

УДК 629.5.015.4

**ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ МАКСИМАЛЬНИХ ДОТИЧНИХ НАПРУЖЕНЬ
В ПЛАСТИНЧАТИХ ЕЛЕМЕНТАХ СУДНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ****Дядюра Є. Ю.**, завідувачий лабораторією¹, **Коростильов Л. І.**, д.т.н., професор²*кафедри будівельної механіки та конструкції корпусу корабля**Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова**м. Миколаїв, Україна*¹ *yevgen.diadiura@nuos.edu.ua*, ² *leontyy.korostilyov@nuos.edu.ua*

Анотація. Розглянуто питання характеру розподілу максимальних дотичних напружень в пластинчатих елементах суднових конструкцій. Виконані дослідження з використанням поляризаційно-оптичного методу на плоских моделях з оптично активного матеріалу з моделюванням умов навантаження. Отримано якісну картину розподілу напружень з зазначенням місць максимальних дотичних напружень.

Ключові слова: виріз; дотичні напруження; картина полос; пластинчаті елементи; поляризаційно-оптичний метод.

Вступна частина. В попередніх публікаціях [1;2] вказувалось на суттєву нерівномірність розподілу дотичних напружень τ по висоті при згинанні в балках-стінках суднових конструкцій з метою урахування точності визначення кінематичних параметрів. Така нерівномірність в першу чергу спричиняється наявністю вирізів, які влаштовуються в суднових конструкціях для їх полегшення або з технологічних вимог. Підтвердження такої нерівномірності було обґрунтовано експериментальними випробуваннями на моделях із оптично-активного матеріалу з використанням поляризаційно-проекційної установки (ППУ-7).

Ціль роботи. Експериментально дослідити характер розподілу максимальних дотичних напружень в пластинчатих елементах суднових конструкцій з використанням поляризаційно-оптичного методу на моделях в залежності від наявності вирізів та з моделюванням умов навантаження.

Основна частина. Відомо, що при плоскому напруженому стані пластинчатих елементів максимальні дотичні напруження τ_{max} зв'язні з величинами різниці головних напружень σ_1 і σ_2 та визначаються за формулою

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}$$

У випадку використання білого світла положення таких точок на тілі пластинчатого елемента в інтерференційній картині полос визначається зеленим кольором. При цьому, поява повторних зелених полос вказує на подвійне зростання величин максимальних дотичних напружень τ_{max} [3, с. 166]. Досліджування виконувались на трьох моделях пластин (рис. 1), вироблених із оптично-активного матеріалу на основі епоксидної смоли.

Перша модель (рис. 1, а) є пластиною без вирізу з лінійними розмірами 60x40 мм. Друга модель (рис. 1, б) є пластиною з вирізом, зміщеним к краю меншої кромки вздовж центральної вісі діаметром 9 мм., та з лінійними розмірами 43x36 мм. Третя модель (рис. 1, в) є пластиною з двома вирізами, симетрично зміщеними відносно центральної вісі к краям менших кромки діаметром 9 мм., та з лінійними розмірами 55x37 мм. Моделі мають товщину 3 мм. Умови закріплення при характерному типі навантаження відносно коротких кромки пластини – шарнірне обпирання по всієї кромки та зосереджена сила по центру. За допомогою навантажувального пристрою (рис. 1) забезпечується рівномірний тиск для здійснення трьох (I, II, III) умовних ступенів навантаження.

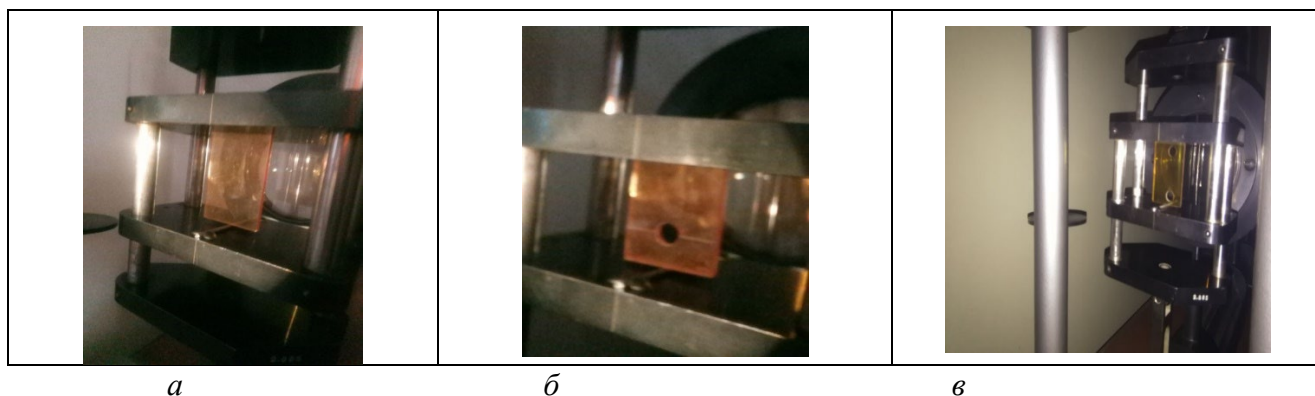


Рисунок 1 – Моделі пластин: *а* – пластина без вирізу; *б* – пластина з вирізом; *в* – пластина з двома вирізами

