

УДК 629.5.081.5(477.73)

Р 28

УДОСКОНАЛЕННЯ СПУСКУ СУДЕН ЗІ СТАПЕЛЯ «0» ПУБЛІЧНОГО АКЦІОНЕРНОГО ТОВАРИСТВА «ЧОРНОМОРСЬКИЙ СУДНОБУДІВНИЙ ЗАВОД»

О. С. Рашковський, д-р техн. наук, проф.;

Л. С. Смирнова, магістрант

Національний університет кораблебудування, м. Николаїв

Анотація. Наведені результати досліджень з реконструкції повздовжнього похилого стапеля «0» Публічного акціонерного товариства «Чорноморський суднобудівний завод», а також розрахунки оптимальних параметрів металевої проставки для спуску судна на пневматичних балонах.

Ключові слова: стапель, реконструкція, металеві проставки, спуск судна, пневматичні балони.

Аннотация. Приведены результаты исследований по реконструкции продольного наклонного стапеля «0» Публичного акционерного общества «Черноморский судостроительный завод», а также расчеты оптимальных параметров металлической проставки для спуска судна на пневматических баллонах.

Ключевые слова: стапель, реконструкция, металлические проставки, спуск судна, пневматические баллоны.

Abstract. The results of research on reconstruction of the longitudinal sloping stocks «0» of Public joint stock company «Chornomorsky Shipbuilding Plant», and also calculations of optimal parameters of metal spacer for launch of the ship with pneumatic cylinders are given.

Keywords: stocks, reconstruction, metal spacers, ship launch, pneumatic cylinders.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Одним з найбільших заводів України й СНД є Публічне акціонерне товариство «Чорноморський суднобудівний завод» (далі ПАТ «ЧСЗ»), на якому можуть будуватися великотоннажні судна. У зв'язку з відсутністю замовлень на будівництво суден стапелі простоювали тривалий час і вимагають капітального ремонту для можливості спуску традиційним способом [5].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На даний час суднобудування в Україні знаходиться не в найкращому стані. Для відновлення потужностей заводів необхідні великі інвестиції, виділити які уряд України не може у зв'язку з нестачею коштів у бюджеті країни. Це змушує шукати альтернативні шляхи вирішення проблем, які виникли у суднобудуванні [5].

У Китаї з 1982 року впроваджено використання пневматичних балонів для спуску на воду барж та суден. Уже у 2006 році пневматичні балони набули статус передових технологій. Вони знайшли широке застосування для спуску та підйому суден, що не вимагає великих витрат на устаткування, дозволяє економити час та інвестиції на побудову й ремонт спускових площадок [8].

МЕТА СТАТТІ — дослідження з оптимізації конструкцій і параметрів металевих проставок між внутрішніми й зовнішніми доріжками повздовжнього похилого стапеля «0» ПАТ «ЧСЗ» для можливості спуску суден на пневматичних балонах.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

За роки незалежності в Україні були втрачені деякі позитивні тенденції суднобудування. Але уряд України вважає одним з пріоритетних напрямів відродження українського суднобудування [5]. Розглянутий у даній роботі суднобудівний завод має два повздовжніх похилих стапелі «0» і «1». На даний час необхідні великі кошти на їх реконструкцію: ремонт спускових доріжок, відновлення (рис. 1, а) та ремонт їх дерев'яного покриття (див. рис. 1, б), капітальний ремонт спускових пристроїв, придбання за кордоном компонентів насалки, виготовлення і нанесення її для спуску судна [3, 7]. За попередньою оцінкою спеціалістів заводу на реконструкцію стапеля «0» й забезпечення спуску суден з нього традиційним способом необхідно витратити близько 10 млн грн.

Окрім традиційного спуску суден з повздовжніх похилих стапелів (на спеціальних спускових полозах) можливе застосування альтернативного методу — спуску на пневматичних балонах (рис. 2) [9]. Використання даного методу не вимагає ремонту стапеля й дерев'яного покриття спускових доріжок, вкладання великих коштів і значної кількості часу. Достатньо створити плоску поверхню, по якій будуть перекинутися балони. Застосування цього методу дозволить спростити технологію пересадки судна з будівельних на спускові пристрої, зменшити витрати на виготовлення спускових пристроїв та ремонт спускових доріжок, а також знизити забруднення акваторії [1, 4].

Стапель «0» має чотири спускові доріжки, розташовані симетрично і паралельно повздовжньої

осі стапеля (рис. 3). Спускові доріжки виконані у вигляді смуг з бетону марки 200 з дерев'яним настилом. Для створення плоскої поверхні запропоновано заповнити простір між спусковими доріжками металевими конструкціями — проставками, як зображено на рис. 3 і 4.

