

науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2019, 129-132.

[3] Коростильов, Л.І., Дядюра, Є.Ю. *Про нерівномірність розподілу дотичних напружень в стінках балок суднових конструкцій*. Матеріали всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2021.

About features of distribution of shear stresses along web plate with lightening hole in bending

Leontii Korostylov¹, Yevhen Diadiura², Dmytro Lytvynenko³

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv, Ukraine

Abstract. The problem of estimation of influence of shear deformations in bending of beams in presence of the lightening hole have been considered. Accounting of effect of shear deformations in determining of kinematic parameters of bending of a beam was proposed.

Keywords: lightening hole; shear stresses; kinematic parameters of bending; shear force; web plate.

УДК 629.5, 624.075.4

СТІЙКІСТЬ КВАДРАТНОЇ ПЛАСТИНИ З КРУГЛИМ ВИРІЗОМ ПРИ ОДНОЧАСНІЙ ДІЇ ЗГІНАЛЬНОГО І ЗСУВНОГО НАПРУЖЕНЬ

Коростильов Л.І.¹, Мартиченко Я.О.²

*¹ доктор технічних наук, професор Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова
Україна, Миколаїв*

leontyy.korostilyov@nuos.edu.ua

*² аспірант Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова,
Україна, Миколаїв
Grapua@gmail.com*

Анотація. В доповіді представлено результати дослідження стійкості квадратної пластини з центрально розташованим круглим вирізом при одночасній дії на неї згинального і зсувного напружень.

Ключові слова: стійкість; прямокутні пластини; складне навантаження; критичні напруження.

Вступна частина. Задача оцінки стійкості пластинчатих елементів корпусних конструкцій суден при одночасній дії на них згинального і зсувного напружень є однією з фундаментальних. Такий тип навантаження найбільш характерний для стінок поперечного набору, наприклад, при постановці судна у плавучий чи сухий док, тиск від кильблоків стінками флору сприймається комбінацією зсувного і згинального напружень. Вирішенням цієї задачі займались ще з початку минулого століття [1, 2], а остаточне вирішення відсутнє дотепер. Кафедрою будівельної механіки і конструкції корабля НУК виконуються дослідження стійкості пластинчатих елементів корпусних конструкцій в умовах одночасної дії згинального і зсувного напружень.

Ціль роботи – дослідження стійкості квадратної пластини при одночасній дії згинального і зсувного напружень, оцінити вплив центрально розташованого круглого вирізу різних розмірів на стійкість такої пластини.

Основна частина. Поставлена задача чисельно вирішувалась методом скінченних елементів для сталюї пластини з розмірами 1000x1000x10 мм, наявний центральний виріз зі співвідношенням діаметру до висоти пластини $\delta = d / a = 0,1 \dots 0,5$. Розрахункова схема пластинчатого елемента представлена на рисунку 1.

Результати дослідження стійкості квадратної пластини при одночасній дії згинального σ_0 і зсувного τ напружень і вплив центрально розташованого круглого вирізу на стійкість такої пластини наведені на рисунку 2.

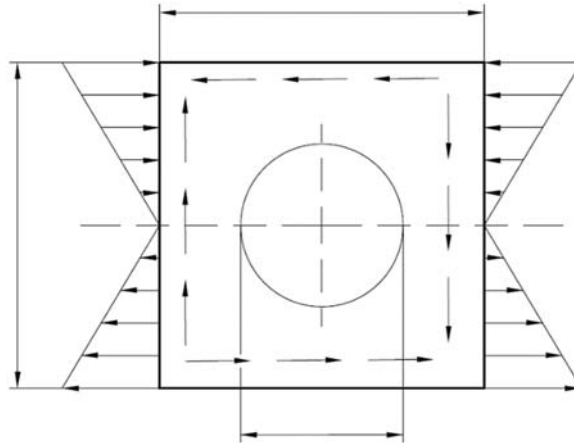


Рисунок 1 – Розрахункова схема пластинчатого елемента при одночасній дії згинального і зсувного напружень

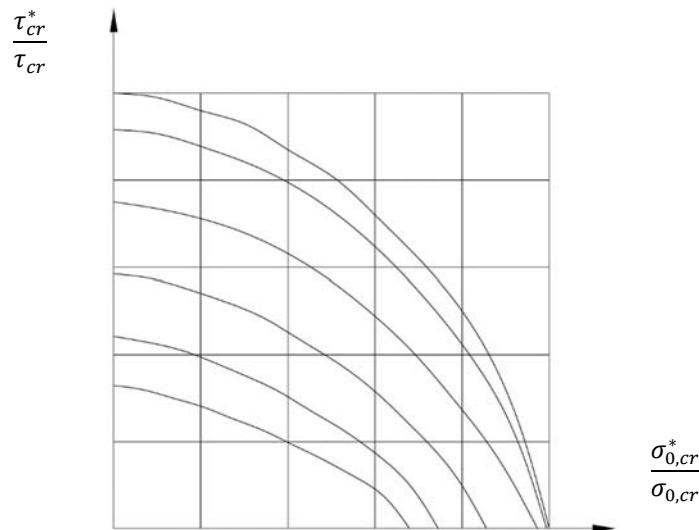


Рисунок 2 – Граничні криві прямокутних пластин з центральним круглим вирізом з різними співвідношеннями $\delta = d/a$: а – суцільна пластина; б – $\delta = 0,1$; в – $\delta = 0,2$; г – $\delta = 0,3$; р – $\delta = 0,4$; д – $\delta = 0,5$

