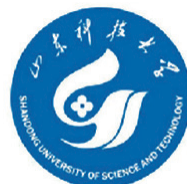


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
ШАНЬДУНСЬКИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МОРСЬКЕ ІНЖЕНЕРНЕ БЮРО
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ»
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МОРСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНСТИТУТ ГІДРОМЕХАНІКИ НАН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ



СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ, ПОБУДОВИ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ І РЕМОНТУ СУДЕН, МОРСЬКИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

*Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції
з міжнародною участю*

15–16 травня 2024 р.

Миколаїв
«Іліон»
2024

УДК 629.5.01
ББК 39.42-08
С 89

ОРГАНІЗАТОРИ
Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Шаньдунський науково-технічний університет
Морське інженерне бюро
Національний університет «Одеська національна академія»
Одеський національний морський університет
Інститут гідромеханіки НАН України
Національна академія наук України

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами.
Претензії до організаторів не приймаються

Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд : матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. — Електронні дані. — Миколаїв : Іліон, 2024. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. — Назва з тит. екрану.

ISBN 978-617-534-733-1

У збірнику подані матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд».

Розглянуті питання побудови, проектування та експлуатації суден, конструювання, міцності та надійності, технології побудови, реновації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд, морських технологій та океанотехніки, інформаційні технології в інженерії.

Збірник може бути корисним для наукових співробітників, викладачів, інженерів та студентів.

УДК 629.5.01
ББК 39.42-08

ISBN 978-617-534-733-1

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2024

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
ADMIRAL MAKAROV NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDING
SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY (CHINA)
MARINE ENGINEERING BUREAU
NATIONAL UNIVERSITY «ODESSA MARITIME ACADEMY»
ODESSA NATIONAL MARITIME UNIVERSITY
INSTITUTE OF HYDROMECHANIC OF NAS UKRAINE
THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE



MODERN TECHNOLOGIES OF DESIGN, CONSTRUCTION, OPERATION AND REPAIR OF SHIPS, MARINE FACILITIES AND ENGINEERING STRUCTURES

*Materials of the All-Ukrainian scientific and technical conference
with international participation*

On the 15th – 16th of May, 2024

Mykolaiv
2024

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ НУК

Голова: Бондаренко О. В.– канд. техн. наук, проф., Xinghua Zhou – проф., Libin Du – проф.

Заступники голови: Некрасов В. О. – д-р техн. наук, проф., Hongyu Li – доц., Shengli Wang – доц.

Вчений секретар: Савенков О. І. – нач. НДЧ, Астахова А. О. – асистент кафедри ТПС

Члени організаційного комітету:

Давидов І. П. – канд. техн. наук, доц. (UA)

Демидюк О. В. – канд. техн. наук, доц. (UA)

Єгоров О. Г. – канд. техн. наук (UA)

Зайцев В. В. – д-р техн. наук, проф. (UA)

Зайцев Вал. В. – д-р техн. наук, доц. (UA)

Король Ю. М. – канд. техн. наук, проф. (UA)

Коростильов Л. І. – д-р техн. наук, проф. (UA)

Тимченко В. Л. – д-р техн. наук, проф. (UA)

Трохименко Г. Г. – д-р техн. наук, проф. (UA)

Щедролюсєв О. В. – д-р техн. наук, проф. (UA)

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman: Bondarenko O. – Ph. D., Professor, Xinghua Zhou – Professor, Libin Du – Professor.

Deputy Chairman: Niekrasov V. – Dr. of Eng. Sc., Professor, Hongyu Li – Associate Professor, Shengli Wang – Associate Professor.

Scientific Secretary: Savenkov O., Astakhova A.

Члени організаційного комітету:

Davydov I. – Ph. D., Associate Professor (UA)

Demydiuk O. – Ph. D., Associate Professor (UA)

Yehorov O. – Ph. D. (UA)

Zaitsev V. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)

Zaitsev Val. – Dr. of Eng. Sc., Associate Prof. (UA)

Korol Y. – Ph. D., Professor (UA)

Korostylov L. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)

Tymchenko V. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)

Trokhymenko G. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)

Shchedrolosiev O. – Dr. of Eng. Sc., Professor (UA)

such as underdeck systems and deck floor covering,. In the first case, a standard tool for uniform mass distribution per unit area is used. In the second case, systems and floor covering are modeled in more detailed way with beam and volume finite elements. Based on the results of the analysis, the first natural frequency of the deck panel is compared.

Keywords. Finite element method, dynamic analysis, natural frequency.