Проставки, якими заповнюється простір між доріжками, повинні витримувати вагу судна 5,75 т/м². Для проведення розрахунків необхідні характеристики судна беремо для танкера водотоннажністю 55 тис. т — максимально допустиме значення [8]. Маса судна взята з 15% неврахованої маси та дорівнює 22434 т, площа днища 3903 м².

Відстань між балонами відносно ширини смужки дотику балона з опорною поверхнею невелика, тому вважаємо, що тиск на металеві конструкції рівномірно розподілений.

Для реконструкції стапеля було розглянуто декілька типових конструкцій металевих проставок, аналогічних типовим корпусним конструкціям: полотнище з повздовжнім набором у вигляді зварних таврових балок, полотнище з тавровими балками у повздовжньому та штабульбам у поперечному напрямках, полотнище з листовим перехресним набором, полотнище з листовим перехресним набором і конструкцією у вигляді тунельного кіля посередині, полотнище з листовим повздовжнім набором та похилими опорами. Однак після перших розрахунків було обрано три типи, які зображені на рис. 5–7.

Для визначення оптимальних параметрів металевої проставки використовувався метод експертних оцінок за наступними критеріями: стійкість, технологічність, трудомісткість виготовлення та металомісткість.



а)



б)

Рис. 1. Стан внутрішніх (а) та зовнішніх (б) доріжок стапеля «0»



Рис. 2. Зовнішній вигляд пневматичного балона

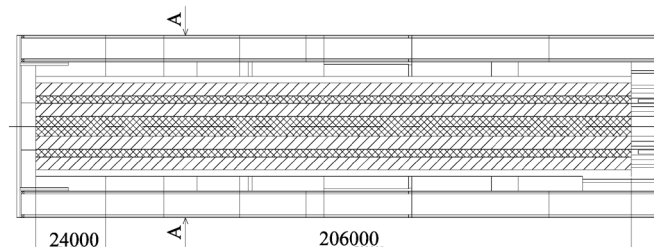


Рис. 3. План стапеля «0»

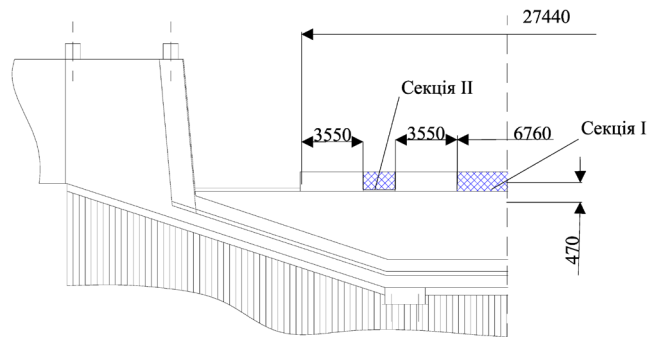


Рис. 4. Поперечний переріз стапеля «0» А–А

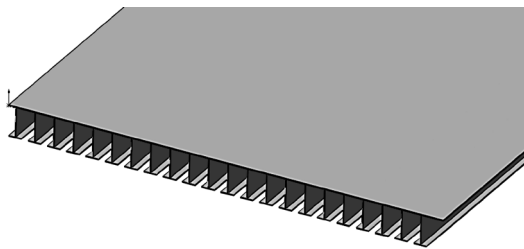


Рис. 5. Полотнище, підкріплене зварним повздовжнім тавровим набором (тип А)

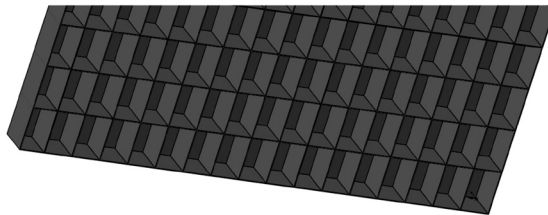


Рис. 6. Полотнище, підкріплене листовим повздовжнім та поперечним наборами (тип Б)



Рис. 7. Полотнище, підкріплене поперечними ребрами жорсткості та повздовжнім листовим набором (тип В)

Візьмемо ширину конструкцій такою, що дорівнює відстані між внутрішніми доріжками — 6,76 м та внутрішньою і зовнішньою — 3,38 м, а довжину обох типів проставок — 12 м, що дорівнює довжині типових секцій, які виготовляються на заводі.

