

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Терлич Станіслав Володимирович

УДК 629.5.04:629.514

**УДОСКОНАЛЕННЯ МОДУЛЬНОГО ФОРМУВАННЯ ПРИМІЩЕНЬ
ДЛЯ НЕСАМОХІДНИХ ПЛАВУЧИХ СПОРУД**

Спеціальність 05.08.03 – Конструювання та будівництва суден

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Миколаїв – 2018

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано на кафедрі будівництва та ремонту суден у Національному університеті кораблебудування імені адмірала Макарова Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник –

доктор технічних наук, професор
Щедролосєв Олександр Вікторович,
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв,
завідувач кафедри будівництва та ремонту суден.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Кравцов Віктор Іванович,
Національний авіаційний університет, м. Київ,
професор кафедри машинознавства;

кандидат технічних наук, доцент
Бойко Анжела Петрівна,
Чорноморський національний університет
імені Петра Могили, м. Миколаїв,
в. о. декана факультету комп'ютерних наук.

Захист відбудеться «13» травня 2019 р. о 11³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 38.060.02 Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова за адресою: ауд. 360, просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова за адресою: просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025 та на сайті: <http://nuos.edu.ua>.

Автореферат розісланий «02» квітня 2019 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
д-р техн. наук, професор



В. В. Зайцев

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дисертаційної роботи. Модульне формування та монтаж суднових приміщень є невід’ємною складовою в процесі побудови суден. Відсоток трудомісткості цих робіт при побудові торгового чи промислового судна може сягати 5...6%. Аналізуючи сучасні пакети замовників на вітчизняних верфях стає зрозумілим, що серед них значну частину складають несамохідні плавучі споруди (НПС): плавучі композитні доки, плавучі готелі, майстерні, паркінги, плавучі несамохідні крани, дебаркадери, плавучі будинки. Для цих плавзасобів трудомісткість робіт з формування суднових приміщень може досягати, а іноді й перевищувати 20%. Суттєві відрізнєння складу, конфігурацій, планувань, розмірів, конструкцій та технічних вимог приміщень конкретних НПС при використанні модульних систем надають значний вплив на зменшення часу побудови цих плавзасобів, збільшенню будівельної коштовності та зменшенню рівня механізації робіт. Діючи в наш час нормативно-правові документи (резолюції ІМО, Конвенція SOLAS-74/78, класифікаційні товариства) не містять цілого ряду рекомендацій, які б урахували весь комплекс необхідної інформації відносно проектування, конструювання, технологій формування та монтажу житлових, суспільних та службових приміщень кількість яких на НПС в рази більша на відміну від самохідних суден.

Таким чином удосконалення існуючих та розвиток нових модульних методів формування та монтажу суднових приміщень несамохідних плавучих споруд є досить актуальним науково-технічним завданням.

Мета дисертаційної роботи полягає в удосконаленні технології формування суднових приміщень та житлових блок-модулів НПС для зменшення трудомісткості виготовлення модульних конструкцій приміщень та їх собівартості при максимальному перенесенні усіх видів робіт з судна в цех.

Об’єктом дослідження є технології виготовлення, опорядження та монтажу модульних приміщень для НПС.

Предмет дослідження – процеси формування та монтажу модульних конструкцій приміщень НПС, їх закономірності та показники.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі поставлено наступні **наукові задачі**:

1) на основі вивчення та аналізу ряду вітчизняних та закордонних модульних систем захиття суднових приміщень розробити ефективний алгоритм їх раціоналізації, який забезпечить зменшення кількості модульних елементів, спрощення їх конструкції з урахуванням відповідних діючих стандартів;

2) визначити основні фактори впливу зовнішніх навантажень, які необхідно враховувати при формуванні, монтажі та експлуатації модульних суднових приміщень;

3) розробити математичну модель визначення раціональних лінійних параметрів для елементів модульного захиття суднових приміщень НПС за умови мінімальних матеріальних витрат;

4) удосконалити базову технологію формування модульних систем захиття суднових приміщень НПС;

5) дослідити процеси переміщення блочних кают всередині корпусів плавучих споруд та з'ясувати їх основні закономірності;

6) сформулювати задачі удосконалення конструкторсько-технологічних рішень формування суднових приміщень, а також доцільність перенесення виносної ізоляції із корпусних конструкцій на елементи захиття;

7) провести порівняльний техніко-економічний аналіз формування суднових модульних приміщень традиційним та запропонованим способами;

8) впровадити результати дисертаційного дослідження у виробництво та навчальний процес.

Методи дослідження. При проведенні дослідження було використано наступні загальнонаукові методи.

Комплексний аналіз – для призначення базової системи модульного захиття, методів удосконалення та оцінювання результатів.

При вирішенні пошукової задачі призначення раціональних геометричних характеристик приміщень використано аналітичний метод випадкового ненаправленого пошуку, який полягає в створенні математичного опису житлового блоку плавучих споруд з використанням методів визначення екстремумів.

Метод перехідних матриць – для удосконалення координування та позиціонування модульних кают при їх переміщенні всередині корпусу плавучої споруди.

При визначенні властивостей міцності та деформацій панелей використані положення будівельної механіки корабля та теорії пружності.

Метод нелінійного математичного програмування – для формування математичної моделі розроблення типорядів елементів модульного захиття.

Чисельні методи Крилова та Якобі – при розв'язанні систем рівнянь для визначення вільних коефіцієнтів частинного рішення диференційного рівняння деформації модульних панелей для захиття.

Оцінка техніко-економічної ефективності виконаних досліджень та розробок, а також технологічності переміщення та монтажу модульних кают виконано із використанням вартісного та розмірного аналізів за двома критеріями – матеріалоємності та трудомісткості.

Наукова новизна отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає в теоретичному та прикладному розв'язанні задач формування приміщень НПС модульними методами шляхом удосконалення конструктивних елементів захиття та технологій формування надбудов (рубок, башт) укрупненими способами.

У результаті дослідження:

- **вперше** отримано функціональні залежності між лінійними розмірами елементів захиття та силовими факторами (зовнішні навантаження та прогини) методом Крилова, що зменшує час визначення вищеназваних показників до 3-х разів;

- **вперше** завдяки створеній та апробованій математичній моделі визначення типоряду панелей для захиття приміщень плавзасобів обґрунтовано спосіб

визначення раціональних лінійних параметрів панелей (розміри висоти підволоки та ширини панелі при визначеній її товщини) для захиття приміщень НПС, що дозволило знизити витрати металопласту на 42...45%, мінеральних наповнювачів ізоляції на 47...52%, а загальний коефіцієнт використання матеріалу збільшився з 0,76 до 0,82;

- **вперше** отримано умови для позиціонування блок-кают всередині корпусу плавучої споруди у вигляді математичної залежності трьох рівнянь різниці координат переміщення в трьохмірному просторі із урахуванням допустимих лінійних переміщень, що дозволило знизити абсолютну похибку на рівні 1,2 м при вертикальному переміщенні та 0,24 м при горизонтальному переміщенні, при існуючих допусках – 2,5 м на одиницю площі;

- **удосконалено** технології формування суднових приміщень несамохідних суден шляхом перенесення виносної ізоляції із корпусних конструкцій на елементи захиття приміщень НПС, що дало змогу зменшити трудомісткість формування приміщень до 68% у порівнянні із традиційною технологією;

- **отримав подальший розвиток** метод формування та опорядження приміщень несамохідних суден та інших плавучих споруд за рахунок раціоналізації призначення типорозмірів елементів захиття, що знижує витрати металопласту на 47%, а мінеральних наповнювачів на 30%.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи були представлені, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на конференціях:

- II, III, IV, V, VII, IX Міжнародна науково-технічна конференція «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2018 роки, м. Миколаїв, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова);

- Всеукраїнська науково-технічна конференція з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд» (2016, 2017 роки, м. Миколаїв, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова);

- Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні тенденції і перспективи розвитку морегосподарського комплексу України» (15-16 червня 2011 р, м. Маріуполь, Азовський морський інститут Національного університету «Одеська морська академія»);

- II, III, V, VIII Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті» (2010, 2011, 2016, 2017 роки, м. Херсон, Херсонська державна морська академія).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Дослідження в області добувочних технологій в суднобудуванні є провідним, визнаним міжнародною спільнотою напрямком наукової та практичної діяльності Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова, яке пов'язано з виконанням законів і постанов Кабінету Міністрів України: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 6 травня 2009 р. № 581-р «Про схвалення Стратегії розвитку суднобудування на період до 2020 року»; Розпорядження Кабінету Міністрів України від 6 травня 2009 р. № 671-р «Про

схвалення Концепції Загальнодержавної цільової економічної програми розвитку кораблебудування на період до 2035 року».

