



ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ



ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ



Науково-дослідна частина
Національного університету кораблебудування
імені адмірала Макарова

Просп. Героїв України, 9, м. Николаїв, 54025
Тел.: (0512) 70-91-04; <http://conference.nuos.edu.ua>
e-mail: conference@nuos.edu.ua

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

2021



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ
ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

МАТЕРІАЛИ

ХІІ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

30 вересня – 1 жовтня 2021 року

присвяченої пам'яті генерального директора
«Морського Інженерного Бюро» професора Геннадія Єгорова



Миколаїв ■ НУК ■ 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XII Міжнародна науково-технічна конференція

МАТЕРІАЛИ

30 вересня – 1 жовтня 2021 р.

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9*



Миколаїв 2021

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

ПАРТНЕРИ КОНФЕРЕНЦІЇ

Міністерство інфраструктури України: ДП «Адміністрація морських портів», ДП «Адміністрація річкових портів» (Україна); ДП СК «Ольвія» (Україна); ДП «Дослідно-проектний центр кораблебудування» (Україна); Південний науковий центр НАН України і МОН України (Україна); Головне управління Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Миколаївській області (Україна); Національний університет «Одеська національна академія» (Україна); Одеський національний морський університет (Україна); Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка (Україна); Черкаський державний технологічний університет (Україна); Національний авіаційний університет (Україна); Компанія «АМІКО ГРУПП» (Україна); Морське інженерне бюро (Україна); АТ «Завод «Екватор» (Україна); Асоціація ветеранів Військово-морських сил України (Україна); Харбінський інженерний університет (Китай); Університет науки і технологій Цзянсу (Китай); Шаньдунський науково-технічний університет (Китай); Таджикиський технічний університет ім. академіка М.С. Осими (Таджикистан); Гданьський технологічний університет (Польща); Західно-Померанський технологічний університет (Польща); Кошалінський технічний університет (Польща); Батумський навчально-навігаційний університет (Грузія)

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРТНЕРИ

ТОВ «Видавничий дім «Гельветика»; науковий журнал «Shipbuilding & marine infrastructure»; журнал «Судноплавство»

Відповідальний за випуск

Павлов Геннадій Вікторович

Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність наведених даних та посилань. Матеріали публікуються в авторській редакції

Інновації в суднобудуванні та океанотехніці : XII Міжнародна науково-технічна конференція : матеріали. – Миколаїв : НУК, 2021. – 642 с.
ISBN 978-966-321-428-3

У збірнику наведені матеріали XII Міжнародної науково-технічної конференції "Інновації в суднобудуванні та океанотехніці". Збірник становить інтерес для наукових працівників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК УДК 001.895:629.5

ЛІТЕРАТУРА

[1] Папкович, П. Ф. Строительная механика корабля Ч.2. Ленинград: Государственное союзное издательство судостроительной промышленности, 1941.

[2] Вольмир, А. С. Устойчивость деформируемых систем. Москва: издательство «Наука», 1967.

Buckling of rectangular plate under the simultaneous action of bending and shear stresses

L. Korostylev¹, Ya. Martychenko²

¹⁻²Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The report presents the results of the rectangular plates' buckling with a centrally located round cutout under the simultaneous action of bending and shear stresses.

Keywords: buckling; rectangular plates; combined pressure; critical stresses.

УДК 629.5

ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНІ ДЕФОРМАЦІЇ В ОСЕРЕДКУ КОНЦЕНТРАЦІЇ НАПРУЖЕНЬ БАЛКИ-СТІНКИ ЗІ ЗЛАМОМ ОСІ

Соков В. М.¹

¹асистент кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова

м. Миколаїв, Україна,

valera.sokov@gmail.com

Анотація. Представлено залежності для визначення інтенсивності пружно-пластичних деформацій типової суднової балки-стінки зі зломом осі без вільного фланцю в осередку концентрації. При цьому в осередку концентрації має місце пружно-пластичне деформування з наявністю пластичних зон. Матеріал досліджуваної балки прийнято ідеально пластичним. Запропоновані залежності отримані на основі даних напружено-деформованого стану чисельних серійних розрахунків параметричної моделі методом скінченних елементів при широкому варіюванні її геометричних параметрів.