Для перевірки міцності металевих конструкцій використовувався програмний комплекс SolidWorks/CosmosWorks «Інженерний аналіз методом скінченних елементів». Розрахунок проводився за наступним алгоритмом:

- 1) побудова конструкцій у тривимірному середовищі SolidWorks;
- 2) задання матеріалу: листова вуглеводиста сталь;
- 3) задання обмежень (кріплення): зафіксована геометрія та ролик/повзун;
- 4) задання тиску: перпендикулярно до полотнища діє тиск $5,75 \text{ т/м}^2$;
- 5) задання розміру сітки: грубий — $200 \times 10 \text{ мм}$;

б) запуск розрахунку.

Після проведення розрахунків аналізуємо отримані результати.

Якщо конструкція не витримує задані навантаження та деякі з її елементів отримали значні деформації, то збільшуємо товщину настилу чи підкріпних елементів і повторюємо розрахунок за наведеним вище алгоритмом.

Технологічність досягалася та оцінювалася в першу чергу за рахунок наступного: серійності при виготовленні (обробці, складанні, випробуванні й под.) та уніфікації деталей виробу; раціонального призначення матеріалів і зниження його витрат (вибір найбільш дешевого матеріалу без втрати якості виробництва та найбільш економного витрачання матеріалів шляхом зміни конструкції), а також вибору раціональних за формою деталей і елементів конструкцій, які забезпечують достатню жорсткість конструкції та взаємозамінність.

Результати розрахунків трудомісткості виготовлення металевих проставок та їх металомісткості наведені нижче:

	Трудомісткість виготовлення, нормо-год	Маса металу, т
Тип А	108,87	26,24
Тип Б	186,08	31,05
Тип В	135,38	25,93

Для вибору конструкції металеві проставки використовувалася «метод експертного оцінювання» — метод аналізу ієрархій (Т. Сааті). Він дозволяє побудувати граф цілей і завдань, які являють собою ієрархічну структуру, що складається з певної кількості рівнів. Метод полягає в декомпозиції задачі на все більш прості складові частини й подальшій обробці послідовності суджень проєктанта, що ухвалює рішення, згідно з парними порівняннями [2].

На першому етапі, враховуючи принцип ідентичності й декомпозиції, що передбачає структурування проблеми у вигляді ієрархії або мережі, обрано вид ієрархії. На першому рівні ієрархії знаходиться загальна мета — вибір оптимальної металеві проставки, на другому — критерії, згідно з якими вибирається необхідна форма перерізу конструкції. На третьому рівні розташовано чотири «конструкції-кандидати», які повинні бути оцінені стосовно критеріїв другого рівня.

Після ієрархічного відтворення задачі були встановлені пріоритети критеріїв та проведена оцінка кожної з альтернатив за критеріями, виявивши

найважливішу з них. Для цього елементи завдання були порівняні попарно стосовно їх впливу на загальну для них характеристику (табл. 1 і 2). Парні порівняння приводять до квадратної матриці.

З групи матриць парних порівнянь формується набір локальних пріоритетів, які виражають відносний вплив безлічі елементів на елемент рівня, що прилягає зверху. Після обчислення безлічі власних векторів для кожної матриці шляхом знаходження геометричного середнього, а потім нормалізування результату до одиниці одержуємо тим самим вектор пріоритетів, що дозволило знайти відносну ймовірність кожного окремого об'єкта.

Наступним етапом є застосування принципу синтезу для виявлення глобальних пріоритетів у матриці. Результати проведеного аналізу наведені нижче:

Тип А	0,376
Тип Б	0,367
Тип В	0,257

Аналізуючи отримані глобальні пріоритети, робимо висновок, що найбільш оптимальною є альтернатива типу А (полотнище, підкріплене зварним тавровим повздовжнім набором), оскільки має максимальне значення глобального пріоритету. Дана форма перерізу перевищує інші в 1,1 ... 1,5 рази.

Розрахована вартість виготовлення металевих проставок. Вартість металу взята з каталога «Цены Снабвест. Экспортные поставки металлопроката, труб, запчастей подвижного состава, ПШГН в страны СНГ и дальнего зарубежья» [6]. На даний час для

Таблиця 1. Попарні порівняння для першого рівня ієрархії

	Стійкість	Трудомісткість, нормо-год	Металомісткість, т	Технологічність
Стійкість	1,00	2,00	3,00	4,00
Трудомісткість, нормо-год	0,50	1,00	2,00	3,00
Металомісткість, т	0,33	0,50	1,00	2,00
Технологічність	0,25	0,33	0,50	1,00