Дисертація включає результати наукових досліджень, отриманих під час виконання договорів про творче співробітництво: № 1688 між кафедрою суднобудування Херсонської філії НУК та Херсонським державним заводом «Палада»; № 2169 між кафедрою будівництва та ремонту суден НУК та Херсонським державним заводом «Палада» (№ держ. реєстрації 0118U004505) та № 2182 між кафедрою будівництва та ремонту суден НУК та Херсонською верф'ю Smart Maritime Group (номер державної реєстрації 0118U001704), де здобувач брав участь як відповідальний виконавець.

Наукове значення дисертаційної роботи полягає в удосконаленні методу та технології формування суднових приміщень на підставі визначення раціональних лінійних параметрів панелей зашиття та умов позиціонування блок-кают в середині корпусу суден та несамохідних плавучих споруд, що є актуальною невирішеною раніше задачею сучасної технології суднобудування як науки.

Практичне значення отриманих результатів:

1) розроблена математична модель дає змогу призначати типоряд модульних елементів кают що зменшує їх матеріалоємність на 47% за рахунок раціонального заповнення довжин і ширин при формуванні приміщень НПС на відміну від традиційної технології;

2) отримані рівняння напружено-деформаційного стану модульних елементів приміщень дозволяють призначити геометричні характеристики перетинів елементів модульного зашиття на відміну від існуючих методик їх призначення за прототипами і дають змогу зменшити масу зашиття на 18%;

3) удосконалена технологія формування, оббудови та монтажу модульних суднових приміщень дає змогу зменшити трудомісткість добудовних робіт плавучих споруд на 17...19%;

4) запропоновані функціональні залежності позиціонування всередині корпусу НПС дозволяють координувати та переміщувати модульні каюти й елементи обладнання з мінімальними похибками (до 1 м при нормованих 2,5 м на одиницю площі);

5) розроблені науково-технічні рекомендації впроваджені в порядку дослідної експлуатації на Херсонському державному заводі «Палада» та Херсонській верфі Smart Maritime Group, використовуються в навчальному процесі, відповідно до навчальних планів освітніх ступенів бакалавра та магістра, а також виконанні наукових досліджень на рівні PhD зі спеціальності 135 «Суднобудування» за освітньо-професійними програмами «Суднокорпусобудування» та «Судноремонт та технічне обслуговування флоту» на кафедрі будівництва та ремонту суден Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

Особистий внесок здобувача. Основні наукові результати, висновки та рекомендації, які наведені в дисертації та виносяться на захист, отримані автором самостійно. З робіт, опублікованих у співавторстві, на захист виносяться тільки ті частини, які розроблені автором самостійно.

В роботі [1] автором виконано літературний аналіз, описано методики існуючих технологій модульного формування приміщень, запропоновано технології укрупненого монтажу приміщень плавучих доків. У публікації [3] автором досліджено зовнішні навантаження на елементи зашиття, виведено залежності для розрахунку внутрішніх зусиль, проведено контрольний розрахунок. У статті [4] автором розроблено та запропоновано математичні залежності переміщення модульних елементів та обладнання всередині суднового корпусу та виконано контрольний розрахунок. У праці [5] автор виконав загальний огляд задач дослідження, описав технології, що пропонуються при укрупненому формуванні житлових відсіків, розробив математичний апарат дослідження. У статті [6] автор підготував вихідні дані розрахунку, описав ймовірнісні розрахунки типоряду модульних елементів. У джерелі [7] автором обґрунтовано використання модульного формування приміщень на композитних плавучих доках, наведено ряд технологічних аспектів та запропоновано критерії оцінювання технологічності модульних конструкцій. У статті [9] автор визначив основні напрями удосконалення модульних систем, які використовуються на плавучих доках. У публікації [10] автором проведено аналіз сучасних модульних систем зашиття приміщень, їх розмірно-конструктивних особливостей. У джерелах [7, 8, 11] автор виконував аналіз та запропонував шляхи удосконалення габаритних характеристик приміщень під час розробки «лінійки» композитних плавучих доків.

Публікації. Основні положення дисертації викладені у 31 друкованій науковій праці, а саме: 1 публікація у закордонному збірнику, який входить до фахових видань Азербайджану та 10 статей у фахових наукових виданнях України, які входять у перелік, затверджений ДАК МОН України; 14 публікацій апробаційного характеру та 6 робіт, які додатково відображають наукові результати дисертації.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів основної частини, загальних висновків, списку використаних джерел з 143 найменувань, чотирьох додатків і містить 33 рисунки та 22 таблиці. Обсяг дисертації складає 139 сторінок основного тексту без урахування сторінок які повністю містять рисунок, або таблицю.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** представлена загальна характеристика дисертації: обґрунтування вибору теми дослідження; мета і завдання дослідження відповідно до предмета та об'єкта дослідження; методи дослідження; наукова новизна отриманих результатів; апробація матеріалів дисертації та структура і обсяг дисертації.

Відмічено значний вклад в розробку модульних методів формування, зашиття та обладнання суднових приміщень колективами Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова та ПТВ «Український НДІ ТС». Вирішенню цієї проблеми присвячені роботи авторів: Бавикіна Г.В., Рашковського О.С., Мільто А.А., Щедролосоєва О.В., Головні Ю.М., Пасько В.Ю., Ткаченка В.О. та інших.

У **першому розділі** виконано огляд та аналіз існуючих сучасних модульних систем та технологій опорядження суднових приміщень, таких як «M100», «ОМС», «M50» (Україна), «Rockwool» (Нідерланди), «TNF» (Данія), «Norac» (Норвегія), «Isolamin» (Швеція), «M1000» (Німеччина), розглянуто модульну концепцію «МЕКО» та інші.

З'ясовано, що використання модульних та блочно-модульних методів у вітчизняному суднобудуванні для формування та опорядження приміщень несамохідних плавучих споруд практично не використовується. Відсутня нормативна документація, яка передбачала б використання закордонної продукції на вітчизняних підприємствах. Закордонні виробники закладають незначні запаси міцності та якості при виготовленні модульних елементів захиття приміщень, що в свою чергу робить проблематичним або взагалі неможливим використання модульних технологій.

Серед розглянутих модульних систем найкращі показники має однорядна модульна система M100 за винятком двох критеріїв – питома вага та кількість елементів захиття. Крім того системи «Алмаз» та «Росун» на наш час використовуються досить рідко і знаходяться на стадії впровадження. Використання закордонних систем у вітчизняному суднобудуванні не завжди є рентабельним через складний алгоритм сертифікації продукції та її високої коштовності. Крім того на багатьох плавучих спорудах (особливо плавучих доках) їх використання іноді взагалі неможливе, враховуючи особливості експлуатації та характеристики міцності елементів захиття.