УДК 629.5 : 539.4

ОСОБЛИВОСТІ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В КОНЦЕНТРАТОРІ НАПРУЖЕНЬ БАЛКИ-СТІНКИ ЗІ ЗЛАМОМ КРОМОК

Соков Валерій, старший викладач кафедри будівельної механіки та конструкції
корпуса корабля

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,

м. Миколаїв, Україна

valera.sokov@gmail.com

Анотація. Представлено дослідження напружено-деформованого стану (НДС) в небезпечній точці концентратора напружень балки-стінки зі зломом кромки з метою виявлення особливостей НДС, для того щоб мати можливість застосувати відповідне сімейство формул деформаційних критеріїв втомної міцності і довговічності. НДС концентратора досліджується у пружній та пружно-пластичній стадіях деформування.

Ключові слова: втомна міцність, пружно-пластичні деформації, головні напруження і деформації.

Вступ. У складі конструкцій корпусу судна є балки-стінки зі зломом кромки без вільного фланця, який може кріпитися до верхньої ламаної кромки (рис. 1).

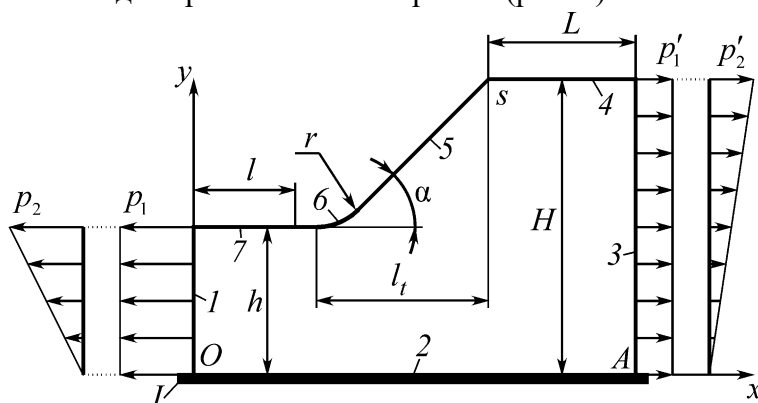


Рисунок 1 – Загальний вигляд досліджуваної балки-стінки зі зломом кромки

Такі балки зазнають впливу осьових p_1 та згинальних p_2 навантажень. Осьові навантаження p_1 викликані загальним згином корпусу судна, а згинальні навантаження p_2 викликані місцевим згином перекриття, до складу якого входить досліджувана балка-стінка. В публікації [1] представлено методики оптимального проектування досліджуваної балки-

стілки в умовах її пружного статичного та пружно-пластичного циклічного деформування. Розроблені проєктувальні критерії при циклічному навантаженні були отримані на основі загальновідомих універсальних деформаційних критеріїв типу Коффіна-Менсона. Проте деформаційні критерії прогнозування втомної довговічності розробляються переважно для двох видів деформування: для розтягу-стиску (для лінійного або переважно осевого НДС) і для зсуву [2]. Таке розділення критеріїв дає змогу більш точно спрогнозувати втомну довговічність в залежності від виду деформування. Проєктувальні методики в [1] дозволяють незалежно застосовувати будь-які деформаційні критерії втомної довговічності, а не лише критерії типу Коффіна-Менсона. Це дає змогу застосувати для оцінки втомної довговічності більш точні деформаційні критерії у майбутньому. З метою більш точної оцінки втомної міцності та прогнозування втомної довговічності постає необхідність уточнення типу та характеру НДС в небезпечній точці концентратора напружень балки-стілки при пружному та пружно-пластичному деформуванні. Це у подальшому дасть змогу застосувати відповідне сімейство деформаційних критеріїв: для лінійного НДС або для зсуву.

Метою дослідження є виявлення типу НДС в концентраторі напружень балки-стілки зі зломом кромки, для того щоб мати можливість застосувати відповідне сімейство залежностей деформаційних критеріїв втомної міцності і довговічності: для лінійного НДС або для зсуву.

Основна частина. Проаналізуємо тензор напружень T_σ і тензор деформацій T_ε на прикладі балки-стілки з параметрами $H/h=1,6$; $\alpha = 45^\circ$; $r/h = 0,1$; $p/\sigma_s = 0,713879$ для виявлення типу НДС в найбільш небезпечній точці концентратора. Тензори визначимо в точках B і C циклічних діаграм деформування на рис. 2, 3 із [3].