Таблиця 2. Попарні порівняння для третього рівня ієрархії

Стійкість	Тип А	Тип Б	Тип В
Тип А	1,000	0,333	2,000
Тип Б	3	1	5
Тип В	0,5	0,2	1,0
Трудомісткість, нормо-год	А	Б	В
Тип А	1	5	2
Тип Б	0,2	1,0	0,5
Тип В	0,5	2,0	1,0
Металомісткість, т	А	Б	В
Тип А	1,0	4,0	0,5
Тип Б	0,25	1,00	0,20
Тип В	2	5	1
Технологічність	А	Б	В
Тип А	1	3	2
Тип Б	0,33	1,00	0,33
Тип В	0,5	3,0	1,0

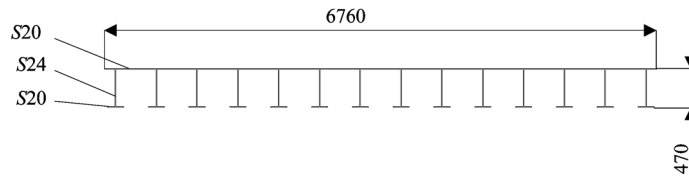


Рис. 8. Оптимальна конструкція металевої проставки (тип А)

листового прокату вона складає 660 дол. США/т (приблизно 5,2 тис. грн), для профільного — 610 дол. США/т (4,9 тис. грн).

Загальна довжина стапеля 330 м, але для побудови суден довжиною до урізу води достатньо заповнити простір між доріжками на 250 м. Тобто для того щоб отримати плоску поверхню стапеля, необхідно 20 металевих проставок шириною 6,76 м та 40 — шириною 3,40 м.

Креслення металевої проставки зображено на рис. 8.

Для виготовлення металевих конструкцій даного типу була взята вуглеводиста сталь питомою масою 7,85 т. Загальна маса металу складає 1050 т. Вартість виготовлення та встановлення металевих проставок даної конструкції — 6,3 млн грн.

За проведеними розрахунками реконструкція стапеля «0» на ПАТ «ЧСЗ» за допомогою металевих проставок для спуску суден на пневматичних балонах дозволяє економити близько 3,7 млн грн у порівнянні з повним відновленням настилу стапеля для спуску традиційним способом.

ВИСНОВКИ

На підставі проведених експертних оцінок за чотири критеріями обрана оптимальна конструкція металевих проставок між спусковими доріжками для створення плоскої поверхні повздовжнього похилого стапеля «0» на «ЧСЗ», яка забезпечує можливість спуску суден на пневматичних балонах. Виконані розробки можуть бути використані для повздовжніх похилих стапелів на інших суднобудівних заводах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Коломиєц, **И. Н.** Инновационные технологии в отечественном судостроении [Текст] / И. Н. Коломиєц, Л. С. Смирнова // Матеріали Междунар. науч.-практ. конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании, 2010». — Одесса : УкрНИИМФ, 2010. — С. 41–42.
- [2] Метод анализа иерархии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
- [3] Смирнова, **Л. С.** Особенности спуска судов на воду с наклонных продольных стапелей на судостроительных заводах г. Николаева [Текст] / Л. С. Смирнова // Матеріали VI студ. науч.-техн. конф. «Совершенствование проектирования и эксплуатации морских судов и сооружений». — Севастополь : СевНТУ, 2011. — С. 68–69.
- [4] Смирнова, **Л. С.** Совершенствование спуска судов на воду с наклонных продольных стапелей на судостроительных заводах г. Николаева [Текст] / Л. С. Смирнова // Матеріали II Міжнар. науч.-техн. конф. «Інновації в суднобудуванні та океанотехніці». — Миколаїв : Видавництво НУК, 2011. — С. 50–51.
- [5] Суднобудування України [Електронний ресурс]. — Режим доступа: <http://ankor-odessa.com.ua>.
- [6] Цены Снабинвест [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.snabinvest.org>.
- [7] Черноморский судостроительный завод [Электронный ресурс] / Словари и энциклопедии на Академике. — Режим доступа: <http://dic.academic.ru>.
- [8] Marine Air Bags [Electronic resources]. — Mode of access: <http://gcaptain.com>.
- [9] Marine airbags [Electronic resources]. — Mode of access: <http://qingdaoyongtai.com>.

© О. С. Рашковський, Л. С. Смирнова

Надійшла до редколегії 16.12.2011

Статтю рекомендує до друку член редколегії Вісника НУК
д-р техн. наук, проф. *Б. А. Бугаєнко*

Статтю розміщено у Віснику НУК № 1, 2012