У зв'язку з цим при удосконаленні модульного формування приміщень для несамохідних плавучих споруд доцільно прийняти за базову вітчизняну однорядну модульну систему M100.

З'ясовано, що на даному етапі не існує модульної системи, яка б повністю відповідала конструктивним та технологічним вимогам захиття приміщень на несамохідних плавучих спорудах. Питання системного розгляду конструктивно-технологічних рішень модульного формування приміщень для несамохідних плавучих доків не пророблені. Відсутні комплексні теоретичні рішення проектування та технології формування і монтажу конструктивних елементів приміщень НПС.

Визначено основні недоліки формування та обладнання приміщень на несамохідних плавучих спорудах:

- відсутність архітектурно-планових рішень розміщення екіпажу, пасажирів і персоналу на НПС, що негативно впливає на раціональність конструкцій та загальне розташування приміщень;
- високу трудомісткість формування приміщень через неповне використання (або не використання) модульних технологій;
- недосконалість конструкцій приміщень несамохідних суден та інших плавучих споруд, а також ізолювання елементів захиття для забезпечення пожежної безпеки;

- відсутність теоретичних даних та розмірно-конструктивних параметрів приміщень у комплексі для можливості їх використання на будь-яких типах несамохідних плавучих споруд;

- неповноту даних зовнішніх навантажень та напружено-деформованого стану й вібрації елементів зашиття приміщень НПС.

Обґрунтовано вибір теми дисертаційного дослідження, показано його важливість та актуальність, а також відповідність спеціальності 05.08.03 – конструювання та будування суден (п. 10 Розроблення методів формування, опорядження та обладнання приміщень суден і плавучих споруд; п.12 Методи автоматизації та оптимізації технологічних процесів будування і ремонту суден, їх технічних засобів). Визначені основні методи дослідження. Розроблено алгоритм раціональних лінійних параметрів суднового приміщення. Визначено основні методи дослідження.

У **другому розділі** виконано розмірний та конструктивний аналіз приміщень НПС, які підлягають зашиттю. Розв’язано пошукову задачу призначення раціональних розмірів приміщень несамохідних плавучих споруд. З’ясовано, що при однаковому складі житлових кают і рівних площах для їх розміщення, приміщення можуть бути встановлені з різною щільністю. Чим більше щільність «пакування», тим менше порожнин на площі розташування і як наслідок, тим компактніше розміщення, так як в результаті зменшується протяжність комунікацій і розміри використовуваних площ, що знижує будівельну вартість надбудови (рубки, башти).

Також у другому розділі розроблено *математичну модель* визначення типоряду модульних панелей. Створюючи математичну модель формування та побудови суднових приміщень у вигляді комплексного дослідження очевидно, що вона повинна відповідати сучасному технічному рівню і бути спрямованою на зменшення трудомісткості та матеріалоємності і підвищення рівня технологічності конструкцій при модульному формуванні приміщень НПС. В такому разі основним критерієм досягнення поставленої задачі прийнято цільову функцію. Вона передбачає мінімальні витрати на виготовлення і монтаж модульних елементів приміщень.

Цільова функція представлено у вигляді залежності:

$$Z = f(T, b, l, N_B, K_U, K_{MU}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де Z - частина приведених виробничих витрат на середньостатистичний плавзасіб, грн.; f - цільова функція змінних параметрів; T - трудомісткість виготовлення і монтажу елементів зашивання, нормо-годин; $T = \sum T_i$, де T_i - трудомісткість виготовлення i -ої складової частини зашивання, нормо-годин; b – середньостатистична ширина панелі для зашиття, м; l – середньостатистична довжина панелі для зашиття, м; N_B – кількість типорозмірів ширин панелей; K_U – коефіцієнт використання матеріалу панелей; K_{MU} – коефіцієнт міжпроектної уніфікації $K_{MU} = \frac{E_3}{E_{II}}$, де E_3 – загальна кількість типорозмірів елементів зашиття; E_{II} – кількість елементів зашиття конкретного плавзасобу.

Типорозмірні ряди панелей сучасних однорядних модульних систем характеризуються розмірами довжин та ширин, геометричними співвідношеннями, а також технологічними та економічними показниками. У зв'язку з цим, дослідження визначення раціонального типоряду зашивочних панелей доцільно проводити на основі розв'язання задачі методом математичного програмування. Типоряд ширин панелей, що підлягає визначенню наведено у вигляді одномірного масиву

$$\{B\} = \{b_1, b_2, \dots, b_g, \dots, b_m\}, \quad (2)$$

де b_g - ширина g -ї панелі, m ; m – кількість розмірів ширин.

Множина ширин з масиву (2) повинна кратно заповнювати будь-які модульні розміри ширин приміщень, що підлягають зашиттю на НПС. Основна умова кратного заповнення обмеженою кількістю наборів b_g -их ширин наведена у вигляді виразу

$$\sum_{g=1}^{m_0} b_g \cdot x_{ig} = A, \quad g = 1, \dots, m, \text{ цілі числа; при цьому } 1 \leq m_0 \leq m, \quad (3)$$

де x_{ig} - інтенсивність заповнення b_g -ої шириною панелі при заповненні розміру приміщення A .

Окрім основних вимог (3) до типоряду (1) введено додаткові технологічні, конструктивні та естетичні вимоги заповнення розмірів приміщень несамохідних плавзасобів:

1) кожен розмір приміщення повинен бути заповнений якомога меншою кількістю прийнятих ширин, тобто найбільш широкими панелями

$$\sum_{g=1}^{m_0} x_{ig} \rightarrow \min, \quad (4)$$

2) заповнення кожного розміру приміщення повинно бути рівномірним, тобто приблизно рівними ширинами з прийнятих. Таким чином за методом найменших квадратів

$$\sum_{g=1}^{m_0} (b_{cp} - b_g)^2 \cdot x_{ig} \rightarrow \min, \quad (5)$$

де b_{cp} – середня ширина панелей при заповненні розміру A , яка визначається за формулою:

$$b_{cp} = \frac{A}{\sum_{g=1}^{m_0} x_{ig}}. \quad (6)$$

Враховуючи використання конкретного розміру приміщень A з частотою K_i та інтенсивністю використання b_g -ої ширини при заповненні розміру величиною x_{ig} згідно (3) визначено величину загального використання b_g -ої ширини як:

$$x_g = \sum_{i=1}^g x_{ig} \cdot K_i. \quad (7)$$

Вибір раціональних наборів ширин у групах проводився евристичним методом. Використовувались ознаки подільності розмірів приміщень на розміри ширин панелей:

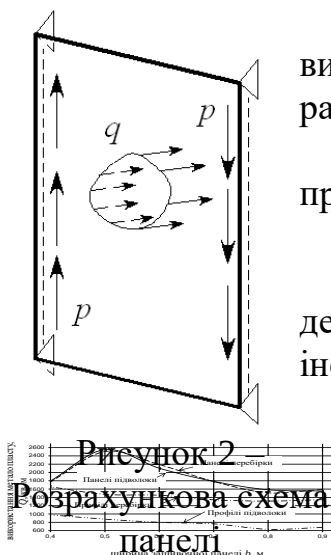
$$\max \bar{b} = \frac{\sum_{i=1}^A \sum_{g=1}^{m_0} b_g \cdot x_{ig} \cdot K_i}{\sum_{i=1}^A \sum_{g=1}^{m_0} x_{ig} \cdot K_i}. \quad (8)$$

Основними ознаками раціонального набору ширин у типоряді є наступні твердження:

- у наборах менших груп великі ширини панелей обираються з середніх;
- у великих наборах, крім самих широких панелей, використовуються проміжні.