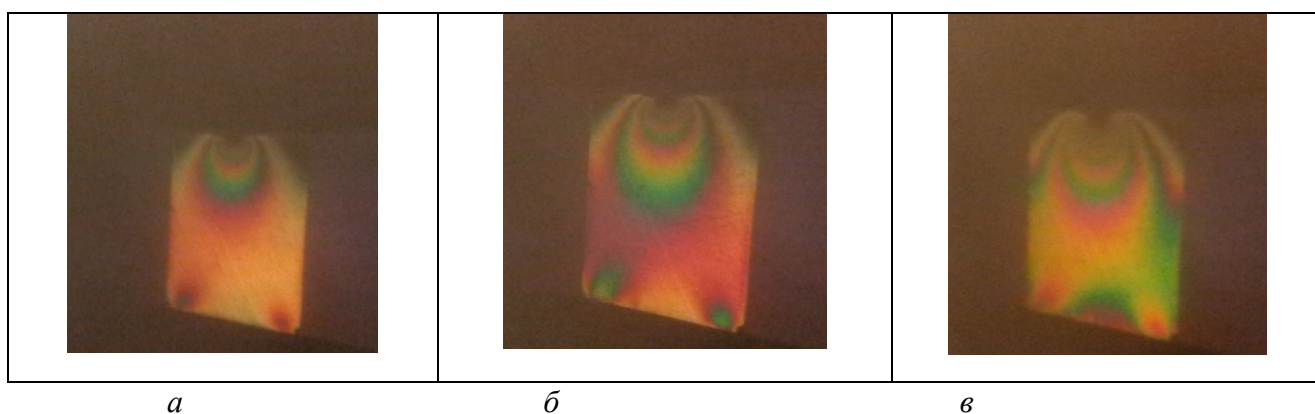


Рисунок 2 – Картина полос моделі без вирізу: *а* – I ступень навантаження; *б* – II ступень навантаження; *в* – III ступень навантаження

На (рис. 2) представлена отримана картина полос для моделі пластини без вирізу (рис. 1, а). Зосереджена сила по центру створює виникнення напружень, величина яких зростає в залежності від ступеню навантаження, поява зеленого кольору втретє (рис. 2, в) означає, що різниця головних напружень σ_1 і σ_2 , а відповідно і максимальні дотичні напруження τ_{max} втричі більше за їх значення при першій появі цього кольору. Зазначимо, що картина полос демонструє рівномірний розподіл напружень від точки прикладання сили і далі по тілу моделі.

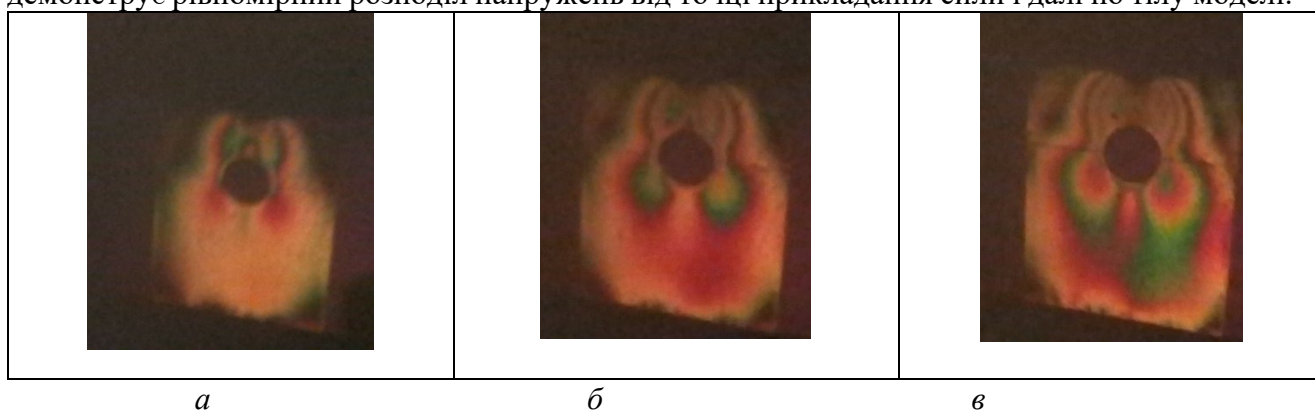


Рисунок 3 – Картина полос моделі з вирізом: *а* – I ступень навантаження; *б* – II ступень навантаження; *в* – III ступень навантаження

Представлена на (рис. 3) картина полос для моделі з вирізом (рис. 1, б) демонструє зміну характеру розподілу напружень. Наявність вирізу змінює представлену на (рис. 2) картину

полос, напруження розподіляються відносно кромки вирізу де вдруге виникає поява зеленого кольору (рис. 3, в).