Ключові слова: пружно-пластичне деформування, пластичні зони, ідеально пружно-пластичне тіло, пластичність, коефіцієнт концентрації напружень.

Вступ. В суднокорпусних конструкціях мають місце балки зі зломом осі без вільного фланцю, що мав би кріпитися до верхньої криволінійної кромки (рис. 1).

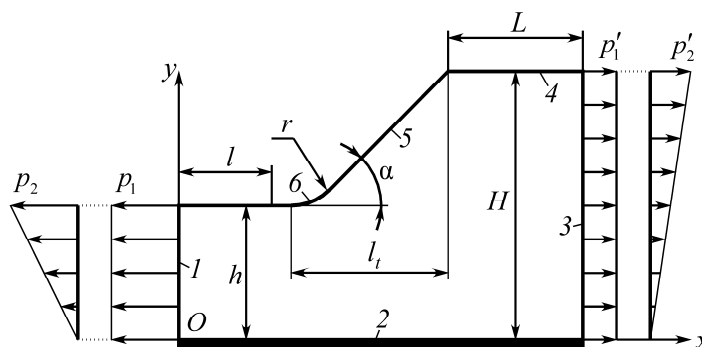


Рис. 1. Загальний вигляд балки зі зломом стінки без вільного фланцю

Такі балки-стілки зазнають осевих навантажень p_1 , викликаних загальним згином корпусу судна, і згинальних навантажень p_2 , викликаних місцевим згином перекриття.

Для балок такого типу (як з вільним фланцем, так і без нього) наразі не існує систематичних залежностей для розрахунку її напружено-деформованого стану (НДС) і проектування. Розрахункова схема представлена на рис. 2. Дослідження проводилися тільки для розтягання-стискування, як найбільш небезпечного стану. Важливим є дослідження НДС таких балок-стінок в осередку концентрації b (рис. 2).

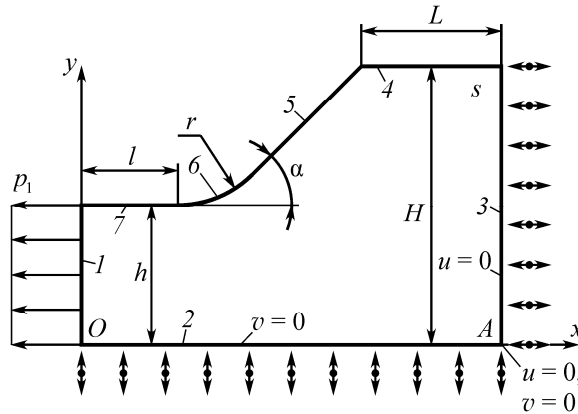


Рис. 2. Розрахункова схема досліджуваної балки-стілки

Пружне деформування балок-стінок (рис. 2) було досліджено в [1, 2, 3]. В роботах [1, 2] було досліджено їх НДС при відповідно розтягнанні-стисканні і згині і запропоновано залежності для визначення коефіцієнтів концентрації напружень в залежності від геометричних параметрів. В [3] запропоновано методики оптимального проектування при пружному деформуванні.

В даній роботі представлено залежності для визначення пружно-пластичних деформацій в осередку концентрації b (рис. 2) при пружно-пластичному деформуванні останнього.

Основна частина. Серійні розрахунки проводилися з використання програми, що реалізує метод скінченних елементів (МСЕ) розробленої автором на мові програмування C++. Була розроблена відповідна параметрична модель. Дослідження показали, що результати пружно-пластичних розрахунків залежать більше від якості обробки інформації в точці ніж від типу скінченного елемента (СЕ), що цілком узгоджується з [4]. Тому для серійних розрахунків використовувалися об'ємні СЕ, що представляють собою тетраедри з 10 вузлами. Використання об'ємних СЕ пов'язано з тим, що плоска задача не враховує всі компоненти НДС, т. я. має місце звуження стінки в осередку концентрації та складні процеси розвитку пластичних зон, пов'язані з переходом від плоскої деформації до плоского напруженого стану при зростанні пластичної зони [5, 6].