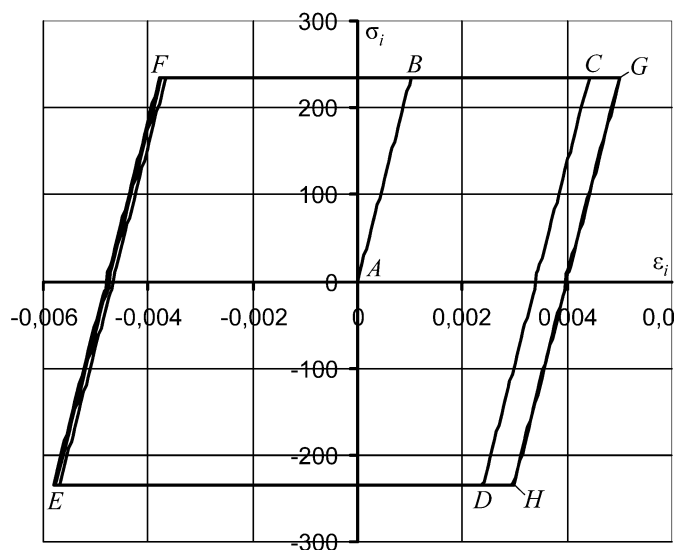


Рисунок 2

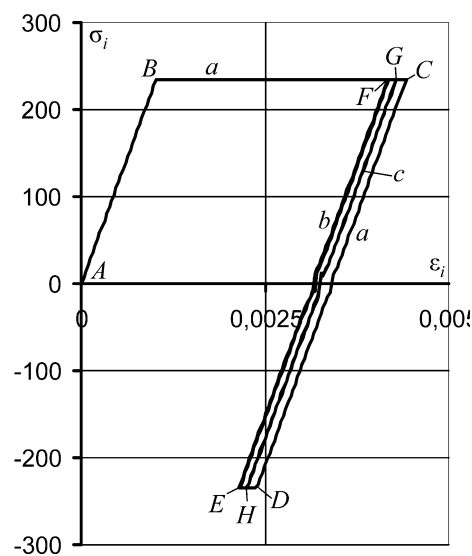


Рисунок 3

Точка B відповідає початку пружно-пластичного деформування, коли має місце ще пружний НДС і відсутні накопичені пластичні деформації. Точка C відповідає кінцю шляху пружно-пластичного деформування від 0 до p . Таким чином тензори T_σ і T_ε в точці B є пружними тензорами, а в точці C – пружно-пластичними.

Пружні тензори $T_\varepsilon^e, T_\sigma^e$ в точці B циклічної діаграми мають вигляд

$$T_{\varepsilon}^e = \begin{bmatrix} 9,75 \cdot 10^{-4} & \frac{1,04 \cdot 10^{-3}}{2} & \frac{1,20 \cdot 10^{-5}}{2} \\ * & -1,58 \cdot 10^{-4} & \frac{5,76 \cdot 10^{-6}}{2} \\ * & * & -3,27 \cdot 10^{-4} \end{bmatrix}, \quad T_{\sigma}^e = \begin{bmatrix} 206,6 & 80,1 & 0,92 \\ * & 32,2 & 0,44 \\ * & * & 6,3 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Пружно-пластичні тензори $T_{\varepsilon}^{ep}, T_{\sigma}^{ep}$ в точці C циклічної діаграми мають вигляд

$$T_{\varepsilon}^{ep} = \begin{bmatrix} 3,75 \cdot 10^{-3} & \frac{4,54 \cdot 10^{-3}}{2} & \frac{9,31 \cdot 10^{-5}}{2} \\ * & -1,16 \cdot 10^{-3} & \frac{-1,45 \cdot 10^{-5}}{2} \\ * & * & -1,95 \cdot 10^{-3} \end{bmatrix}, \quad T_{\sigma}^{ep} = \begin{bmatrix} 235,9 & 78,7 & -0,60 \\ * & 65,9 & -1,04 \\ * & * & 28,7 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

У формулах (1), (2) напруження представлені в МПа.

Головні напруження $\sigma_{1,2,3}$ та головні деформації $\varepsilon_{1,2,3}$, обчислені за пружними тензорами (1), становлять

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= 237,8 \text{ МПа}; & \sigma_2 &= 6,3 \text{ МПа}; & \sigma_3 &= 1,0 \text{ МПа}; \\ \varepsilon_1 &= 1,18 \cdot 10^{-3}; & \varepsilon_2 &= -3,27 \cdot 10^{-4}; & \varepsilon_3 &= -3,61 \cdot 10^{-4}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Головні напруження $\sigma_{1,2,3}$ та головні деформації $\varepsilon_{1,2,3}$ обчислені за пружно-пластичними тензорами (2), з врахуванням накопичених пластичних деформацій, становлять

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= 266,8 \text{ МПа}; & \sigma_2 &= 35,1 \text{ МПа}; & \sigma_3 &= 28,6 \text{ МПа}; \\ \varepsilon_1 &= 4,64 \cdot 10^{-3}; & \varepsilon_2 &= -1,95 \cdot 10^{-3}; & \varepsilon_3 &= -2,05 \cdot 10^{-3}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Як можна побачити з (3), (4) одне з головних напружень σ_1 для пружного тензору в десятки разів більше за інші два головні напруження $\sigma_{2,3}$, а для пружно-пластичного тензору майже на порядок більше за $\sigma_{2,3}$. Аналіз головних лінійних деформацій $\varepsilon_{1,2,3}$ з цих же рівнянь (3), (4) свідчить про поступове видовження елементарного об'єму вздовж головної осі I . Головна вісь I становить доволі малий кут з поздовжньої віссю x балки-стілки. Це дає підставу зробити висновок про переважно лінійний напружений стан елементарного об'єму в околі найбільш напруженої точки концентратора.

