідно мати вихідну інформацію для формування образу майбутньої технічної системи є опис структури цільової діяльності в ході запровадження якої система планується до застосування з фіксацією виявленого дефіциту спроможностей до діяльності. Виходячи з цього стає можливим усвідомити зацікавленість, сформулювати функціональне призначення системи, описати умови її застосування. Сукупність отриманих даних уявляє сформовану потребу у технічній системі. Це дає змогу виконати низку ключових кроків:

1. Визначення необхідних спроможностей, що ґрунтуються на використанні технічної системи;
2. Опис наявних спроможностей;
3. Визначення дефіциту спроможностей;
- 3.1. Опис дефіцитних спроможностей щодо цільової діяльності;

- 3.2. Опис функціонального призначення технічної системи;
- 3.3. Опис умов застосування цільової ТЗ;
- 3.4. Визначення складу та значень якісних та кількісних показників призначення цільової технічної системи;
- 3.5. Визначення можливих принципів дії цільової технічної системи;
- 3.6. Визначення попереднього складу цільової технічної системи;
- 3.7. Визначення властивостей технічної системи та значень їх якісних та кількісних показників;
4. Визначення ступеня зацікавленості (мотивації) у цільовій технічній системі;
5. Опис потреби у цільовій технічній системі.

Сформована потреба у технічній системі, що є результатом аналізу дефіциту спроможностей цільової діяльності, створює первинне уявлення про її образ (концепцію). Цей початковий образ не є фінальним проектом, але слугує описом її вихідного стану – тобто сукупності функціональних і операційних вимог, з яких починається процес проектування та розвитку.

Сформована потреба у технічній системі, що є результатом аналізу дефіциту спроможностей цільової діяльності, створює первинне уявлення про її образ (концепцію). Цей початковий образ не є фінальним проектом, але слугує описом її вихідного стану – тобто сукупності функціональних і операційних вимог, з яких починається процес проектування та розвитку.

Таким чином, архітектурно-конструктивний тип малих суден, що виробляються з поліетилену високої щільності визначається деякими основними факторами:

1. Призначенням малого судна;
2. Умовами застосування;
3. Властивостями матеріалу корпусних конструкцій;
4. Сучасними архітектурними тенденціями;
5. Методологією проектування;
6. Вимогами класифікаційних товариств.

Під впливом зазначених факторів (потреба, діяльність, умови експлуатації) відбувається формування специфічних архітектурно-конструктивних типів малих суден, матеріалом для яких слугує поліетилен високої щільності. Прояви цих типових особливостей чітко знаходять своє відображення у проєктних рішеннях, що реалізуються різними виробниками.

Різноманітність функціонального призначення та умов експлуатації обумовлює широкий спектр архітектурних рішень для малих суден. Вони можуть бути однокорпусними або багатокорпусними, мати безпалубні, частково палубні або повністю палубні конструкції.

З точки зору надбудов, зустрічаються корпуси відкритого типу без рубки, а також з невеликою або розвинутою рубкою. На малих пасажирських суднах рубка зазвичай доповнюється комфортабельними салонами. Рубка може бути розміщена в носовій, середній або кормовій частині корпусу, відповідно до чого розташовується і консоль дистанційного управління, обладнана поздовжніми сидіннями чи кріслами. За потреби судна також можуть бути оснащені носовою чи кормовою апареллю.

Особливості матеріалу дозволяють виробляти судна довжиною приблизно до 24 метрів, при збільшенні головних розмірів у корпусних конструкціях виникають значні напруження, що можуть перевищити допустимі. Збільшення розмірів елементів корпусних конструкцій призводять до виходу їх за межі прийнятних.

Незважаючи на серійне виробництво поліетилену високої щільності (ПЕВЩ) у широкій колірній гамі, для виготовлення малих суден доцільно застосовувати матеріал чорного кольору. Його перевага полягає у вмісті спеціальної вуглецевої добавки (сажі), яка надає йому високу УФ-стійкість. Ця добавка ефективно захищає полімерний матеріал корпусу від деградації під впливом сонячного випромінювання, тим самим збільшуючи загальний ресурс використання судна.

Фактура та колір матеріалу впливають на можливі дизайнерські рішення щодо форми корпусу та інших елементів. Серед продукції, що виробляється

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		34

можливо побачити дизайнерські рішення, які більш вдало враховують зовнішні особливості матеріалу та особливості формування корпусу.

Зустрічаються різні способи формування корпусів малих суден з поліетилену високої щільності:

- метод ротаційного формування;
- печать на 3D принтері;
- метод зварювання .

При формуванні корпусу, який виготовлятиметься шляхом зварювання поліетиленових листів, необхідно враховувати, що листи зовнішньої обшивки мають бути розгорнуті на площину. Це обумовлено тим, що технологія гнуття та формування вигнутих листів із цього матеріалу ще потребує повного освоєння та відповідного техніко-економічного обґрунтування для її застосування.

Таким чином, технологія зварювання обмежує форму корпусу, визначаючи його гостроскулі обводи. Це, з одного боку, накладає певні конструктивні обмеження, але, з іншого боку, задає чіткий напрямок для дизайну судна.

В залежності від району плавання зустрічаються корпуси з більш плоским днищем, річкового застосування та корпуси з покращеною морехідністю, що відрізняються більшим кутом кілюватості, призначені до використання у морських умовах.

На малих судах, що виготовляються з поліетилену високої щільності допускається використання різних типів пропульсивних установок. Найбільш поширеними є судна, оснащені підвісними двигунами (що працюють на різних видах палива) та електричними двигунами. Крім того, зустрічаються судна зі стаціонарними пропульсивними установками водометного типу, поворотними колонками та прямо-вальні. Варто зазначити, що встановлення водометних двигунів вимагає додаткового укріплення транцю та ускладнює загальний процес монтажу.

У будь якого випадку та незважаючи на різноманітність типів малих суден, що виготовляються з поліетилену високої щільності можливо узагальнити деякі риси архітектурно-конструктивного виконання корпусів.

Найбільш поширеним рішенням є виготовлення корпусів із подвійним дном. Міждонний простір зазвичай заповнюють піною з низьким коефіцієнтом водопоглинання. Якщо планшир судна виконаний у формі труби, він також заповнюється цим матеріалом.

Для багатьох виробників малих суден характерною є тенденція до створення так званих "платформ" — багатоцільових корпусів, які можуть бути адаптовані під різні завдання. Економічні переваги такого підходу (наприклад, оптимізація виробництва та зниження витрат) є очевидними. Проте, якщо проаналізувати цей платформний підхід з позиції відповідності кінцевих тактико-технічних характеристик (ТТХ) створеного судна його конкретному цільовому призначенню та усім вимогам замовника, то напрошується наступний висновок.

Уніфікація цільового використання суден без шкоди для їхньої експлуатаційної ефективності є можливою лише за умови, що цільові призначення різних замовників повністю збігаються або демонструють незначне відхилення від функціоналу, закладеного в базовий (платформний) проєкт. Це означає, що універсальність платформи зберігається лише доти, доки вимоги до кінцевої конфігурації залишаються в межах початково спроектованих параметрів.

У випадках, коли вимоги до цільового призначення суттєво відрізняються, економія ресурсів і забезпечення максимальної ефективності вимагають кастомізації (індивідуалізації) проєкту в інтересах конкретного замовника. Цей підхід передбачає узгодження основних елементів проєкту на ранніх стадіях проєктування. Це дозволяє внести необхідні зміни в архітектуру та конструкцію до початку виробництва.

Кастомізація поліетиленових суден є економічно виправданою завдяки кільком ключовим факторам:

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		36

1. Відносно невисока вартість базових елементів конструкції порівняно з металевими чи композитними аналогами.

2. Особливості технології виробництва суден із поліетилену високої щільності (зварювання плоских листів).

3. Незначні терміни виробництва та можливість швидкого внесення змін до креслень розгортки.

Завдяки цим факторам індивідуалізація проєкту стає більш гнучкою та менш ресурсоемною, ніж у традиційному суднобудуванні, що робить її доцільнішою, ніж намагання "втиснути" невідповідні вимоги у незмінну базову платформу.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.02	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		37

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Чамата М.С.			Аналіз досліджень і публікацій				38	17
Керівник		Кузнєцов А.І.								
Консульт.										
Зав. Каф.		Бобров М.М.								
								НУК		

3. Аналіз досліджень і публікацій

Малотоннажне суднобудування — це багатогранна галузь, що поєднує накопичений досвід з сучасними трендами у дизайні, інженерних науках, організації виробництва та бізнес-управлінні. Історія цієї галузі нерозривно пов'язана з розвитком людської цивілізації та сягає корінням глибокої давнини.

Малотоннажне суднобудування є невіддільною частиною історії людської цивілізації, а його витoki простежуються протягом тисячоліть.