Було виявлено, що при $s \leq h/20$ відбувається стабілізація значень інтенсивності деформацій в контрольних точках осередку, тому ця товщина $s = h/20$ і була прийнята для серійних розрахунків. При такій товщині має місце переважно плоский напружений стан.

Розрахунок досліджуваної балки-стілки в умовах пружно-пластичного деформування для одного варіанту проводився наступним чином. При фіксованих геометричних параметрах в осередку/зоні концентрації на кромці b (рис. 1, 2) визначався коефіцієнт концентрації k_1 за [1]. Потім визначалося мінімальне навантаження $p_{\min} = \sigma_s / k_1$, (де σ_s – границя плинності), при яких починається пластичне деформування у зоні концентрації. Пружно-пластична робота для кожного досліджуваного варіанту розраховувалась для трьох значень зовнішнього навантаження p_i , які визначалися за формулами

$$\left. \begin{aligned} p_i &= p_{\min} + i \cdot \Delta p, \quad i = 1, 2, 3, \quad \Delta p = \frac{[\sigma] - p_{\min}}{n}, \quad n = 3, \\ p_{\min} &= \frac{\sigma_s}{k_1}, \quad [\sigma] = 0,9\sigma_s. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Параметри формули (1) p_i не мають відношення до рис. 1, 2.

Геометричні параметри балки-стілки при серійних розрахунках пластики варіювалися в наступних межах

$$H/h \in [1,6; 2,4], \quad r/h \in [0,05; 0,2], \quad \alpha \in [20^\circ; 75^\circ]. \quad (2)$$

Після проведення серійних розрахунків була накоплена статистична інформація для подальшої її обробки. Для ідеально пластичних матеріалів без зміцнення значення відносної інтенсивності пружно-пластичних (повних) деформацій $\bar{\varepsilon}_i$, і значення відносної інтенсивності пластичних деформацій $\bar{\varepsilon}_{ip}$, що визначаються залежностями

$$\bar{\varepsilon}_i = \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_{iey}}, \quad \bar{\varepsilon}_{ip} = \frac{\varepsilon_{ip}}{\varepsilon_{iey}}. \quad (3)$$

не залежать від границі плинності.

В (3) ε_i – абсолютне значення інтенсивності пружно-пластичних (повних) деформацій; ε_{ip} – абсолютне значення інтенсивності пластичних деформацій; ε_{iey} – інтенсивність пружних деформацій, при яких починається пластичне деформування в осередку концентрації, що визначається залежністю

$$\varepsilon_{iey} = \frac{\sigma_s}{3G}, \quad (4)$$

де G – модуль зсуву. Для ідеально пластичного матеріалу величина ε_{iey} завжди постійна і не залежить від зміцнення та величини зовнішнього навантаження.

Для відносного навантаження $p/\sigma_s=0,9$ величина відносної інтенсивності пластичних деформацій $\bar{\varepsilon}_{ip0,9}$ в залежності від геометричних параметрів може бути визначена наступною емпіричною залежністю

$$\left. \begin{aligned} \bar{\varepsilon}_{ip0,9} &= a_0 r_h^\beta; \\ b_0 &= 0,12H_h + 0,65; \quad b_1 = -0,44H_h + 2,84; \\ \beta &= -b_0 \cdot \tanh(\alpha \cdot b_1); \\ a_0 &= 1,4 \cdot \tanh(H_h) - 0,14 \cdot \alpha; \\ r_h &= r/h, \quad H_h = H/h, \quad \alpha, \text{rad}. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Розходження між $\bar{\varepsilon}_{ip0,9}$, отриманими за формулою (5) відносно результатів МСЕ у діапазоні параметрів (2) становить $\pm 9\%$.