Для верифікації математичної моделі із визначенням лінійних параметрів приміщень НПС було виконано розрахунок ширин b_{ig} , які підлягають модульному зашиттю. За вищенаведеними розрахунками отримано графічні залежності витрат металопласту Q від ширини панелі b (рис. 1). Також у другому розділі досліджено напружено-деформаційний стан композитної панелі для зашиття в процесі експлуатації НПС.

Рисунок 1 – Графічна залежність витрат металопласту Q , m^2 , від ширини панелі b , м



Розрахункову схему наведено на рис. 2 де q – тиск від випадкового навалу людини, kH/m^2 ; p – навантаження за рахунок вібрації корпусних конструкцій, kH/m .

Диференціальне рівняння зігнутої поверхні пластини представлено у вигляді:

$$\frac{E \cdot I}{1 - \sigma^2} \cdot \frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} = -M, \quad (9)$$

де E – модуль пружності матеріалу панелі, МПа; I – момент інерції поперечного перетину панелі m^4 ; σ – коефіцієнт Пуассона; $\sigma = \lambda / [2(\lambda + \mu)]$, λ , μ – коефіцієнти Ламе, які характеризують жорсткість матеріалу на розтягнення та згинання; ω – прогин пластини, мм; M – момент зусиль, прикладений до панелі, $kH \cdot m$.

Позначивши розтяжне зусилля як T застосовані наступні позначення:

$$\left. \begin{aligned} \frac{T \cdot 12(1 - \sigma^2)}{E \cdot h^3} &= k^2 \\ \frac{k \cdot l}{2} &= U \\ \frac{T \cdot l^2 \cdot 12(1 - \sigma^2)}{E \cdot h^3 \cdot \pi^2} &= \alpha^2 \end{aligned} \right\}, \quad (10)$$

де l – довжина приміщення, м; h – висота приміщення, м.

Схема зусиль, що діють на панель для захиття, представлено на рис. 3.

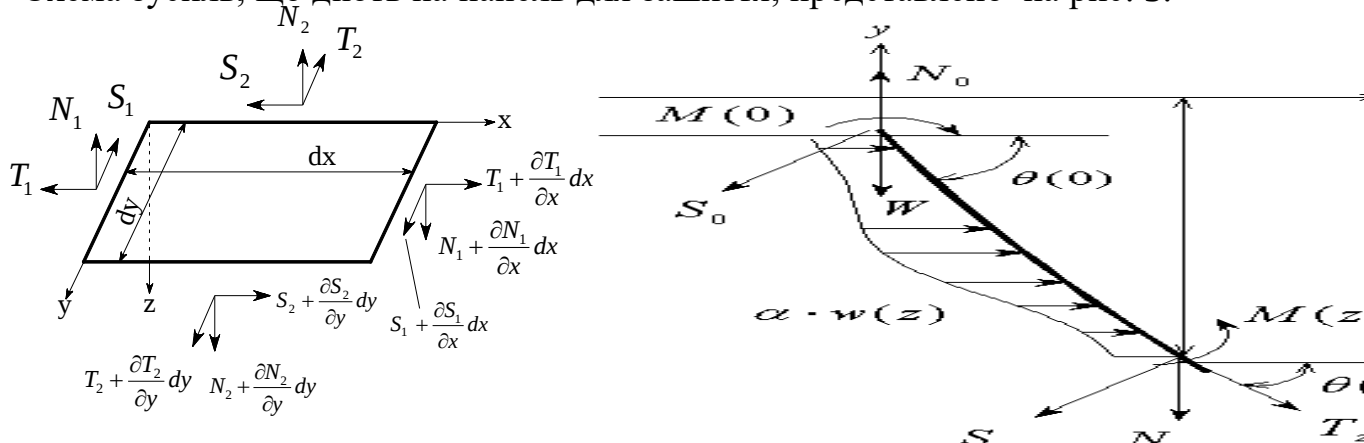


Рисунок 3 – Схема зусиль, що діють на судову панель для захиття

Зусилля T_2 , S_2 і N_2 можна представити як:

$$T_2 dx = dx \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} Y_y dz, \quad S_2 dx = dx \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} X_y dz, \quad N_2 dx = dx \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} Z_y dz. \quad (11)$$

Моменти зусиль, що діють на гранях елемента панелі, який згинається щодо площини

ZY визначаються залежністю: $M_1 dy = dy \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} X_x Z dz$.

Елемент панелі для захиття, який працює на пружній основі під дією рівномірно розподіленої навантаження q й зусиль P_1 , P_2 , P_3 (рис. 4). Враховуючи, що реакція підстави в кожній точці пропорційна прогину ω , інтенсивність реакції підстави можна описати залежністю:

$$r(z) = \alpha \cdot \omega, \quad (12)$$

де α – коефіцієнт Ламе, який залежить від твердості матеріалу.

Таким чином, при відомому зовнішньому навантаженні $q(z)$ повний розподіл навантаження, який діє на елемент панелі буде описуватися рівнянням:

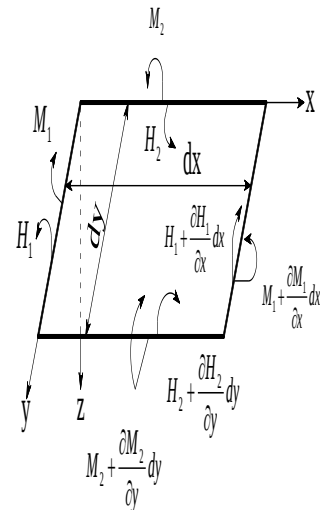


Рисунок 4 – Розрахункова схема елемента панелі для захиття приміщень

$$p(z) = q(z) - \alpha \cdot \omega(z). \quad (13)$$

Диференціальне рівняння вигнутої осі в напрямку ω при навантаженні $q(z)$ можна записати в наступному виді:

$$\frac{\partial^4 \omega(z)}{\partial z^4} = \frac{(1 - \sigma^2)}{EI} [q(z) - \alpha \omega(z)]. \quad (14)$$

Для визначення початкових параметрів прийняте $q(z) = 0$, тоді рівняння (14) прийме вигляд:

$$\frac{\partial^4 \omega(z)}{\partial z^4} = -\frac{\alpha(1 - \sigma^2)}{EI} \cdot \omega(z). \quad (15)$$

Початок координат обраний у лівому нижньому кінці елемента панелі, де початковими параметрами будуть: $\omega_0, \theta_0, \mu_0, N_0, S_0, T_0$.

Для спрощення обчислень уведемо позначення: $L = \sqrt[4]{\frac{4EI}{\alpha(1 - \sigma^2)}}$, а змінна z замінена безрозмірною абсцисою: $\xi = \frac{z}{L}$. Тоді вираз (14) може бути презентовано у вигляді:

$$\frac{\partial^4 \omega}{\partial \xi^4} + 4 = 0. \quad (16)$$

Для розв'язку рівняння (16) доцільно застосувати чисельний метод Ейлера, представивши розв'язок у вигляді вираження:

$$\omega = C_1 e^{\xi} \cos \xi + C_2 e^{\xi} \sin \xi + C_3 e^{-\xi} \cos \xi + C_4 e^{-\xi} \sin \xi \quad (17)$$

Обравши похідні від рівняння (15) і виразивши через них N, M, θ і прийнявши, що $T_0 = S_0 = 0$ для даного завдання, були отримані наступні рівняння:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \omega}{\partial \xi} = \theta = & C_1 \cdot e^{\xi} (\cos \xi - \sin \xi) + C_2 \cdot e^{\xi} (\cos \xi + \sin \xi) - \\ & - C_3 \cdot e^{-\xi} (\cos \xi + \sin \xi) + C_4 \cdot e^{-\xi} (\cos \xi - \sin \xi), \end{aligned} \quad (18)$$