Витoki моторних катерів сягають кінця XIX століття. Знаковою подією стала демонстрація Готлібом Даймлером у 1886 році свого катера «Некар» [1]. Судно мало такі характеристики: 6 метрів довжини, 1,5 метра ширини, місткість 11 осіб, і приводилося в рух двигуном Даймлера потужністю 2 к.с. Цей же період відзначений формуванням класичної гідродинамічної форми моторного катера — з гострим носом і транцевою кормою, що є стандартом і сьогодні.

Усього через 18 років потужність двигунів зросла до 350 к.с., що спричинило виникнення глісуючого ефекту. Це призвело до нової тенденції у співвідношенні головних розмірів суден: на зміну принципу «довжина біжить» прийшов принцип «ширина ковзає». У результаті цього спостерігається подальше зменшення співвідношення довжини до ширини (L/B).

До кінця 1940-х років основними матеріалами в малому суднобудуванні були деревина та сталь. Однак післявоєнний науково-технічний прогрес у хімії та матеріалознавстві, а також пошук легших конструкційних матеріалів, стимулював виробників до переходу на нові матеріали. З цього часу почали активно застосовуватися алюміній, армовані композиційні матеріали та різні типи поліетиленів, зокрема поліетилен високої щільності (ПВЩ) [2].

Слід визнати, що на сьогодні не існує універсальної та надійної методики проєктування, яка б повною мірою враховувала всі специфічні особливості малого флоту. Застосування традиційних методів проєктування

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03	Лист
						39
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

малих суден [3] зіштовхується зі значними труднощами через наступні причини:

1. Наявність значної різноманітності архітектурно-конструктивних типів малих суден, їх призначень, матеріалів корпусних конструкцій, умов експлуатації, технологій виготовлення, локальних обмежень та національних вимог;

2. Специфіка відносин у ланцюжку Замовник – Проектант – Верф. Як правило, проектування одиничних або дрібносерійних малих суден не становить інтересу для великих конструкторських бюро в галузі суднобудування. У свою чергу,

замовники таких суден не мають достатніх бюджетів для оплати проектування в подібних структурах;

3. Обмеженість верфей наявністю інженерно-технічного персоналу, достатнього для вирішення оперативних завдань у наслідок неможливості повноцінного завантаження повнофункціональної проектної групи, що призводить до необхідності розміщення замовлень на проектування у зовнішніх проектних організацій;

4. Проектанти малих суден, переважно нестабільні організаційні структури, які групуються навколо головних конструкторів, що мають авторитет у сфері проектування малих суден. Спостерігається дрейф кваліфікованих фахівців за замовленнями, що з'являються. З цього боку очікувати на фінансування в галузі досліджень процесу проектування малих судів теж не варто.

5. Замовник, переважно, немає достатньої компетенції у сфері проектування малих суден. У наслідок цього вимоги до проекту можуть містити низку фізичних протиріч.

Враховуючи зазначене, найбільш придатним до застосування стає метод послідовних наближень.

Внутрішній ринок України для малих суден є суттєво обмеженим, а доступ до зовнішніх ринків залишається важким. Саме ці фактори сформували

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03	Лист
						40
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

таку модель взаємодії у сфері проєктування. Однак, незважаючи на ці обмеження, висока гнучкість організаційної системи на стадії проєктування дає ключову перевагу: вона дозволяє швидко пристосовуватися до змінних вимог ринку та гарантує збереження системи в умовах тривалої перспективи.

Орієнтовна послідовність і зміст початкових етапів проєктування, що враховують наведені особливості взаємодії, передбачає:

1. Розробку та узгодження із Замовником технічного завдання на проєктування малого судна.

Задачі етапу: - обґрунтоване в технічному плані узгодження вимог до проєкту; - узгодження ідеї архітектурно-конструктивного типу судна; - узгодження вимог до загального розташування, - морехідних характеристик, - матеріалу корпусних конструкцій, - пропульсивної установки; - енергозабезпечення, пристроїв, систем тощо.

2. Проведення аналізу інформації по групі близьких за призначенням та ходовими характеристиками.

Задача етапу: - визначення у першому наближенні типу та параметрів рушіїв.

3. Проведення, відповідно до ТЗ і попередньо визначених характеристик рушіїв, вибору пропульсивного комплексу та іншого устаткування, що закуповується.

Задачі етапу: - визначення навантаження мас елементів устаткування; - оцінка мас корпусних конструкцій, у першому наближенні може бути зроблено з використанням результатів роботи [4].

Наведена принципова послідовність і зміст початкових етапів проєктування дозволить коректно розробити проєкт малого судна у першому наближенні.

Активне поповнення флоту швидкісними глісуючими суднами різного призначення актуалізує питання методології проєктування їхніх корпусних конструкцій. Очевидно, що для суден, які розвивають швидкості від 20 до 50 вузлів, міцність корпусу є одним із ключових аспектів проєктування.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03	Лист
						41
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Водночас, прагнення до мінімально можливої потужності двигунів для досягнення заданої швидкості вимагає уникати невиправданих запасів міцності. Пріоритети розрахункових навантажень у проектуванні цих об'єктів детально висвітлені у роботі [5].

При проектуванні необхідно враховувати, що, хоча співвідношення маси корпусу до водотоннажності значно варіюється залежно від архітектурно-конструктивного типу судна, чітко простежується тенденція до збільшення відносної маси корпусу зі зменшенням розмірів судна. Ця обставина критично важлива при проектуванні й змушує конструкторів з особливою увагою підходити до розрахунку та мінімізації ваги корпусних конструкцій малих суден.

У зв'язку з цим, актуальним завданням є аналіз навантажень, що діють на конструкції, з метою виявлення пріоритетних компонентів. Такий аналіз дозволяє виключити несуттєві варіанти розрахунків і значно оптимізувати процес проектування вже на початковій стадії.

Спираючись на проведений аналіз у роботі визначається, що домінуючим навантаженням є місцеве динамічне навантаження, яке залежить від швидкості руху судна.

Таким чином, на ранніх стадіях проектування малих швидкісних суден для визначення параметрів корпусних конструкцій можна враховувати лише динамічні місцеві навантаження, що регламентуються Правилами BV, стандартом ISO 12215-5 або Правилами PCY.

Перевірку загальної поздовжньої міцності для малих суден традиційної архітектури можна не проводити.

У роботі [6] розглядається поле обмежень та його вплив на якість конструктивних рішень при проектуванні малих суден. Зазначається, що у цьому випадку цілком допустимо і доцільно застосовувати нетрадиційні конструктивні рішення без перехідних елементів.

Вибір матеріалу корпусних конструкцій є фундаментальним етапом у проектуванні малих суден. Це обумовлено перш за все потребою у мінімізації

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03	Лист
						42
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ваги корпусу при обов'язковому збереженні заданого рівня міцності. Крім того, не можна недооцінювати прямий вплив обраного матеріалу на операційні характеристики судна під час його цільового застосування, а також на його зовнішній вигляд та кінцеві споживчі якості.

Численні спроби створення критеріїв вибору оптимального матеріалу для корпусних конструкцій малих суден не дають конкретних рекомендацій, що дозволяють здійснити цей вибір. Окремі порівняння параметрів альтернативних матеріалів не мають практичної цінності для проєктантів, оскільки не є достатньо переконливими для замовників малих суден.

Для забезпечення коректної та достовірної оцінки результатів проєктних рішень, критично важливим є створення комплексної моделі експлуатації конструкцій малого судна. Така модель має обов'язково інтегрувати всі значущі фактори, що прямо чи опосередковано впливають на остаточний вибір матеріалу конструкції.

У якості матеріалів корпусних конструкцій малих суден знайшли широке використання:

- 1) Суднобудівні сталі звичайної або підвищеної міцності, зварні конструкції;
- 2) Легкі сплави типу АМг, зварні та рідше, клеєно-зварні конструкції;
- 3) Деревина в різних варіантах виконання (виконання, в основному, залежить від конструкції обшивки корпусу) - (склейка + механічне кріплення), допускається застосування композитних конструкцій з металевим набором:
 - Одинарна рейкова обшивка вгладь;
 - клінкерна обшивка;
 - рейкова багатошарова (2 -3 шари), діагональна або частково діагональна;
 - Фанерна обшивка;
 - Холодноформований ламінат (клеєна шпонова).
 - Армований пластик (армування скловолокном та/або вуглеволокном);
 - Сендвічові конструкції із застосуванням легких заповнювачів.

Армоцемент.

Процес прийняття рішень при виборі матеріалу корпусних конструкцій спирається на наступні фактори:

1. Вплив на архітектурно-конструктивний тип та експлуатаційні характеристики;
2. Співвідношення загальних мас корпусних конструкцій
3. Вартість виготовлення корпусних конструкцій;
4. Термін експлуатації;
5. Особливості обслуговування корпусних конструкцій в експлуатації;
6. Ліквідність малого судна протягом життєвого циклу.
7. Придатність до утилізації.