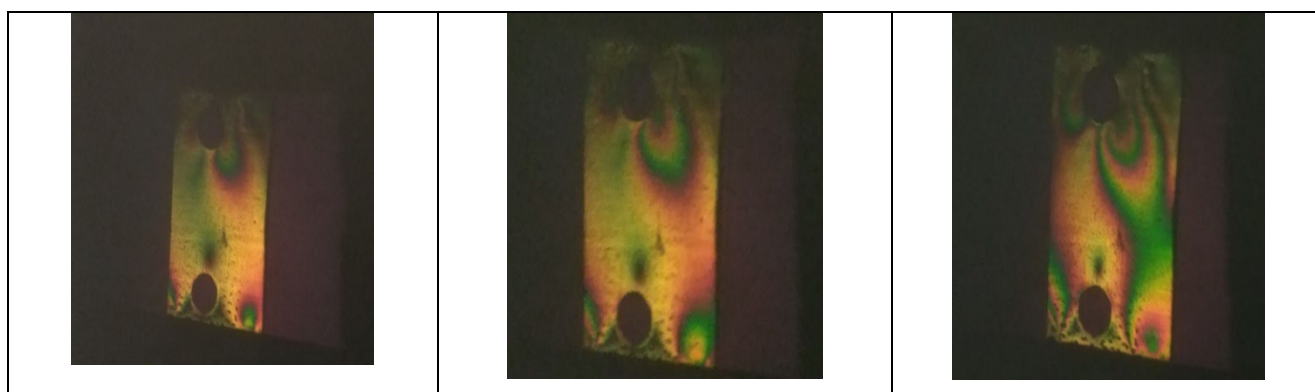


Рисунок 4 – Картина полос моделі з двома вирізами: *а* – I ступень навантаження; *б* – II ступень навантаження; *в* – III ступень навантаження

На (рис. 4) картина полос для моделі з двома вирізами (рис. 1, в) демонструє відмінність характеру розподілу напружень в залежності від умов закріплення при характерному типі навантаження. Так, з боку прикладання зосередженої сили спостерігається вже відома концентрація полос навколо крамок вирізу (рис. 4, в). В цьому випадку в точці біля кромки вирізу полоса зеленого кольору виникає втретє. Водночас, з боку шарнірного обпирання у другого вирізу інтерференційна картина полос не така розвинута, біля крамок вирізу отримала розвиток лише перша полоса зеленого кольору.

Висновки. Виконаним аналізом характеру розподілу максимальних дотичних напружень експериментально підтверджується їх суттєва нерівномірність за наявності вирізів з різним положенням розташування в пластинчатих елементах судових конструкцій, що необхідно обов'язково враховувати при визначенні кінематичних параметрів від зсуву. Вочевидь, ця нерівномірність буде також мати місце і за наявності підкріплень вирізів у вигляді пояски комінгса або ребер жорсткості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коростильов, Л.І., Дядюра, Є.Ю. *Особливості врахування впливу деформацій зсуву на кінематичні параметри згинання балок судових конструкцій*. Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2019, 129-132.
2. Коростильов, Л.І., Дядюра, Є.Ю., Литвиненко Д.Ю. *Про особливості розподілу дотичних напружень по висоті стінки балки з вирізом при її згинанні*. Матеріали XII міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2021
3. Фрохт, М.М. *ФОТОУПРУГОСТЬ, Том I*. Л., Полиграфкнига, 1948-432с.

Features of distribution of maximum shear stresses in the web plate elements of ship structures
Diadiura Yevhen, head of laboratory, Korostylov Leontii, d-r of tech. sc., prof., Admiral Makarov National University of Shipbuilding.

The problem of estimation features of distribution maximum shear stresses in the web plate elements of ship structures is considered. Conducted studies using the polarization-optical method on flat models of optically active material with simulation of load conditions. A high-quality picture of the stress distribution with the location of the maximum shear stresses was obtained.

Keywords: lightening hole; shear stresses; picture of stripes; web plate elements; polarization-optical method.