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial \xi^2} = -\frac{M(z) \cdot L^2}{E \cdot I} = -2(C_1 \cdot e^{\xi} \cdot \sin \xi - C_2 \cdot e^{\xi} \cdot \cos \xi - \sin \xi,$$

$$\frac{\partial^3 \omega}{\partial \xi^3} = -\frac{N(z) \cdot L^3}{E \cdot I} = -2 \left[C_1 \cdot e^{\xi} \cdot 2 \sin \xi - C_2 \cdot e^{\xi} \cdot (\cos \xi - \sin \xi) - \right. \\ \left. - C_3 \cdot e^{-\xi} \cdot 2 \cos \xi - C_4 \cdot e^{-\xi} \cdot (\cos \xi + \sin \xi) \right]. \quad (19)$$

Для визначення початкових параметрів прийнято $\xi = 0$, у такий спосіб:

$$\left. \begin{aligned} \omega_0 &= C_1 + C_3; \\ L \cdot \theta_0 &= C_1 + C_2 - C_3 + C_4; \\ L^2 \cdot M_0 &= (-2C_2 + 2C_4)E \cdot I; \\ L^3 \cdot N_0 &= (2C_1 - 2C_2 - 2C_3 - 2C_4)E \cdot I \end{aligned} \right\}. \quad (20)$$

Використовуючи отримані залежності при відомих початкових параметрах, $\omega_0, \theta_0, M_0, N_0$ величини $\omega(z), \theta(z), M(z), N(z)$ можуть бути визначені із залежностей (16–19) і відповідних навантажень, що виникають у композитній модульній панелі при її експлуатації.

У **третьому розділі** наведено комплекс конструктивно-технологічних рішень удосконалення формування приміщень і блоків приміщень несамохідних плавучих споруд з використанням модульних методів.

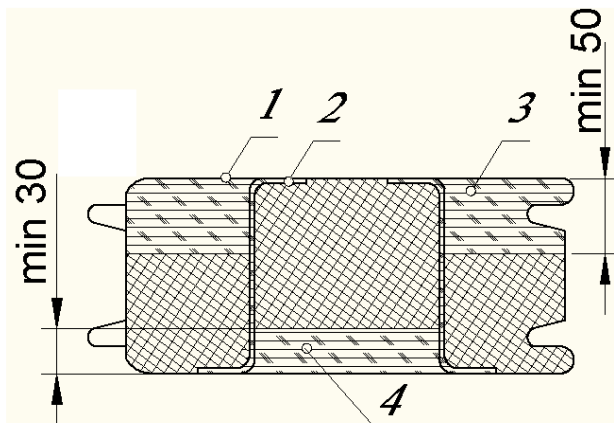


Рисунок 5 – Сандвіч-панель для захисту приміщень НПС

На основі розмірно-конструктивного аналізу розроблено ряд типових кріплень елементів захисту до корпусних конструкцій. Удосконалено конструкцію сандвіч-панелі для захисту приміщення (рис. 5).

Сандвіч-панель, яка пропонується складається із металевої (металопластової) оболонки 1, пластин жорсткості виконаних із легкого гнучого термопрофілю 2, вермікулитового наповнювача 3 та утеплюючого шару, який складається із мінеральної вати на основі базальтового волокна. Для запропонованого варіанту

навантаження руйнування складає 1840 кгс/м^2 , конструкцій-прототипів – $283...312 \text{ кгс/м}^2$.

Розглянуті питання та описано ряд рекомендацій щодо перенесення ізоляції із зовнішньої обшивки на елементи захисту (рис. 6).

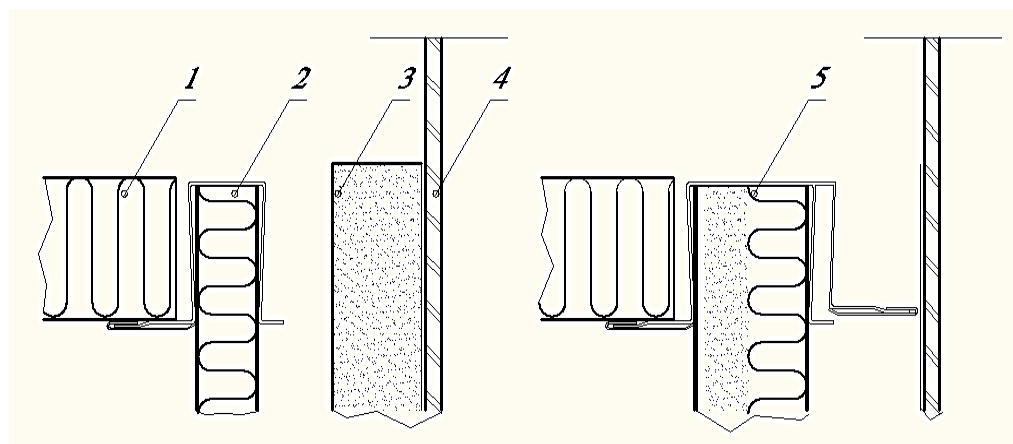


Рисунок 6 – Конструктивне розташування теплової ізоляції у традиційному варіанті (ліворуч) та варіанту, який пропонується

На рис. 6 позначено: 1 – панель підволоки, 2 – панель перебірки, 3 – ізоляційна плита, 4 – обшивка надбудови; 5 – композитна панель із мінеральним наповнювачем.

Також у третьому розділі удосконалено прогресивну технологію та ряд технологічних процесів розкрою металопласту для виготовлення елементів захисту, гнуття профілів кріплення, формування кают, комплексного монтажу кают із використанням запропонованої системи координування та позиціонування.

У залежності від взаємного розташування функціональних модулів приміщень спроектовано ряд технологій переміщення та фіксування контейнерних блок-модулів. Кінематичні схеми переміщення наведено на рис. 7.

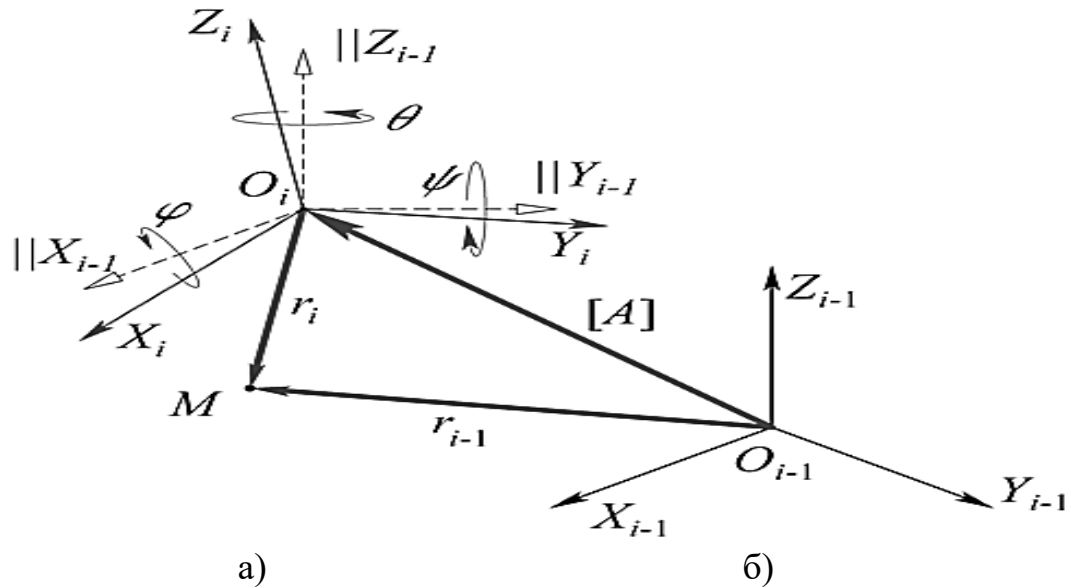


Рисунок 7 – Зміщене положення платформи із каютою

а) – зміщення діагональних підвісів $a - c$;