Зі зменшенням кута нахилу α лінійний НДС в небезпечній точці концентратора напружень стає ще більш вираженим. Характер НДС для балок-стінок з кутами $\alpha=75^\circ$ подібний у співвідношеннях компонентів тензорів до НДС (1), (2).

Висновки. Було з'ясовано, що елементарний об'єм небезпечної точки концентратора напружень балки-стілки перебуває в основному в лінійному напруженому стані (тобто у стані розтягу-стиску). Це вказує на необхідність застосування деформаційних критеріїв втомної міцності для лінійного напруженого стану при розрахунку втомної міцності та довговічності вказаного концентратора.

REFERENCES

[1]. Sokov, V., Korostylov, L., Shchedrolosiev, O., Sharun, H., Klymenkov, S. (2023). Devising procedures for design and verification calculations of the beam-wall with edge breaks under static

and cyclic loads. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. №5 (7 (125)). PP. 23–33. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289986>

[2]. Трошенко В. Т. (2006) Рассеянное усталостное повреждение металлов и сплавов. Сообщение 3. Деформационные и энергетические критерии. Проблемы прочности. № 1. С. 5–31.

[3]. Sokov V.M. (2022). Cyclic elastic-plastic deformation in the stress raiser of the beam-web with bend of edges. Інновації в суднобудуванні та океанотехніці: матеріали XIII міжнародної науково-технічної конференції (Миколаїв, 27–28 жовтня 2022 р.). Миколаїв : НУК. С. 75 – 77.

Sokov Valerii. M.

Particulars of the strain-stress state in the stress concentrator of the beam-wall with broken edges

Annotation. There is presented the investigation of the strain-stress state (SSS) in the dangerous point of the stress concentrator of the beam-wall with broken edges with aim to determine the particulars of the SSS to have the possibility to apply the appropriate family of formulae of strain fatigue criteria and durability. The SSS is explored in elastic and elastic-plastic stages of deformation of the concentrator.

Keywords: fatigue, elastic-plastic strains, principle stresses and strains.

УДК 629.5.012

РОЗРАХУНОК КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДВОХ ТІЛ

¹Шарун Г. В., старший викладач, ²Давидова П. С., магістрант,

³Лук'янцева М. В., магістрант

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Україна, Миколаїв

¹grygorii.sharun@nuos.edu.ua, ²polina.davudova03@gmail.com,

³mahakomaha2016@gmail.com

Анотація. Виконані розрахунки контактної взаємодії двох дисків методом скінченних елементів. Розраховані переміщення та напруження в районі контакту двох тіл. Виконано порівняння результатів з теоретичним рішенням. Результати розрахунків в подальшому будуть використані для аналізу контактної взаємодії системи вал-підшипник судна.

Ключові слова: контакт; метод скінченних елементів; напружено-деформований стан; напруження.

Вступна частина. Контактна взаємодія двох тіл аналізується в розрахунках міцності пружних, пружно-пластичних та пластичних тіл. Нами виконані розрахунки взаємодії двох дисків в пружній області контакту. Проаналізовано величини переміщень та напружень в контактній області та виконано порівняння результатів з теоретичним рішенням.

Мета роботи. Розробити процедуру виконання розрахунків системи вал-підшипник судна.

Основна частина. Розв'язання контактних задач за допомогою програми методу скінченних елементів (МСЕ) [1] виконується наступним чином;

*Наукове електронне видання комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ, ПОБУДОВИ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ І РЕМОНТУ СУДЕН, МОРСЬКИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

*Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції
з міжнародною участю*

15–16 травня 2024 р.

Українською та англійською мовами

Макетування: Астахова А. О.

Один електронний оптичний диск (CD-ROM).
Об'єм даних 7,8 Мб. Тираж 30 пр. Зам. 534-733.

ВИДАВЕЦЬ І ВИГОТОВЛЮВАЧ
Товариство з обмеженою відповідальністю фірма «Ліон».
54010, м. Миколаїв, вул. Бузника, 5/1.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1506 від 25.09.2003 р.