Такі фактори, як вплив на архітектурно-конструктивний тип та ліквідність малого судна, важко формалізуються. Порівняльна оцінка відносних витрат на виготовлення та експлуатацію корпусних конструкцій наведена у роботі [7].

Аналіз результатів порівняння дозволяє зробити припущення щодо перспективності використання поліетилену високої щільності (ПЕВЩ/HDPE) у якості матеріалу корпусних конструкцій при підтвердженні допустимості його використання шляхом здійснення аналізу інших принципових характеристик даного матеріалу. Більш докладно з особливостями використання поліетилену високої щільності у якості матеріалу корпусних конструкцій малих суден можливо ознайомитись у роботах [8], [9], [10].

Відмічається позитивна тенденція щодо використання даного матеріалу у якості конструкційного для виготовлення корпусів малих суден виробниками Норвегії, Нідерландів, Польщі, Естонії, Туреччини, ОАЕ, США та деяких інших країнах. Останнім часом з'явилося кілька вітчизняних виробників малих суден із цього матеріалу.

У роботі розглядаються перспективи використання поліетилену високої щільності, як основного матеріалу корпусних конструкцій шляхом здійснення

аналізу основних факторів, що впливають на створення, експлуатацію та утилізацію корпусних конструкцій.

У результаті аналізу зазначається, що матеріал є перспективним для конструкцій швидкісних суден, має відносно невисоку вартість виготовлення та подальшої експлуатації корпусних конструкцій, високий показник відносного терміну служби, найкращий показник основних експлуатаційних характеристик, невисокий показник ліквідності та добру здатність до утилізації.

За результатами аналізу робиться висновок про конкурентність і перспективність поліетилену високої щільності, як матеріалу корпусних конструкцій малих суден службово-допоміжного та промислового флотів, можливість застосування для будівництва суден рекреаційного флоту бюджетного класу, які претендують на тривалий термін експлуатації. Приклад використання промислових суден з поліетилену високої щільності рибалками Індонезії можливо побачити у роботі [11]. Приклад використання відходів виробів з поліетилену

високої щільності у якості сировини для виготовлення малих рибальських човнів наведено у роботі [12].

Враховуючи перспективність використання поліетилену високої щільності у якості матеріалу корпусних конструкцій особливе значення набувають питання технології та організації виробництва малих суден.

Незважаючи на наявність прикладів застосування різних технологій виробництва, а саме: - ротаційне формування, - пресування, - лиття під тиском, - 3D печать, найбільш розповсюдженою для виробництва малих суден службово-допоміжного, промислового та рекреаційного призначення є технологія на основі зварювання. Популярність означеної технології, ймовірно, пояснюється порівняно невисокою вартістю необхідного технологічного обладнання та відносною простотою її освоєння, зокрема, підготовки збиральників та зварювальників належної кваліфікації.

Слід зазначити, що розповсюдженню застосування поліетилену високої щільності для виробництва малих суден, на теренах України, передувало широке його використання у якості конструктивного матеріалу трубопроводів різного призначення. Особливості виробництва та використання поліетиленових труб наведено у роботі [13].

Освоєння технології виробництва малих суден на основі застосування зварних конструкцій вітчизняними виробниками знаходиться на початковому етапі. Тільки окремі підприємства усвідомлюють важливість збереження та володіють належною культурою проєктування та виробництва при переході до використання поліетилену високої щільності.

Враховуючи зазначене можливо констатувати наявний розрив між напрацюванням фундаментальної та прикладної науки у цій сфері та спроможностями підприємств щодо його практичного використання. Зазначене зумовлено кількома факторами, серед яких у тому числі:

1. Відсутність ритмічного замовлення на основі строкових суднобудівних програм;
2. Брак інвестиційного потенціалу підприємств для повноцінного освоєння технології виробництва;
3. Низька культура висування технічних вимог та завдань з боку існуючих замовників;
4. Збереження досвідченими виробниками традиційних пріоритетів щодо вибору матеріалів.

Серед інших, слід відзначити існуючі напрацювання Інституту електрозварювання імені Є.О. Патона НАН України.

Цією, відомою у світі, науковою установою у 1979 році було створено відділ зварювання пластмас, що на цей час продовжує активну наукову діяльність. Метою його створення було розвиток наукових основ в галузі зварювання пластмас, розробка та впровадження відповідних технологій та виробничого обладнання.

Особливості зварювання пластмас, враховуючи класифікацію способів зварювання, фактори впливу на вибір способу зварювання, інструмент та обладнання, що застосовується, наведено у роботі [14].

В цілому, під зварюванням пластиків розуміється нероз'ємне з'єднання термопластичних матеріалів з застосуванням тепла та тиску з або без використання додаткових матеріалів.

Усі процеси зварювання відбуваються у термопластичному стані у зоні зварного шва, де ниткоподібні молекули матеріалу з'єднуються і переплітаються в гомогенне сполучення.

Розрізняють наступні основні типи зварювання:

1. Зварювання гарячим газом;
2. Зварювання нагрітим інструментом;
3. Екструзійне зварювання;
4. Зварювання тертям та ін.

При виробництві малих суден з поліетилену високої щільності широке використання набув спосіб екструзійного зварювання. Наведеному способу зварювання характерні простота, висока продуктивність, широкі технологічні можливості та висока якість зварних швів.

При цьому способі зварювання екструдер подає розплав, що утворюється з присадкового матеріалу (гранули, прутки) шляхом його нагріву в пристрої прямооточного типу та подальшого видавлювання у зону зварювання. Міцність отриманих з'єднань у зоні шва перевищує міцність основного матеріалу.

Технологічне обладнання, що використовується при формуванні корпусних конструкцій малих суден з поліетилену високої щільності різних виробників широко доступне на ринку України.

Нижче можливо ознайомитись з продукцією вітчизняного виробника відповідного обладнання та інструменту ТОВ «ВЕЛДІНГ».

На рис. 3.1 Зображено ручний зварювальний екструдер Велдінг Т-Rex призначений для зварювання виробів з поліетилену ПЕ та поліпропілену ПП

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



Рис. 3.1 Ручний зварювальний екструдер Велдінг Т-Рех

Стандартні насадки для екструдерів Велдинг призначені для формування швів при зварюванні виробів із поліетилену ПЕ, поліпропілену ПП. Насадки, що найчастіше застосовуються для отримання стикових, кутових, таврових і нахлесткових з'єднань. Рис. 3.2 – 3.5.

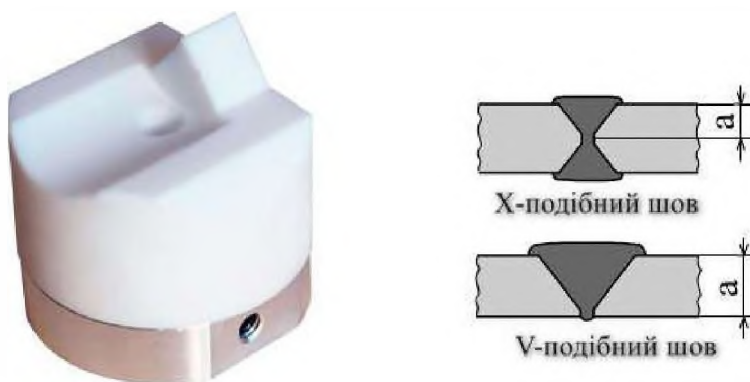


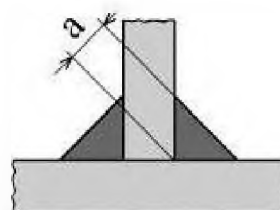
Рис. 3.2 Насадка для стикового з'єднання.

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03

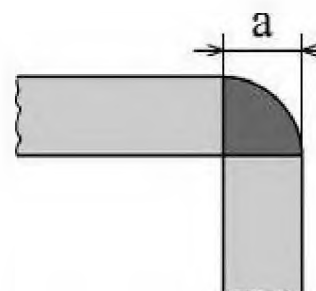
Лист

48



Внутрішній кутовий шов

Рис. 3.3 Насадка для таврового і кутового з'єднання.



Зовнішній кутовий шов

Рис. 3.4 Насадка для кутового з'єднання із зовнішнім швом.