б) – зміщення діагональних підвісів $b - d$

Для удосконалення технології виконання вантажно-монтажних робіт запропонована технологія базування та переміщення виробів (блок-кают), яка повинна вирішувати наступні задачі:

- 1) забезпечити базування блок-модулів на етапі переміщення їх усередині корпусу НПС;
- 2) забезпечити мінімальну траєкторію руху;
- 3) скоротити до необхідного мінімуму розмір технологічних отворів і обсяг простору який забезпечує переміщення виробів;

4) отримати чіткий план проведення робіт, розрахувати кількість додаткових операцій;

5) підібрати необхідну технологічну оснастку для проведення операцій, враховуючи статичне навантаження, характер руху, динамічні навантаження;

6) з'ясувати необхідність демонтажу попутного обладнання, що знаходиться у відсіку.

$$r_i = A^{-1} \cdot r_{i-1}. \quad (21)$$

Для обох типів завдань базування виробу (тобто визначення його

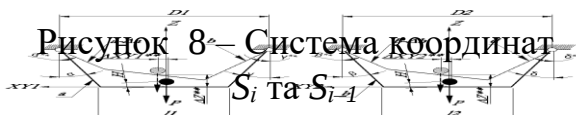


Рисунок 8 – Система координат

положення, або, що те ж саме, – визначення положення його базових точок) буде полягати у визначенні його дійсного стану в системі координат S_{i-1} (рис. 8).

При певних перетвореннях компонентами векторів r_i та r_{i-1} можуть бути складові сил і моментів, що діють на систему в заданій точці, лінійні і кутові швидкості і прискорення окремих точок системи.

Для обраних перетворень S_{i-1} в S_i справедливо:

$$r_i = A^{-1} \cdot r_{i-1}, \quad (22)$$

де A^{-1} – зворотна матриця перетворень, яка також представляє собою добуток зворотних матриць відповідних часткових перетворень:

$$[A_i(q^*)]^{-1} = A_i(-q^*), \quad (23)$$

де q^* – узагальнена координата переміщень x, y, z вздовж вісей $O_{i-1}X_{i-1}, O_{i-1}Y_{i-1}, O_{i-1}Z_{i-1}$, та кутів φ, ψ, θ відносно тих самих вісей).

r_i, r_{i-1} – радіус-вектори деякої точки в системах координат S_i та S_{i-1} ; P – вага каюти, т; A – матриця перетворення координат точки з системи координат S_i у S_{i-1} виду: де $a_{11}, \dots, a_{33}$ – компоненти підматриці поворотів системи координат S_i навколо осей системи координат S_{i-1} ; $a_{14}, \dots, a_{34}$ – компоненти підматриці зсувів системи координат S_i вздовж осей системи координат S_{i-1} .

Як компонент векторів r_i та r_{i-1} в узагальнену математичну модель можуть бути підставлені не тільки координати, але й відповідні координатні складові похибки положення базових точок.

$$r_{i-1} = A r_i, \quad (24)$$

Отримано залежності для координат позиціонування блок-каюти.

Кути повороту платформи навколо глобальних осей OX та OY відповідно:

$$\varphi^{**} = -(\eta_1^{**} + \eta_2^{**}) \cdot \sin \chi, \quad \psi^{**} = (\eta_2^{**} - \eta_1^{**}) \cdot \cos \chi.$$

Якщо центр ваги виробу (каюти) розташований на висоті H щодо площини платформи, то зміщення платформи:

$$\Delta X^{**} = [\Delta X Y_1^{**} - \Delta X Y_2^{**}] \cos \chi - H \sin \psi, \quad (25)$$

$$\Delta Y^{**} = -[\Delta X Y_1^{**} + \Delta X Y_2^{**}] \sin \chi - H \sin \varphi, \quad (26)$$

$$\Delta Z^{**} = \max\{\Delta Z_1^*, \Delta Z_2^*\} - H \cos \varphi. \quad (27)$$

Математичні залежності дозволяють визначити дійсне положення базових точок виробу, що переміщується у системі координат монтажного місця, а також визначити інтервали змінення підвісу платформи із розташуванням на ній виробу. Алгоритм дозволяє визначити параметри, які необхідно врахувати при проведенні вантажних та монтажних робіт із метою запобігання можливості падіння виробів, що транспортуються. Вперше введено додаткову можливість урахування динамічних характеристик системи, що важливо при переміщенні важких та великогабаритних виробів.

В цілому розроблені рішення базування дозволяють більш швидко та чітко розробляти технологічні схеми та вирішувати практичні задачі, пов'язані із транспортуванням та переміщенням судових модульних елементів.

В четвертому розділі проведено розрахунок техніко-економічної ефективності удосконалення формування приміщень несамохідних плавучих споруд з використанням модульних методів.

Для визначення техніко-економічної ефективності впровадження результатів дисертаційного дослідження виконано розрахунок доцільності використання запропонованого типоряду панелей для захиття приміщень НПС. За рахунок скорочення ряду типових з'єднань елементів захиття у залежності від проекту плавзасобу коефіцієнт складності зменшився на 21%. У результаті змінення конструкцій модульних панелей для захиття НПС зменшено використання металопласту на 18%, наповнювачів на 10...13%, профілів для елементів кріплення до 6%.

При цьому процес виготовлення модульних елементів формування приміщень за рахунок підвищення точності основних параметрів при їх проектуванні дозволив знизити витрати металопласту для панелей підволоки на 15%, а ізоляційних плит на 29%. Під час виготовлення елементів модульного захиття приміщень НПС забезпечується зменшення витрат допоміжних конструкційних матеріалів на 7% за рахунок ліквідації тимчасового фіксування під час монтажу. За рахунок цього трудомісткість монтажних робіт зменшилася в 2,5 рази.

Проведено порівняння вартості захиття приміщень для плавучого доку проекту 1760КР щитовим методом та із застосуванням типоряду панелей, який пропонується у дослідженні. За отриманими даними вартість захиття щитами по місцю становить – 597760 грн. Вартість захиття модульними панелями за визначеним типорядом, які виготовлено в умовах цеху становить – 415000 грн., що менше на 30,6% від традиційного формування приміщень НПС.

Перенесення ізоляційних матеріалів із корпусних конструкцій на елементи захиття дає економію коштів більше ніж у 3,5 разів за рахунок зменшення витрат мінеральних наповнювачів та елементів їх кріплення.

Складено планову калькуляцію витрат на виготовлення деталей захиття та формування приміщень, їх монтажу або формування з них блок-модулів (блок-кают). Виконано порівняльний аналіз результатів відносно оцінки трудомісткості, матеріалоемності та технологічності конструкцій при формуванні приміщень НПС з використанням модульних елементів захиття та традиційним формуванням приміщень на Херсонському державному заводі «Палада».

Економія при використанні удосконалених конструктивно-технологічних рішень при модульному формуванні приміщень несамохідних плавучих споруд складає 80 тисяч гривень на один плавзасіб проекту 1760КР.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено дослідження із удосконалення модульного формування приміщень для несамохідних плавучих споруд. На підставі отриманих результатів основні висновки полягають у наступному:

1. **Вперше** на основі комплексного аналізу ряду вітчизняних та закордонних модульних систем захиття приміщень НПС розроблено ефективний алгоритм раціоналізації, який забезпечує зменшення кількості модульних елементів, спрощення їх конструкції з урахуванням відповідних діючих стандартів. Визначено основні критерії оцінки якісно-кількісних показників захиття приміщень НПС.