Професором Вольмиром А. С. була запропонована формула для оцінки стійкості квадратної суцільної пластини при одночасній дії згинального і зсувного напружень:

$$\left(\frac{\sigma_{0,cr}^*}{\sigma_{0,cr}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{cr}^*}{\tau_{cr}} \right)^2 = 1, \quad (1)$$

результати чисельного оцінювання показують, що більш коректною буде формула

$$\left(\frac{\sigma_{0,cr}^*}{\sigma_{0,cr}} \right)^{1,5} + \left(\frac{\tau_{cr}^*}{\tau_{cr}} \right)^2 = 1, \quad (2)$$

де $\sigma_{0,cr}^*$, τ_{cr}^* – ейлереві критичні напруження при одночасній дії σ_0 і τ ; $\sigma_{0,cr}$, τ_{cr} – ейлереві критичні напруження при окремо діючих σ_0 і τ .

Це показано на рисунку 3.

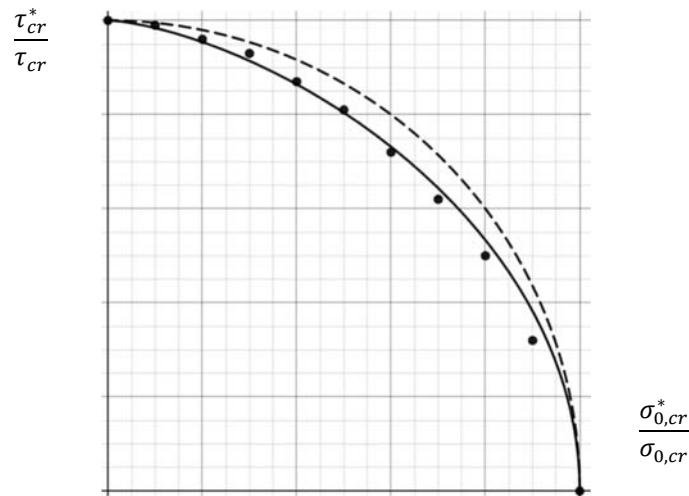


Рисунок 3 – Граничні криві суцільної квадратної пластини за:
1 – за формулою (1); 2 – за формулою (2); • – результати чисельного дослідження
методом скінчених елементів

Формула граничної поверхні для квадратної пластини з вирізами має вигляд:

$$\left(\sigma_{0,cr} \cdot \frac{\sigma_{0,cr}^{*0}}{\sigma_{0,cr}^0} \right)^{1,5} + \left(\tau_{cr} \cdot \frac{\tau_{0,cr}^{*0}}{\tau_{0,cr}^0} \right)^{1,5} = 1, \quad 3)$$

де $\sigma_{0,cr}^{*0}$, $\tau_{0,cr}^{*0}$ – критичні напруження пластини з вирізом при одночасній дії σ_0 і τ ; $\sigma_{0,cr}^0$, $\tau_{0,cr}^0$ – критичні напруження пластини з вирізом при окремій дії σ_0 і τ .

Представлення цієї формули при наявності круглого вирізу різного діаметра наведено на рисунку 4.

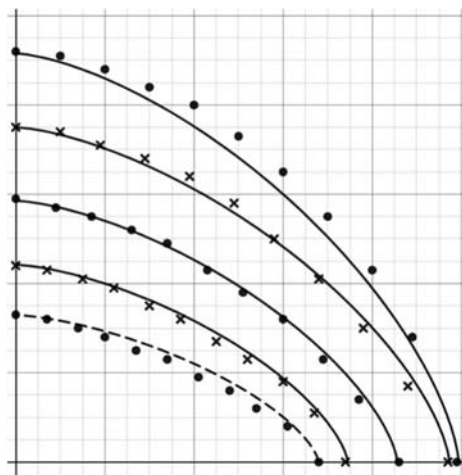


Рисунок 4 – Представлення формули (3) для квадратної пластини з круглим вирізом різного діаметра:
1 – $\delta = 0,1$; 2 – $\delta = 0,2$; 3 – $\delta = 0,3$; 4 – $\delta = 0,4$; 5 – $\delta = 0,5$

Висновки. Наведені формули (2) та (3) найбільш точно описують характер граничної кривої при одночасній дії згинального і зсувного напружень. Наявність вирізу має значний вплив на зниження стійкості квадратної пластини, особливо якщо присутні зсувні напруження. Подальші дослідження у цьому напрямку будуть виконуватись для прямокутних пластин.

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).

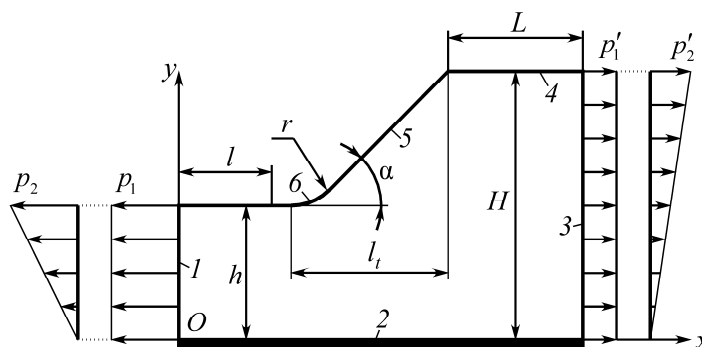


Рис. 1. Загальний вигляд балки зі зломом стінки без вільного фланцю