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03

Лист

49

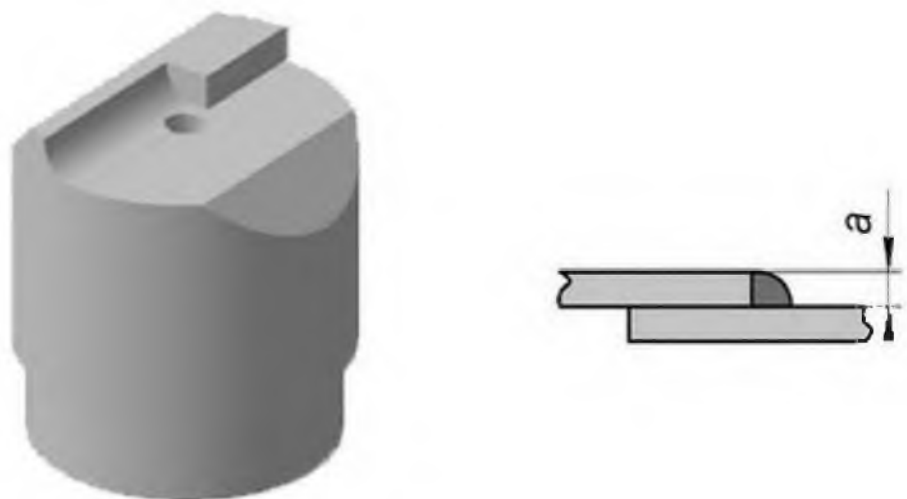


Рис. 3.5 Насадка для нахлестового з'єднання.

Спеціальні насадки для екструдерів Велдинг призначені для формування швів при зварюванні виробів з поліетилену ПЕ, поліпропілену ПП, коли деталі виробів розміщені під кутом або зварювання відбувається в кілька проходів.

Поліетиленовий зварювальний пруток застосовується як присадний матеріал для зварювання гарячим повітрям та екструзійного зварювання поліетиленових листів, труб, різних виробів з поліетилену. Рис. 3.6.



Рис. 3.6. Пруток для зварювання ПЕВЩ.

					19.МР.135.6116м.09.ПЗ.03	Лист
						50
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Стикова машина Велдінг. Забезпечує зварювання листів із ПЕ, ПП, ПВХ та інших. Рис. 3.7



Рис. 3.7 Стикова машина Велдінг Макоша 2.0

Лінійка стикових машин цього виробника представлена трьома модифікаціями, що відрізняються розмірами стола і забезпечують зварювання листів шириною до 1м., 2 – х м., та 3 – х м.

Зварювання стиковими машинами забезпечує більш акуратний та тонкий шов, доступний для механічної та теплової обробки з метою придбання сприятливого зовнішнього вигляду .

Таким чином, існуюче науково-технічне напрацювання, доступ до технологічного обладнання, інструменту та сировини забезпечують потенційну спроможність вітчизняних виробників щодо розвитку малого суднобудування.

Певну складність уявляє підготовка фахівців зі збирання та зварювання корпусних конструкцій з поліетилену високої щільності. Наявні курси з підготовки фахівців в основному спрямовані на підготовку зварювальників труб.

Хоча, при цьому, властивості матеріалу, що використовується, схожі, інструмент та прийоми зварювання відрізняються. Нарощення виробничих потужностей підприємств, таким чином, пов'язано з необхідністю підготовки профільних робітничих професій.

Українськими науковцями продовжуються дослідження у галузі зварювання високотехнологічних полімерів, створюються перспективні науково-технічні та промислово-виробничі розробки.

Швидкий розвиток промисловості пластмас випереджає детальне вивчення процесів зварювання та механізму утворення зварних швів, через що ці питання залишаються недостатньо дослідженими. Відсутність остаточного розуміння того, як саме формується мікроструктура зварного шва, обмежує подальше вивчення проблеми. Це, відповідно, ускладнює пошук науково обґрунтованих підходів до технологій зварювання.

Більш детально з напрямками сучасних досліджень можливо ознайомитись у роботах [15], [16], [17].

Перспективними, з точки зору використання поліетилену високої щільності у якості матеріалу корпусних конструкцій, є дослідження:

1.Способів отримання гнutoї форми деталей зовнішньої обшивки. Припускається, що матеріал може зберігати форму після завершення операцій циклу гнуття. У випадку підтвердження припущення відкриється технологічна спроможність щодо отримання плавних обводів корпусу судна;

2. Можливості підвищення якості зварних з'єднань, у тому числі, способів видалення надлишкового присадочного матеріалу, полірування поверхней з метою придання належного зовнішнього вигляду;

3. Перспектив використання армованого поліетилену високої щільності у якості елементів корпусних конструкцій, для яких має значення зменшення теплової деформації;

4. Можливостей підвищення швидкості збирання та зварювання, відпрацювання технології будівництва малих суден в цілому. Актуальним є

зменшення собівартості виробництва за рахунок обґрунтованого нормування та зниження трудомісткості збирально-зварювальних робіт.

При проєктуванні малих суден з конструкціями із поліетилену високої щільності, виникає ряд проблем пов'язаних з визначенням міцних розмірів корпусних конструкцій. Проблеми пов'язані з відсутністю формалізованих вимог до параметрів конструкцій в нормативних документах, таких як Вимоги Класифікаційних органів, у тому числі міжнародних стандартів ISO групи Small craft. Так, наприклад, у Правила класифікації і побудови малих суден Регістру судноплавства України [18] у 2023 році до поліетилену високої щільності визначено вимоги, як до матеріалу корпусних конструкцій, але не передбачено

процедури проведення розрахунків з цього матеріалу. У стандарті ISO Small craft — Hull construction and Scantlings-Part 3: Materials [19] HDPE, у якості конструкційного матеріалу для малих суден, на даний час не передбачається. Існують попередні вимоги для суден з HDPE у Турецькому Ллойді (TL) [20]. Ситуація з сертифікацією малих суден з конструкціями із HDPE на даний час передбачає процедуру спеціального розгляду класифікаційними органами, що створює певні перешкоди для поширення даного матеріалу в малому суднобудуванні. Враховуючи зазначене вважається доцільним створення та затвердження класифікаційними структурами інженерних алгоритмів визначення параметрів конструкцій судового корпусу.

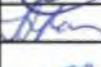
Слід зазначити, що на даний час РСУ проводить роботи щодо включення вимог до конструкцій з HDPE до складу правил. Піднаглядні даним Правилам малі судна мають низку обмежень щодо застосування HDPE. Особливості матеріалу ставлять під сумнів можливість його застосування для вітрильних та моторних яхт через складність забезпечення естетичних критеріїв. Водночас високу ефективність застосування матеріал демонструє для малих суден службово-допоміжного та промислового флотів, бюджетного рекреаційного флоту, безекіпажних малих суден.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03	Лист
						53
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

На підставі досить коректної і розповсюдженої процедури визначення розрахункових навантажень, що регламентована вимогами стандарту ISO [21], було здійснено спроби щодо обґрунтування підходу до нормування параметрів корпусних конструкцій стандартів ISO групи Small Craft, що наводяться у роботах [22], [23], [24].

Результати дослідження демонструють можливість адаптації вимог стандартів ISO групи Small craft до проектування корпусних конструкцій із поліетилену високої щільності для малих суден.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.03	Лист
						54
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					19.МР.135.6116м.09.ПЗ.04			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Чамата М.С.				Проектування перспективного судна для використання в розглянутих умовах.	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Кузнєцов А.І.						55	8
Консульт.						НУК		
Зав. Каф.	Бобров М.М.							

4.1 Особливості визначення міцних розмірів корпусних конструкцій

Останнім часом динамічно розвивається флот малих суден із конструкціями з поліетилену високої щільності (HDPE). Аналізуючи головні розміри малих суден з HDPE слід зазначити, що переважна більшість з них мають найбільшу довжину до 17 метрів, хоча зустрічаються судна довжиною близько 24 м.

Виявлена тенденція пов'язана з виникненням ускладнень при визначенні міцних розмірів корпусних конструкцій, конструктивного забезпечення деяких типів пропульсивних комплексів щодо їх суміщення з такими корпусними конструкціями.

Складність пов'язана з наявністю особливостей конструктивного матеріалу, що розглядається. Головними особливостями, що впливають на архітектуру та необхідні розміри конструкцій з HDPE є високий коефіцієнт температурного розширення матеріалу та його відносно мала жорсткість.

Наведені особливості матеріалу призводять до виходу геометричних розмірів елементів корпусних конструкцій за межі прийнятних при збільшенні головних розмірів суден, що проєктуються, у наслідок збільшення навантажень. Зростає вага суден, використання матеріалу стає недоцільним.

Більшість малого флоту з конструкціями із HDPE представлена швидкісними суднами з підвісними двигунами. Установка таких двигунів на транцях не викликає проблем. Певна податливість транця у цьому разі не впливає на експлуатаційні характеристики судна.

Інша картина виникає при встановленні пропульсивних комплексів з кутовими колонками та гвинтових прямо-вальних пропульсивних комплексів з двигуном усередині корпусу. Напруження, що виникають, перевищують допустимі при прийнятних розмірах елементів корпусних конструкцій. Виникає необхідність у встановленні підкріплень.