2. **Вперше**, використовуючи методи будівельної механіки корабля та теорії пружності, отримано функціональні залежності між лінійними розмірами елементів захиття та силовими факторами (зовнішні навантаження та прогини), що зменшує час визначення вищеназваних показників до 3-х разів. За допомогою чисельних методів Якобі та Крилова визначено константи для знаходження чисельних значень для вищенаведених залежностей.

3. **Вперше** за допомогою методу нелінійного математичного програмування та методу визначення екстремумів створено та апробовано математичну модель призначення раціональних геометричних параметрів елементів модульного захиття приміщень НПС за умов мінімальних матеріальних та трудових витрат. За фактичними виробничими даними при зашиванні приміщень в умовах Херсонського державного заводу «Палада» показник використання матеріалів складає 0,76 проти 0,84 при виготовленні панелей та елементів кріплення при використанні отриманих в роботі результатів. При цьому витрати металопласту зменшуються на 42...45%, мінеральних наповнювачів на 47...52% у порівнянні з традиційною технологією.

4. **Вперше**, використавши метод перехідних матриць, досліджено переміщення блок-кают всередині корпусу НПС складної форми. Отримано нові функціональні залежності позиціонування та переміщення кают під час добудовних робіт. Виконано контрольний розрахунок, який показав високу точність позиціонування блок-модуля при міжпалубному та горизонтальному переміщенні. Абсолютна похибка склала менше 1,2 м при вертикальному переміщенні та 0,24 м при горизонтальному переміщенні при існуючих допусках – 2,5 м на одиницю площі.

5. **Удосконалено прогресивну технологію** та ряд технологічних процесів розкрою металопласту для виготовлення елементів захиття приміщень, гнуття профілів кріплення, формування кают, комплексного монтажу кают що у 2,4...2,7 рази зменшує трудомісткість формування та опорядження приміщень несамохідної плавучої споруди у порівнянні із традиційною технологією.

6. **Удосконалено** технології формування суднових приміщень несамохідних суден шляхом перенесення виносної ізоляції із корпусних конструкцій на елементи захиття приміщень НПС, що дало змогу зменшити трудомісткість формування приміщень до 68% у порівнянні із традиційною технологією.

7. **Отримав подальший розвиток** метод формування та опорядження приміщень суден та інших плавучих споруд за рахунок раціоналізації призначення типорозмірів елементів захиття, що знижує витрати металопласту на 47%, а мінеральних наповнювачів на 30%.

8. Порівняння вартості захиття приміщень для плавучого доку проекту 1760КР традиційним щитовим методом безпосередньо на НПС із застосованим у дослідженні модульним методом з розробленим типорядом модульних панелей (що виготовляються безпосередньо в цехових умовах), з використанням вартісного та розмірного аналізу за критеріями витрат будівельних матеріалів і технологічності конструкції, показало економію –183 тисячі гривень, що складає 30,6% .

9. Результати проведених досліджень **впроваджені** в порядку дослідної експлуатації на Херсонському державному заводі «Палада» та Херсонській верфі

Smart Maritime Group, використовуються у навчальному процесі відповідно до навчальних планів освітніх ступенів бакалавра та магістра, а також виконанні наукових досліджень на рівні PhD зі спеціальності 135 «Суднобудування» за освітньо-професійними програмами «Суднокорпусобудування» та «Судноремонт та технічне обслуговування флоту» на кафедрі будівництва та ремонту суден Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Основні наукові професійні видання:

1. Щедролоєв А. В., Терлич С. В. Комплексное усовершенствование технологий оборудования и отделки помещений несамходных судов и других плавучих сооружений. Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyasının Elmi Əsərləri №2, 2016. Proceedings of Azerbaijan State Marine Academy Вип. 2, 2016. Р. 50–56. *Закордонний фаховий збірник (зареєстрований ВАК Азербайджану).*

2. Терлич С. В. Аналіз сучасних безкаркасних систем захиття приміщень в судно– та докобудуванні. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Механіко–технологічні системи та комплекси. 2016 р. Вип. 4(1176). С. 79–84. *Індексується в світових наукометричних базах даних і системах (Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA), WorldCat та ін.).*

3. Щедролоєв О. В., Терлич С. В., Лугінін О. Є. Определение внутренних усилий композитных модульных зашивочных панелей в условиях эксплуатации плавучего дока. Вісник ОДАБА. Вип. 64. 2016. С. 178–184. *Індексується в Google Shcolar.*

4. Калнауз А. О., Терлич С. В. Математична модель позиціонування виробів суднового машинобудування в судноремонті та при переобладнанні суден. Вісник ОДАБА. Вип. 63. 2016. С. 216–222. *Індексується в Google Shcolar.*

5. Терлич С. В., Шагіданов В. І. До питання компонування обладнання приміщень плавучих споруд з використанням модульних технологій. Рибне господарство України. 2011. Вип. 4. С. 32–44.

6. Щедролоєв О. В., Терлич С. В. Математичне моделювання розробки типоряду модульних панелей для захиття приміщень несамхідних плавучих споруд. Рибне господарство України. 2010. Вип. 2. С. 40–45.

7. Терлич С. В., Шагіданов В. И. Модульное формирование помещений для несамходных плавучих сооружений. Рибне господарство України. 2010. Вип. 6. С. 9–18.

8. Терлич С. В. Розмірний та конструктивний аналіз приміщень на плавдоках. Вісник СевНТУ. Механіка. Енергетика. Екологія. 2008. Вип. 88. С. 52–55.

9. Терлич С. В., Слуцький М. Г. Використання модульної оббудови приміщень на композитних плавучих доках. Зб. наук. праць НУК. 2008. Вип. 2 (419). С. 45–48.

10. Щедролоєв О. В., Терлич С. В. Сучасний стан модульного формування приміщень на несамхідних плавучих доках. Зб. наук. праць НУК. 2008. Вип. 1. С. 94–99.

11. Слущкий М. Г., Терлич С. В. Розробка типоряду плавучих композитних доків для ремонту суден рибпромислового флоту. Рибне господарство України. 2008. Вип. 1. С. 13–14.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

12. Терлич С. В. Проблемы модульного формирования помещений на несамоходных плавучих спорудах. Автоматизация судостроительного производства и подготовка инженерных кадров: состояние, проблемы, перспективы: материалы Международной научно-методической конференции (26-27 июня 2007г.). Николаев: НУК. 2007. С. 115–117.

13. Терлич С. В., Крупин С. А. Применение блочно-модульного формирования помещений на несамоходных плавучих сооружениях. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (25-27 травня 2009 р). Том 4. Херсон: ХДМІ. 2009. С. 127–129.

14. Терлич С. В. Методика автоматизированного параметрического проектирования конструкций элементов зашивки помещений для несамоходных плавучих сооружений. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (25-27 травня 2010 р). Том 2. Херсон: ХДМІ. 2010. С. 265–270.

15. Щедролосев А. В., Терлич С. В. Совершенствование организации и управления производством при формировании помещений несамоходных плавучих сооружений в современных условиях. Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Шляхи удосконалення управління на морському транспорті в сучасних умовах» (4-5 червня 2010 р). Маріуполь: АМІ ОНМА. 2010. С. 70–85.

16. Терлич С. В. Определение динамических параметров элементов модульного формирования помещений для несамоходных плавучих сооружений. VI Международная научная конференция «Прочность и разрушение материалов и конструкций» (20-22 октября 2010 г.). Оренбург: ОГУ. 2010. 338–343.

17. Терлич С. В., Шагіданов В. І. Суднові приміщення модульної конструкції для несамоходних суден. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (23-25 травня 2011 р.). Том 1. Херсон: ХДМІ. 2011. С. 217–220.

18. Терлич С. В. Разработка алгоритма принятия решений при проектировании достроечных технологий несамоходных плавучих сооружений. Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика» (6 червня 2011 р.). Київ: НАНУ ІПММіС. 2011. С. 58–62.