Висновок. Запропоновано залежності для визначення величини інтенсивності пружно-пластичних деформацій в осередку концентрації при пружно-пластичному деформуванні балки стінки (рис. 1, 2) при навантаженні 0,9 від границі плинності в залежності від геометричних параметрів досліджуваної балки для ідеально пластичного матеріалу. В подальшому планується розробка залежностей для визначення пружно-пластичних деформацій додатково від зовнішнього навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Коростильов Л. І., Соков В. М. Оценка концентрации напряжений в типовых очагах конструктивных узлов корпуса судна. *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв: НУК, 2008. № 5 (422). С. 11–17.
- [2] Соков В. М., Коростильов Л. І. Концентрация напряжений в типовом очаге тонкостенных конструкций. *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв: НУК, 2010. № 1 (430), С. 10–16.
- [3] Соков В. М., Коростильов Л. І. Проектирование конструктивного узла корпуса судна с учетом технологических факторов. *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв: НУК, 2010. № 5 (434), С. 3–10.

[4] Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. *The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics*. 6-th edition. Barcelona, Spain: Elsevier Butterworth-Heinemann. 2005. 631 p.

[5] Партон В.З., Морозов Е.М. *Механика упругопластического разрушения*. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. 504 с.

[6] Махутов Н.А. *Деформационные критерии разрушения и расчет элементов конструкций на прочность*. М.: Машиностроение, 1981. 272 с.

Elastic-Plastic Strains In The Stress Concentration Zone Of Web Of Beam With Break Of An Axis

Valerii Sokov¹

¹Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Nikolaev, Ukraine.

Abstract. There are presented relations for determination of intensity of elastic-plastic strains of typical ship web of beam with break of an axis without a free flange in the concentration zone. At the same time in the concentration zone there is elastic-plastic deformation takes place with presence of plastic fields. The material of investigated beam is ideally plastic. Offered relations are obtained on basis of data of strain-stress state of numerical serial study of a parametrical model by finite element method for geometrical parameters were being varied widely.

Keywords: elastic-plastic deformation, plastic zones, ideally plastic body, plasticity, stress concentration factor.

УДК 629.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИГИНУ ПАЛУБИ НА РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ТА ЖОРСТКОСТІ В ПРОГРАМНОМУ КОМПЛЕКСІ ANSYS

Васильєва А.В.¹

¹технік-конструктор 2-ї категорії ДП ДПЦК, студент групи 5161м
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна
sandler2000@gmail.com

Анотація. В статті представлено аналіз впливу вигину палуби на розрахунок жорсткості та міцності проведених в програмі ANSYS. Також продемонстровані можливі способи спрощення тривимірної кінцево-елементної моделі ділянки палуби за допомогою зміни лекальних обводів палуб (вигину) на похилу та рівну ділянку з відповідними розмірами. Представлені моделі дослідних ділянок та епюри з контурним зображенням податливості та напружено-деформованого стану.

Ключові слова: верхня палуба, вигин палуби, модернізація судна, жорсткість палуби, перевірка міцності.

Модернізація - це сукупність операцій по зміцненню конструкції судна (частини конструкції) з метою поліпшення техніко-експлуатаційних характеристик, умов праці, приведення його відповідно з новими вимогами і нормами, технічними умовами, показниками якості. [2]

Модернізація корпусу судна повинна виконуватися з попереднім розрахунком міцності, який підтвердить рівноцінний рівень надійності базової та модернізованої конструкції. Проведені розрахунки міцності повинні відповідати вимогам класифікаційних товариств.

Використання чисельних методів дозволяє зекономити не тільки час але й кошти. Чисельні методи дозволяють на невеликий термін визначити міцність конструкції, підібрати оптимальні характеристики необхідних додаткових кріплень. [1]

Наукове видання

ІННОВАЦІЇ В СУДНОБУДУВАННІ ТА ОКЕАНОТЕХНІЦІ

XII Міжнародна науково-технічна конференція

Матеріали

30 вересня – 1 жовтня 2021 р.

*Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9*

(українською, російською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск *Г. В. Павлов*
Комп'ютерне верстання *В. В. Москаленко*

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 74,6. Тираж 150. Зам. № 2409-69
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.