Порівняно високий коефіцієнт теплового лінійного розширення викликає нерівномірні деформації вздовж корпусу судна, що може призводити

до перекосу лінії валу, зміщення елементів корпусних конструкцій виконаних з різних конструктивних матеріалів відносно один одного.

У загальному випадку необхідні прямі розрахунки, що для більшості проєктантів малих суден недоступно (необхідні відповідні фахівці і програмне забезпечення), а із залученням контрагентів витратно. Для нормальної роботи проєктних структур при створенні малих суден з конструкціями з HDPE необхідно доповнити Правила та відповідні стандарти вимогами до матеріалу, що розглядається, та конструкціям з нього у доступному для проєктантів вигляді.

Для створення відповідних розділів нормативних документів, що допускають пряме проєктування корпусних конструкцій з HDPE, необхідно розробити та включити до структури нормативів такі додаткові розділи:

- 1) Вимоги до фізико-механічних характеристик HDPE, що застосовується для виготовлення конструкцій з урахуванням технологічних особливостей;
- 2) Вимоги до умов виробництва та технологічного процесу;
- 3) Схему визначення міцних розмірів елементів корпусних конструкцій (товщин панелей обшивок та настилів, моментів інерції та моментів опору балок набору);
- 4) Величину напружень, що допускаються, для окремих елементів конструкції.

1. Вимоги до фізико-механічних характеристик HDPE, що застосовується для виготовлення конструкцій, можливо вважати формалізованими з урахуванням наявності у виробників даного матеріалу сертифікатів відповідності міжнародним стандартам (для «морського» застосування). Відповідні характеристики матеріалів, представлені виробником, можуть використовуватися безпосередньо для визначення міцних розмірів елементів суднового корпусу. Характеристики визначені як для ротаційних технологій, так і для зварювальних.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.04	Лист
						57
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

2. Умови виробництва конструкцій та обмеження щодо технологічного процесу так само регламентовані виробниками матеріалу.

3. Визначення міцних розмірів корпусних конструкцій залежить від величини розрахункових навантажень, що діють на корпусні конструкції.

На рис.4.1 зображено поздовжній переріз човна.

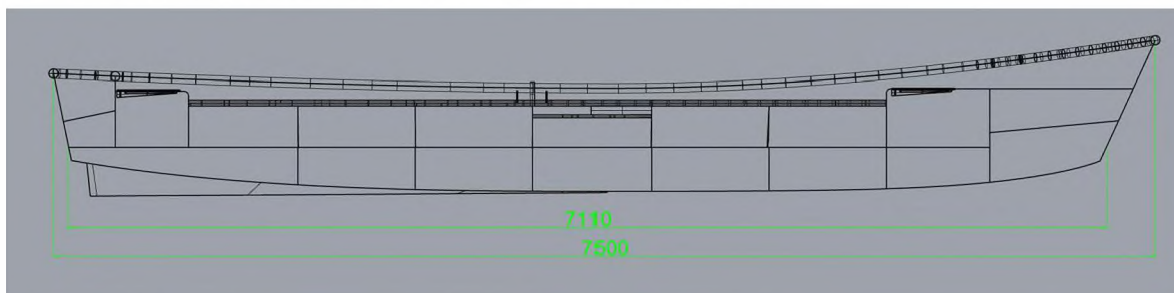


Рис.4.1 зображено поздовжній переріз човна.

4.2. Розрахунок міцності основних елементів.

Цей розрахунок здійснено на підставі вимог Регістру судноплавства України (Правила класифікації та побудови малих суден.Київ 2024р.)з метою визначення міцних розмірів корпусних конструкцій судна, що проектується.

4.2.1. Вихідні дані для розрахунку

$L_H = 7,5$, м – довжина найбільша,

$L_{WL} = 7,11$, м – довжина по ватерлінії,

$B_C = 1,34$, м – ширина корпусу по скулі,

$B_{WL} = 1,45$, м – ширина корпусу по ватерлінії,

$T_C = 0,3$, м – осадка,

$\Delta=2840$, кг – водотоннажність човна,

$\beta = 10$ град. – кут кілеватості на транці,

$\tau = 7$ град. – кут ходового дифрента,

$v = 20$ вуз. – швидкість ходу,

$f_{wl} = 0,75$ – коефіцієнт району експлуатації,

$D = 0,7$ м. – висота борту,

4.2.2. Визначення товщин корпусних конструкцій

4.2.2.1. Навантаження, що діють на днище.

Коефіцієнт динамічного навантаження:

$$n_{cg} = 0.078 * \left[0.084 + \frac{f_{wl} * L_{WL}}{10 * B_c} \right] * (50 - \beta) * \tau * \frac{v^2 * B_c^2}{m_{LDC}}$$

$$n_{cg} = 0.078 * \left[0.084 + \frac{0.75 * 7.11}{10 * 1.34} \right] * (50 - 10) * 7 * \frac{20^2 * 1.34^2}{2840} = 2.66$$

$k_L = 1$ – коефіцієнт поздовжнього розподілу тиску

Площа розрахункової панелі $a=800\text{мм}$, $b=300\text{мм}$

$$A_d = a * b * 10^{-6} = 0.24\text{м}^2$$

Коефіцієнт зниження тиску залежно від площі

$$k_{AR} = \frac{k_R * 0.1 * m_{LDC}^{0.15}}{A_d^{0.3}},$$

де $k_R = 1$ – коефіцієнт типу судна для деталей корпусу судна.

$$k_{AR} = \frac{1 * 0.1 * 2840}{0.24^{0.3}} = 0.506$$

Розрахунковий тиск на днище у глісуючому режимі

$$P_{BMPbase} = \frac{0.1 * m_{LDC}}{L_{WL} * B_c} * (1 + k_{DC}^{0.5} * n_{cg}),$$

де $k_{DC} = 0.6$ – коефіцієнт району плавання

$$P_{BMPbase} = \frac{0.1 * 2840}{7.11 * 1.34} * (1 + 0.6^{0.5} * 2.66) = 91.23 \text{ кН/м}^2$$

Мінімальне навантаження:

$$P_{BMmin} = 0.45 * m_{LDC}^{0.33} + (0.9 * L_{WL} * k_{DC})$$

$$P_{BMmin} = 0.45 * 2840^{0.33} + (0.9 * 7.11 * 0.6) = 10 \text{ кН/м}^2$$

Розрахункове навантаження:

$$P_{BMP} = P_{BMPbase} * k_{AR} * k_L = 91.23 * 0.506 * 1 = 46 \text{ кН/м}^2$$

Мінімальна товщина зовнішньої обшивки днища:

$$t_{min} = k * s * \sqrt{\frac{PF}{6.7 * L}} * (14 + 3.6L)$$

$PF=55$ – коефіцієнт тиску для днища

$$k=0.72$$

$s=0.3\text{м}$ – відстань між елементами жорсткості.

$$t_{min} = 0.72 * 0.3 * \sqrt{\frac{55}{6.7 * 7.11}} * (14 + 3.6 * 7.11) = 9.1\text{мм}$$

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.04	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		59

Розрахункова товщина зовнішньої обшивки днища:

$$t = b * k_c * \sqrt{\frac{P_{BMP} * k_2}{1000 * \sigma_d}}$$

$b = 0.3\text{м}$ – ширина пластини.

$\sigma_d = 11.25\text{ МПа}$ – допустиме напруження

$k_c = 1$ – коригувальний коефіцієнт

$k_2 = 0.5$ – коефіцієнт відношення сторін пластини для зусиль при згинанні.

$$t = 0.3 * 1 * \sqrt{\frac{46 * 0.5}{1000 * 11.25}} = 14.12\text{мм}$$

Приймаю товщину днища $t = 14\text{мм}$

4.2.2.2. Навантаження, що діють на борт.