19. Терлич С. В. Моделирование процесса определения степени обитаемости несамоходных плавучих сооружений. Сучасні тенденції і перспективи розвитку морегосподарського комплексу України: матеріали міжнародної науково-технічної конференції (15-16 червня 2011 р.). Маріуполь: АМІ ОНМА. 2011. С. 191–197.

20. Терлич С. В. Перспективы проектирования плавучих ремонтных доков для мало- и среднетоннажной сложной морской техники. VII Всеукраїнська

науково-практична конференція з міжнародною участю “Освітньо-наукове забезпечення діяльності правоохоронних органів і військових формувань України” (21 листопада 2014 р.) Хмельницький: НДПСУ. 2014. с. 141.

21. Терлич С. В. Критерії надійності монтажу композитних сандвіч-панелей для захисту суднових приміщень. Тези доповідей IX Всеукраїнської науково-технічної конференції «Досконалість зварювання – комплексний підхід». Київ: НТУУ «КПІ» (26 травня 2015 р.). 2015. с. 17.

22. Щедролюсов А. В., Терлич С. В. Усовершенствование планировки типовых помещений для плавучих доков. Матеріали 7-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування «СЕУТТО–2016» (22-23 вересня 2016 р.). ХДМА. 2016. С. 221.

23. Щедролюсов А. В., Терлич С. В. Повышение уровня технологичности формирования помещений модульными методами. VII Міжнародна науково-технічна конференція «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці» (12-14 жовтня 2016 р.). Миколаїв: НУК. 2016. С. 24 – 26.

24. Щедролюсов О. В., Терлич С. В., Стрембицький О. В Комплексний підхід до конструювання елементів об будови суднових приміщень. Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд». Миколаїв: НУК (19-20 травня 2016 р.). 2016. С. 16–17.

25. Щедролюсов А. В., Терлич С. В. Повышение степени технологичности модульных помещений несамостоятельных судов. II Міжнародна науково-технічна конференція «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». Миколаїв: НУК. 2011. [URL:http// conference.nuos.edu.ua](http://conference.nuos.edu.ua) (дата звернення: 11.11.2018 р.).

Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації:

26. Терлич С. В. Особливості дизайну суднових меблів для несамохідних плавучих споруд. Збірник науково-технічних праць. Львів: НЛТУУ. 2007. Вип. 17.1. С. 130–133.

27. Терлич С. В. Усовершенствование технологии изготовления и монтажа элементов зашивки помещений плавучих объектов и комплексов. Рыбное хозяйство Украины. Керч: КГМТУ. 2010. Вип. 5(70). С. 26–29.

28. Terlych S. Economic substantiation of improvement of installation of cabins for non-selfpropelled courts. Фазовые превращения и прочность кристаллов. Материалы VI Международной конференции, посвященной памяти академика Г.В. Курдюмова (16–19 ноября 2010 г.). Черноголовка. 2010. С. 183–184.

29. Terlych S., Alexeeva I. Dependence strength characteristics elements of modular sewing of non self-propelled courts from the basic technological parametres of process are sharp and flexible. Збірник матеріалів XII Міжнародної науково-технічної конференції «Нові конструкційні сталі та стопи і методи їх оброблення для підвищення надійності та довговічності виробів» (6-8 жовтня 2010 г.). Запоріжжя: ЗНТУ. 2010. С. 134–137.

30. Терлыч С. В., Шагиданов В. И. Разработка технологий и организация формирования помещений самоходных судов с применением контейнерных модулей. III Всероссийские научные Зворыкинские чтения (4 февраля 2011 г). сб. тез. докл. Муром: МИ ВлГУ. 2011 с. 418–420.

31. Гречко В. В., Терлич С. В. Математична модель системи керування мікрокліматом населених суднових приміщень за комплексним показником комфортності. Збірник наукових праць «Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві». Одеса: ОНПУ. Вип. 2(13). 2016. с. 64–68.

АНОТАЦІЯ

Терлич С. В. Удосконалення модульного формування приміщень для несамохідних плавучих споруд. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.08.03 – Конструювання та будування суден. – Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв, 2018.

Основною метою дисертаційного дослідження є отримання нових даних, закономірностей, розрахункових схем, конструкцій та технологій виготовлення суднових кают блокового типу та укрупнених модулів житлових, суспільних та службових приміщень несамохідних плавучих споруд (НПС) для зменшення трудомісткості їх виготовлення, максимального переносу усіх видів робіт з судна у цех, зменшення собівартості робіт.

У дисертації обґрунтовано удосконалення конструкції та технології формування приміщень несамохідних плавучих споруд модульними методами. Обрано та обґрунтовано напрям удосконалення технології укрупненого монтажу плавучих об'єктів з використанням контейнерних блок-модулів.

Запропоновано технологічні рішення координування та переміщення модульних кают блокового типу всередині корпусу плавучих споруд.

Виконано розмірно-конструктивний аналіз приміщень НПС і за його результатами створено математичну модель розробки типоряду модульних композитних панелей. Обґрунтовано перенесення ізоляційних матеріалів із корпусних конструкцій на елементи захисту приміщень. В результаті досліджень і узагальнення отриманих результатів запропоновано алгоритм, що дозволяє на стадії проектування НПС визначити типоряд модульних зашивочних панелей, елементів їх кріплень, міжперебірочних перехідників, кожухів елементів електротрас, а також спрогнозувати витрати матеріалів, кількісний склад елементів формування приміщень, оцінити техніко-економічний ефект впровадження конструктивно-технологічних рішень модульного формування приміщень НПС.

Ключові слова: плавучі споруди, модульні методи; формування, опорядження та обладнання суднових приміщень.

SUMMARY

Stanislav Terlych. The improvement of the accommodation modules for non-self-propelled floating structures. – Qualification scientific work as manuscript.

The dissertation for the scientific degree of the Candidate of Technical Sciences on speciality 05.08.03. – «Design and building of ships». Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, 2018.

A construction of non-self-propelled composite floating building (floating docks, floating hotels and dormitories, floating houses), module constructions for artificial islands and coastal objects is the inalienable constituent of shipbuilding production of Ukraine and countries of the CIS. Floating while is one of major floating structures for repair, utilization, renovation and re-equipment of ships and other marine objects. Thus it should be noted that 85% floating structures for implementation of repair of transport and industrial ships (floating while, floating workshops, derrick-boats) both in Ukraine, and abroad attained maximum age for exploitation. At the same time requirement of shipowners and international organizations concerning placing of crews of docking ships considerably changed in comparing to the requirements of end of 90th of past century.

In addition, modern international standards in relation to forming of apartments on marine ships and non-self-propelled structures, amendments to international conventions and requirements of IMO hardly enough differ from requirements, after that were projected and built repair floating while and floating workshops, that is used on the enterprises of Ukraine (including on the repair bases of Navy), Bulgaria, Romania, Turkey and other countries for that were built floating structures and other NSS in Ukraine. The substantial distinguishing of composition, configurations, planning, sizes of constructions and technical requirements of cladding of certain non-self-propelled floating building give considerable influence on the receipt of middle statistical descriptions of object and, as a result, on next designer and technological decisions. Taking into account considerable advantages of planning and forming of ship apartments with the use of module methods it is expedient to use these data and inculcate at the construction of NSS.

Key words: floating structures, modular methods; forming, cladding and equipment ships primacies.

Підписано до друку 29.03.2019 р. Формат 60×84/16.

Ум. друк. арк. 0,9. Тираж 120 прим. Зам. № 142.

Поліграфічне підприємство СДП Румянцева Г.В.

54038, м. Миколаїв, вул. Бузника, 5/1

Свідоцтво МК № 11 від 26.01.2007 р.