Коефіцієнт динамічного навантаження:

$$n_{cg} = 0.078 * \left[0.084 + \frac{f_{wl} * L_{WL}}{10 * B_c} \right] * (50 - \beta) * \tau * \frac{v^2 * B_c^2}{m_{LDC}}$$

$$n_{cg} = 0.078 * \left[0.084 + \frac{0.75 * 7.11}{10 * 1.34} \right] * (50 - 10) * 7 * \frac{20^2 * 1.34^2}{2840} = 2.66$$

$k_L = 1$ – коефіцієнт поздовжнього розподілу тиску

Площа розрахункової панелі $a = 800\text{мм}$, $b = 280\text{мм}$

$$A_d = a * b * 10^{-6} = 0.224\text{м}^2$$

Коефіцієнт зниження тиску залежно від площі

$$k_{AR} = \frac{k_R * 0.1 * m_{LDC}^{0.15}}{A_d^{0.3}},$$

де $k_R = 1$ – коефіцієнт типу судна для деталей корпусу судна.

$$k_{AR} = \frac{1 * 0.1 * 2840^{0.15}}{0.224^{0.3}} = 0.516$$

Розрахункове навантаження:

$$P_{smp} = [P_{DMbase} + k_z * (0.25 * P_{BMDbase} - P_{DMbase})] * k_{AR} * k_{DC} * k_L$$

Базове розрахункове навантаження:

$$P_{DMbase} = 0.35 * L_{WL} + 14.6$$

$$P_{DMbase} = 0.35 * 7.11 + 14.6 = 17.1 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{BMDbase} = 2.4 * m_{LDC}^{0,33} + 20$$

$$P_{BMDbase} = 2.4 * 2840^{0,33} + 20 = 53.1 \text{ кН/м}^2$$

$$P_{smp} = [17.1 + 0.5 * (0.25 * 53.1 - 17.1)] * 0.516 * 0.6 * 0.65 = 4.53 \text{ кН/м}^2$$

Мінімальне навантаження:

$$P_{SMmin} = 0.9 * L_{WL} * k_{DC}$$

$$P_{SMmin} = 0.9 * 7.11 * 0.6 = 3.84 \text{ кН/м}^2$$

$$t_{min} = k * s * \sqrt{\frac{PF}{6.7 * L}} * (14 + 3.6L)$$

PF=34 – коефіцієнт тиску для борту

$$k=1$$

$$t_{min} = 1 * 0,28 * \sqrt{\frac{34}{6.7 * 7,11}} * (14 + 3.6 * 7,11) = 7,22 \text{ мм}$$

$$t = b * k_c * \sqrt{\frac{P_{SMP} * k_2}{1000 * \sigma_d}}$$

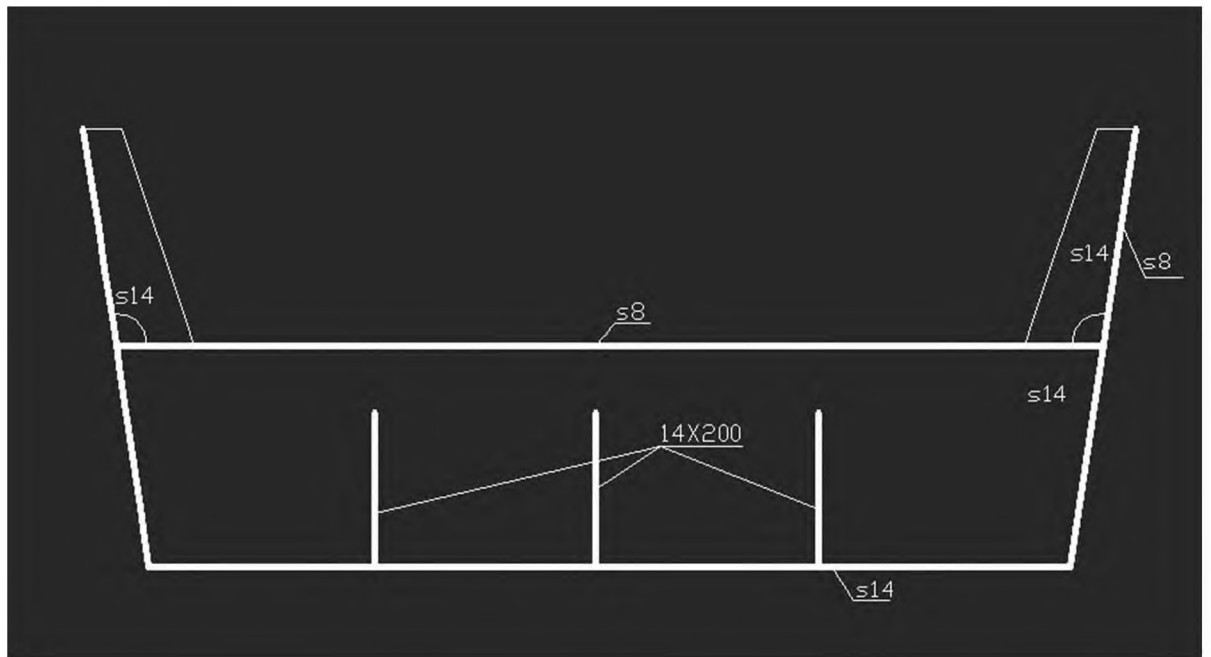
$b = 0.28\text{м}$ – ширина пластини.

$\sigma_d = 11.25 \text{ МПа}$ – допустиме напруження

$k_c = 1$ – коригувальний коефіцієнт

$$t = 0.28 * 1 * \sqrt{\frac{4.53 * 0.5}{1000 * 11.25}} = 3.97 \text{ мм}$$

Приймаю товщину борту $t = 8 \text{ мм}$



					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.04	Лист
						62
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					19.МР.135.6116м.09.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Студент		Чамата М.С.			Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркушів	
Керівник		Кузнєцов А.І.					63	10	
Консульт.						НУК			
Зав. Каф.		Бобров М.М.							

Вступ

Однією з найбільш розповсюджених технологій виготовлення виробів з поліетилену високої щільності є технологія на основі зварювання елементів конструкцій, що супроводжується наявністю шкідливих та небезпечних факторів, які є потенційними джерелами захворювань та нещасних випадків.

Проводячи аналогію з широко розповсюдженою технологією зварювання металевих суден, слід зазначити, що забезпеченню заходів з охорони праці на зварювальному виробництві присвячена велика кількість досліджень, результати яких знайшли відображення у методичних рекомендаціях та інструктивних матеріалах. Загальна організація збирально-зварювальних робіт у випадку використання поліетилену високої щільності у якості основного матеріалу корпусних конструкцій практично не відрізняється від організації робіт за використанням розповсюджених видів зварювання металевих конструкцій. Відповідно, джерела загроз безпеці праці та заходи боротьби з ними майже тотожні. Відмінності у характері загроз пов'язані з властивостями основного матеріалу, що зварюється, та присадкового матеріалу, мають хімічне походження. Основні властивості поліетилену високої щільності наведено у таблиці 1.1.

Сутність загроз полягає у виділенні шкідливих речовин при нагріванні зварювального матеріалу та зварювальної поверхні, що мають негативний вплив на органи дихання, центральну нервову систему, тощо.

Спираючись на зазначене подальше дослідження загроз безпеці праці, що виникають при організації виробництва малих суден з поліетилену високої щільності доцільно зосередити на забезпеченні безпекових заходах щодо запобіганню впливу викидам шкідливих речовин шляхом вентилявання виробничого приміщення, враховуючи що виробництво відбувається у закритих приміщеннях.

Вентиляція – процес повітрообміну у виробничих приміщеннях, який забезпечує нормовані значення параметрів мікроклімату та чистоту повітря.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.05	Лист
						64
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

5.1 Аналіз особливостей небезпечних та шкідливих факторів, що виникають при виробництві малих суден з ПЕВЩ

Незважаючи на наявну різноманітність способів зварювання, при виробництві малих суден з поліетилену високої щільності широке використання набув спосіб екструзійного зварювання. Наведеному способу зварювання характерні простота, висока продуктивність, широкі технологічні можливості та висока якість зварних швів.

При цьому способі зварювання екструдер подає розплав, що утворюється з присадкового матеріалу (гранули, прутки) шляхом його нагріву, в пристрої прямоточного типу та подальшого видавлювання у зону зварювання.

Діапазон температур, при якому відбувається зварювання становить 220 – 270°C На рис. 3.1 Зображено ручний зварювальний екструдер Велдінг Хорс-1,5 призначений для зварювання виробів з поліетилену ПЕ та поліпропілену ПП завтовшки до 15 мм.

При зварюванні поліетилену високої щільності виділяються шкідливі речовини, характеристика котрих у відповідності до ДСТУ Б В.2.7-73-98 наведена нижче:

Формальдегід – високонебезпечна речовина другого класу небезпеки за ГОСТ 12.1.005. Має загальнотоксичний вплив, здатний викликати гострі та хронічні отруєння, алерген, чинить подразнюючу дію на слизисті оболонки очей та верхніх дихальних шляхів, та шкіру.

Вміст формальдегіду в повітрі робочої зони не повинен перевищувати ГДК 0,5 мг/м³.

Контроль повітря робочої зони на вміст формальдегіду проводять фотоколориметричним методом з хромотроповою кислотою або газорідинною хроматографією (Методические указания по определению вредных веществ в воздухе № 1986-79).

Ацетальдегід - небезпечна речовина третього класу небезпеки за ГОСТ 12.1.005. Має загальнотоксичний вплив, здатний викликати гострі та хронічні

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.05	Лист
						65
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

отруєння, чинить подразнюючу дію на слизисті оболонки очей та верхніх дихальних шляхів.

Вміст ацетальдегіду в повітрі робочої зони не повинен перевищувати ГДК 5,0 мг/м³

Контроль повітря робочої зони на вміст ацетальдегіду проводять згідно з "Методическими указаниями по измерению концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны" № 2563-82.

Оксид вуглецю - небезпечна речовина, відноситься до четвертого класу небезпеки за ГОСТ 12.1.005. Має загальнотоксичний вплив, здатний викликати гострі та хронічні отруєння, викликає задуху, ураження центральної нервової системи.

Вміст оксиду вуглецю в повітрі робочої зони не повинен перевищувати ГДК 20,0 мг/м³.

Контроль повітря робочої зони на вміст оксиду вуглецю проводять згідно з "Методическими указаниями по хроматографическому определению водорода, метана, окиси углерода, этана, двуокиси углерода, этилена, ацетилен, пропилен, изопентан, бензол, толуол, стирол, этилбензол в воздухе рабочей зоны" № 1993-79 та ГОСТ 12.1.014.

Вміст пилу в повітрі робочої зони не повинен перевищувати ГДК 2 мг/м³, а аерозолі поліетилену - 10 мг/м³. Пил та аерозоль поліетилену викликає подразнення верхніх дихальних шляхів та відноситься до четвертого класу небезпеки за ГОСТ 12.1.005.

При порушенні вимог безпеки та довготривалому впливі на організм шкідливих речовин можливі порушення обміну кисню в організмі, ураження центральної нервової системи, подразнення слизових оболонок очей та верхніх дихальних шляхів.

5.2 . Розрахунок обсягу повітря на вентиляцію збирально-зварювального приміщення

При проектуванні вентиляції збирально-зварювального приміщення виробництва малих суден з поліетилену високої щільності необхідно дотримуватися наступних вимог:

1. Вентиляція повинна забезпечувати необхідну чистоту повітря та параметри мікроклімату виробничого приміщення відповідно до ГОСТ 12.1.00588.
2. Загальнообмінна вентиляція повинна забезпечувати ефективний баланс між об'ємами повітря, що надходять в приміщення та видаляються з нього.
3. Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрація, пожежовибухонебезпека).
4. Вентиляційне обладнання не повинно заважати рухові внутрішньо-цехового транспорту, знижувати продуктивність праці, впливати на якість зварювання.
5. Вентиляція повинна забезпечувати економічність та надійність при експлуатації.

Наведеним вимогам повною мірою відповідає припливно-витяжна система вентиляції, що складається з двох окремих систем – припливної та витяжної, які одночасно подають у приміщення чисте повітря та витягують із нього забруднене, рис 5.1 і рис 5.2.

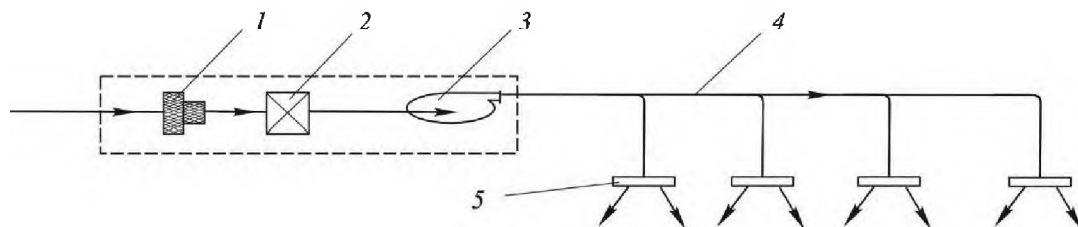


Рис 5.1 Схеми механічної вентиляції. Припливна.

1 – пілоочисний фільтр; 2 – калорифер; 3 – вентилятор; 4 – магістральний повітровід; 5 – вентиляційні нагнітальні насадки;

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.05

Лист

67

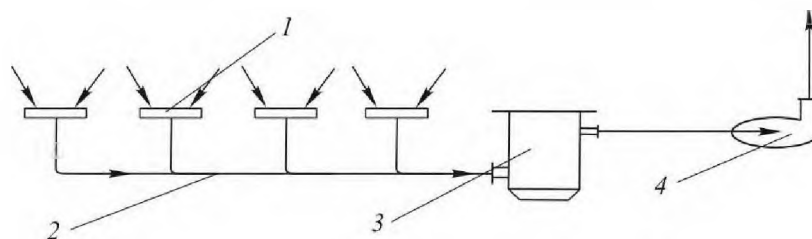


Рис 5.2 Схеми механічної вентиляції. Витяжна.

1 – вентиляційні забірні насадки; 2 магістральний повітровід; 3 – очисник забрудненого повітря; 4 – вентилятор.

Припливно-витяжні вентиляційні системи є найбільш поширеними у промисловості тому, що вони більш повно задовольняють умовам створення нормованих параметрів повітря у робочій зоні виробничих приміщень.

Повітрообмін виробничого приміщення розраховується за формулою:

$$L = \frac{1000 \cdot \beta \cdot V}{K \cdot C_{gdk}}$$

де β - коефіцієнт нерівномірності розподілу шкідливих речовин у повітрі приміщення, приймається = 1,5. V - інтенсивність виділення шкідливої речовини в одиницю часу г/год, для даного типу екструдеру = 0,012. K – коефіцієнт повітрообміну, приймається = 1,3. C_{gdk} - гранично допустима концентрація шкідливих речовин, приймається = 0,5 для найбільш небезпечної речовини – формальдегіду.

$$L = \frac{1000 \cdot 1,5 \cdot 0,012}{1,3 \cdot 0,5} = 27,69 \text{ м}^3/\text{год}$$

Таким чином, із розрахунку на інтенсивність виділення шкідливих речовин по формальдегіду при роботі одного зварювального екструдеру у збирально- зварювальному приміщенні має забезпечуватися повітрообмін 27,69 м³/год.

Оскільки об'єм повітрообміну залежить від інтенсивності виділення шкідливих речовин, що, у свою чергу, пов'язано з інтенсивністю виробництва, при проектуванні вентиляційної системи необхідно

Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата

19.MP.135.6116м.09.ПЗ.05

Лист

68

враховувати перспективні показники продуктивності виробничого процесу у кожному конкретному випадку.

5.3 Заходи з техніки безпеки

В даному розділі на підставі аналізу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, виявлених на об'єкті, розроблено заходи, направлені на створення здорових і безпечних умов праці та пожежної безпеки.

Всі збирально-зварювальні роботи щодо виготовлення малих суден з поліетилену високої щільності слід виконувати у спеціально обладнаному цеху або дільниці. Ці приміщення мають бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією з місцевим відсмоктуванням.

Ручні зварювальні екструдери створюються з використанням найновіших технічних розробок та відповідають сучасним вимогам безпеки. Неналежне використання агрегату може спричинити небезпеку для оператора або третіх осіб, а також стати причиною пошкодження машин та матеріальних цінностей. Застосування зварювального екструдера дозволяється тільки в повністю справному стані для здійснення належних робіт, а також за умови виконання всіх положень інструкції з експлуатації.

Виконувати роботи з обслуговування електроустаткування екструдера дозволяється лише фахівцям електрикам та відповідно до всіх електротехнічних правил.

Підключати прилад дозволяється лише до легкодоступних штепсельних розеток із заземлюючим контактом. Перед увімкненням агрегату до мережі необхідно перевірити номінальну напругу зварювального екструдера. Показники напруги мережі повинні збігатися з номінальною напругою ручного зварювального екструдера, вказаною на фірмовій заводській табличці, експлуатувати екструдер слід разом із запобіжним вимикачем або розділовим трансформатором.

Не дозволяється проводити зварювальні роботи у вибухонебезпечних та пожеже-небезпечних приміщеннях.

У ході виконання збирально-зварювальних робіт необхідно

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.05	Лист
						69
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

користуватись засобами індивідуального захисту.

Відповідно до ГОСТ 12.4.011-89 «ССБТ. Средства защиты работающих. Классификация» усі засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) можливо поділити, в залежності від призначення, на такі класи:

1. Засоби захисту органів дихання;
2. Засоби захисту обличчя;
3. Засоби захисту очей;
4. Спеціальний захисний одяг;
5. Ізолюючі костюми;
6. Засоби захисту ніг, засоби захисту рук, засоби захисту голови;
7. Засоби захисту слухових органів;
8. Захисні дерматологічні засоби.

Належне використання засобів індивідуального захисту полягає у їх коректному виборі та експлуатації. При виборі засобів індивідуального захисту необхідно враховувати особливості виробництва суден з поліетилену високої щільності та індивідуальні особливості працівника. Особливу увагу слід приділяти захисту органів дихання, центральної нервової системи та слизових оболонок від впливу викидів шкідливих речовин, про які йшла мова у попередньому розділі.

Особливості типових вимог щодо безпеки на виробництві малих суден з поліетилену високої щільності включають наступні положення:

- використовувати апарат дозволяється лише для виконання робіт, передбачених інструкцією заводу виробника;
- забороняється використовувати екструдер непідготовленим персоналом;
- небезпечні роботи по зварюванню пластмас слід проводити користуючись засобами індивідуального захисту (протигаз марки "А", кисневий респіратор, захисні окуляри);
- користування відкритим полум'ям, паління в зоні проведення робіт дозволяється тільки у відведеному для цього місці;

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.05	Лист
						70
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- механічну обробку пластмас слід виконувати з температурою не нижче 5°C; - нагрівати пластмаси слід не вище 270 °C;
- зварювання необхідно проводити електроінструментом і обладнанням з напругою не вище 25 В;
- працюючи з електронагрівачами, інструмент з метою запобігання опікам, необхідно утримувати в теплозахисних чохлах;
- забороняється залишати нагрівальний інструмент з увімкненим електроживленням у разі перерв у роботі;
- блок живлення зварювального обладнання слід заземлити;
- виконувати роботи необхідно інструментом, що виключає іскроутворення;
- не можна виконувати роботи зі зварювання пластмас з хронічними або респіраторними захворюваннями;
- зони проведення робіт слід оснащати попереджувальними табличками, плакатами ("Без протигазу не входити". "Гази")
- забороняється контакт з усіма відкритими металевими частинами, оскільки існує загроза займання та отримання опіків. Температура цих деталей може сягати 350 °C.
- екструдер слід встановлювати на підставку, плоску негорючу поверхню.
- шнур живлення не повинен торкатися нагрівача.

З метою запобігання короткому замиканню необхідно повністю виключити попадання бризок води на екструдер.

У ході дослідження розроблено рекомендації з охорони праці. Встановлено, що особливості загроз безпеці праці при роботі з поліетиленом високої щільності полягають у виділенні шкідливих речовин при нагріванні зварювального матеріалу та зварювальної поверхні, що мають негативний вплив на органи дихання, центральну нервову систему.

Враховуючи зазначене особливості запобігання загрозам небезпеці праці, що виникають при організації виробництва малих суден з поліетилену

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.05	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		71

високої щільності доцільно зосередити на забезпеченні безпекових заходів щодо запобіганню впливу викидам шкідливих речовин шляхом вентилявання виробничого приміщення, враховуючи що виробництво відбувається у закритих приміщеннях.

Наведена розрахункова схема може використовуватись при проєктуванні вентиляційної системи збирально-зварювального приміщення враховуючи перспективні показники продуктивності виробничого процесу у кожному конкретному випадку.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ.05	Лист
						72
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Таким чином в роботі були вирішені всі задачі, які були поставлені, щоб досягнути поставленої мети.

1. Розглянуті матеріали для вирішення задачі заміни малих суден для використання в дельті Дунаю. Обрано матеріал, який найбільш відповідає вимогам.
2. Проведено аналіз світових тенденцій щодо малого розвитку малого суднобудування з ПЕВЩ.
3. Проаналізовано технологію і обладнання для формування корпусу з поліетилену високої щільності.
4. Виконано проект перспективного судна для використання в дельті Дунаю, а також проведено розрахунки міцності основних елементів.
5. Зроблено аналіз особливостей небезпечних та шкідливих факторів, що виникають при виробництві малих суден з ПЕВЩ та заходи безпеки для роботи в збирально-зварювальному приміщенні

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		73

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1]. Баадер Х. Разъездные туристские и спортивные катера, Судостроение – 1979 – 382с;

[2]. Аврух М.Г. Проектирование судов из пластмассы, Судпромгиз – 1960 – 340 с;

[3]. Кротов О.І., Голюков В.І., Еганов О.Ю., Бондаренко О.В. Проектування малотонажних суден. УДМТУ, 2003;

[4]. Кузнецов А.И. Определение весовых показателей корпусных конструкций парусно-моторных, моторных яхт и малотоннажных служебных судов на ранних стадиях проектирования. Сборник «Международная научно-практическая конференция в честь 80-летнего юбилея профессора В.В.Козлякова. Одесса 2010г. С. 300 – 311;

[5]. Кузнецов А.И., Дромашко О.В. Приоритеты нагрузок при проектировании корпусных конструкций малых скоростных судов. Збірник наукових праць НУК. –Миколаїв: НУК,№2 (397),2010;

[6]. Кузнецов А.И., Атрощенко М.А. Поле ограничений и его влияние на качество конструктивных решений при проектировании конструкций малых судов. East European Scientific Journal.–2016, #12(16).Part 1–P.89-104;

[7]. Кузнецов А.И. Анализ целесообразности применения материалов корпусных конструкций для малых судов [Текст] / А. И. Кузнецов // East European Scientific Journal. – 2015. – т.2, – С. 126–132;

[8]. Кузнецов А.И., Грабенко А.А. Полиэтилен низкого давления в качестве материала корпусных конструкций : матеріали науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці», НУК. Миколаїв, 2020.;

[9]. Кузнецов А.И., Грабенко А.А. Критерии применимости полиэтилена низкого давления в качестве материала корпусных конструкций малых судов.

					19.МР.135.6116м.09.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		74

[Текст] / А. И. Кузнецов, А. А. Грабенко // Матеріали всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд», НУК. – Миколаїв, 2020.;

[10]. Грабенко, А. А. Кузнецов, А. І. Особливості застосування поліетилену низького тиску в якості матеріалу корпусних конструкцій малих суден. Збірник наукових праць НУК №2, 2021, с.3-7.;

[11]. Siswandi B., Wasis Dwi Aryawan, High Density Polyethylene (HDPE) Vessel of Pompong as a Fishing Vessel for Bengkalis Fisherman. [Text]/ The 2 nd International Seminar on Science and Technology, Postgraduate Program Institut Teknologi Sepuluh Nopember – Surabaya, Indonesia, 2016;

[12]. Ridwan M., Sulaiman, Sugeng S., Sarwoko & Nies H., Mechanical Properties of Small Boat Construction from HDPE Blue Drum Scrap. [Text]/ Diponegoro University – Semarang, Indonesia, SLV Mannheim GmbH – Mannheim, Germany, 2022;

[13]. Юрженко М.В., Аналіз виробництва та використання поліетиленових труб для будівництва трубопроводів різного призначення (Огляд). Науковий вісник НЛТУ України №2, 2019;

[14]. Шестопап А.Н., Васильев Ю.С., Минеев Э.А. и др., Справочник по сварке и склеиванию пластмасс.; Под общ. Ред. А.Н. Шестопапа.- К.: Техника, 1986.- 192 с.;

[15]. Юрженко М.В., Кораб М.Г., Зварювання високотехнологічних пластмас : монографія М.В. Юрженко., М.Г. Кораб. – Суми : Університетська книга, 2016. – 319 с.;

[16]. Демченко В.Л., Юрженко М.В., Особливості наноструктурної організації, властивості та релаксаційна поведінка зварних з'єднань поліетиленів.

					19.MP.135.6116м.09.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		75

[Text]/ Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii, т. 15, № 3, 2017. – 535–546с.;

[17]. Valeriy Demchenko, Maksym Iurzhenko, Andriy Shadrin, Anatoliy Galchun, Relaxation behavior of polyethylene welded joints, Nanoscale Research Letters, 2017;

[18]. Правила класифікації та побудови малих суден [Текст] / Регістр судноплавства України. – Том 2. – Київ: Регістр судноплавства України, 2015. – 404 с.;

[19]. European standard NF EN ISO 12215-3. Small craft. Hull constructions and scantlings Part 3: Materials: Steel, aluminium alloys, wood, other materials [Text] / August, 2002. – 8p.;

[20]. Turk Lloyd. Tentative Rules for polyethylene crafts. [Text] / 2002. – 9p.;

[21]. European standard NF EN ISO 12215-5. Small craft. Hull constructions and scantlings Part 5: Design pressures. Design stresses, scantling determination/ [Text] / August, 2002. – 45 p.;

[22]. Кузнецов А.И., Лисицький І.В. Особливості проектування малих суден з HDPE : матеріали науково-технічної конференції «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд », НУК. Миколаїв, 2023;

[23]. Lysytskyi I.V., Kuznetsov A.I. Ways of standardizing HDPE hull structures parameters for small vessels. Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова. № 2 (491). 2023. С. 44-54;

[24]. Кузнецов А.И., Лисицький І.В. Особливості застосування пропульсивних комплексів для малих суден з HDPE : матеріали науково-технічної конференції «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці», НУК. Миколаїв, 2023.

					19.MP.135.6116m.09.ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		