

SCI-CONF.COM.UA

TOPICAL ISSUES OF MODERN SCIENCE, SOCIETY AND EDUCATION



**PROCEEDINGS OF VII INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
JANUARY 29-31, 2022**

**KHARKIV
2022**

TOPICAL ISSUES OF MODERN SCIENCE, SOCIETY AND EDUCATION

Proceedings of VII International Scientific and Practical Conference

Kharkiv, Ukraine

29-31 January 2022

Kharkiv, Ukraine

2022

UDC 001.1

The 7th International scientific and practical conference “Topical issues of modern science, society and education” (January 29-31, 2022) SPC “Sci-conf.com.ua”, Kharkiv, Ukraine. 2022. 1899 p.

ISBN 978-966-8219-85-6

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Topical issues of modern science, society and education. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kharkiv, Ukraine. 2022. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-topical-issues-of-modern-science-society-and-education-29-31-yanvarya-2022-goda-harkov-ukraina-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: kharkiv@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2022 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2022 Authors of the articles

117. *Черных Е. П., Комендант О. О., Бондаренко Е. К.* 542
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КРИПТОИГР НА БЛОКЧЕЙНЕ
118. *Щоголєва І. В., Саркісова О. М., Авдєєва О. А.* 544
ВДОСКОНАЛЕННЯ НАЗЕМНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРІВ ТА БАГАЖУ В АЕРОПОРТУ
119. *Ялина О. О.* 551
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ
120. *Янішевський В. Ю.* 554
ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЩОКИ У ЩОКОВІЙ ДРОБАРЦІ НА ОСНОВІ ГІДРОПРИВОДУ
121. *Ястреба С. П., Нестеренко Н. О.* 557
РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ СОУСІВ З ЖУРАВЛИНОЮ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

122. *Rogachova O. I., Vodoriz O. S., Men'shov Yu. V., Nashchekina O. M.* 561
INFLUENCE OF AGING ON MECHANICAL AND THERMOELECTRIC PROPERTIES OF $(\text{SnTe})_{100-x}(\text{In}_2\text{Te}_3)_x$ SEMICONDUCTOR ALLOYS
123. *Вигоднер І. В., Алексєєнко А. О.* 567
ОСНОВНІ ЕТАПИ ПОБУДОВИ ЕКОНОМІКО–МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ
124. *Гайдар Г. П.* 570
СПЕЦИФИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСМУТАЦИОННО ЛЕГИРОВАННОГО КРЕМНИЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ТЕРМИЧЕСКИХ ОБРАБОТОК
125. *Дудик М. В., Максюта Д. І.* 574
МОДЕЛЬ ЗРУШЕННЯ МІЖФАЗНОЇ ТРИЩИНІ З КОНТАКТУЮЧИМИ БЕРЕГАМИ ВІД КУТОВОЇ ТОЧКИ ЛАМАНОЇ МЕЖІ ПОДІЛУ
126. *Глаш Н. Б.* 580
РЕКУРЕНТНЕ СПІВВІДНОШЕННЯ ДЛЯ МНОГОЧЛЕНІВ НАРАЯНА
127. *Колун Н. П.* 585
АСИМПТОТИЧНА ПОВЕДІНКА ОДНОГО КЛАСУ РОЗВ'ЯЗКІВ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ ВИЩИХ ПОРЯДКІВ З ПРАВИЛЬНО ТА ШВИДКО ЗМІННИМИ НЕЛІНІЙНОСТЯМИ У ПРАВИЙ ЧАСТИНІ
128. *Комарницький А. Л., Колмакова Л. Н., Юрченко М. А.* 588
РЕШЕНИЕ ДВУХИНДЕКСНОЙ БЕСКОНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ВИНЕРА-ХОПФА
129. *Малыхин Д. Г., Грицина В. М., Ковтун Г. П., Ковтун К. В.* 591
ТЕКСТУРНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПРОКАТКОЙ СПЛАВА Zr-2.5%Nb

МОДЕЛЬ ЗРУШЕННЯ МІЖФАЗНОЇ ТРІЩИНИ З КОНТАКТУЮЧИМИ БЕРЕГАМИ ВІД КУТОВОЇ ТОЧКИ ЛАМАНОЇ МЕЖІ ПОДІЛУ

Дудик Михайло Володимирович,

канд. фіз.-мат. наук, доцент

Максюта Дмитро Ігорович,

магістрант

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

м. Умань, Україна

Вступ. В механіці руйнування кусково-однорідних тіл значного поширення набула модель міжфазної тріщини, яка передбачає контакт берегів біля її вершин [1]. Але в рамках цієї моделі виникає питання про механізм поширення тріщини з контактуючими берегами. У зв'язку з цим актуальною є проблема визначення умов зрушення міжфазної тріщини з контактуючими берегами від кутової точки ламаної межі розділу двох різних однорідних ізотропних матеріалів. Розв'язання цієї проблеми вбачається в урахуванні утворення зони передруйнування на продовженні тріщини у з'єднувальному матеріалі з подальшим розривом міжчастинкових зв'язків у зоні та появою в ній мікротріщини, яка збільшується за розмірами аж до злиття з початковою тріщиною при збільшенні зовнішнього навантаження.

Мета роботи: побудова моделі початкового етапу поширення міжфазної тріщини з контактуючими берегами і вершиною у кутовій точці ламаної межі розділу двох різних матеріалів як результату розвитку зони передруйнування у з'єднувальному матеріалі на продовженні тріщини.

Матеріали і методи. В основу розв'язання сформульованої проблеми покладено наступні припущення:

1) вершина міжфазної тріщини, яка співпадає з кутовою точкою ламаної межі розділу, є концентратором напружень з відомим показником сингулярності [2];

2) з'єднувальний матеріал є менш тріщиностійким порівняно з матеріалами з'єднуваних частин тіла, тому у з'єднувальному матеріалі на продовженні тріщини біля її вершини при як завгодно малому навантаженні, у відповідності із загальними положеннями механіки руйнування твердих тіл, утворюється маломасштабна зона передруйнування;

3) використання моделі Леонова – Панасюка [3] для подання зони передруйнування лінією розриву нормального переміщення, на якій нормальне напруження дорівнює опору відриву σ_0 з'єднувального матеріалу;

4) врахування контакту берегів біля вершини тріщини; область контакту моделюється розрізом, береги якого взаємодіють за законом сухого тертя;

5) на початковому етапі процесу руйнування розміри зони передруйнування є малими, тому її довжина l вважається набагато меншою порівняно з довжинами тріщини та області контакту. Це дозволяє обмежитися вивченням напружено-деформованого стану лише в околі вершини і звести вихідну задачу до задачі про розрахунок параметрів маломасштабної зони передруйнування у з'єднувальному матеріалі у кусково-однорідній площині біля вершини півнескінченної міжфазної тріщини з контактуючими берегами, яка співпадає з кутовою точкою ламаної межі розділу (рис. 1);

б) використання методу зрощування асимптотичних розвинень для формулювання умови на нескінченності, який передбачає зшивання шуканого розв'язку на відстанях, значно більших за розміри зони передруйнування, з відомим асимптотичним розв'язком аналогічної задачі без зони [2].

Вказані припущення приводять сформульовану задачу до крайової задачі теорії пружності, яка за допомогою інтегрального перетворення Мелліна зведена до функціонального рівняння для трансформант нормального напруження і градієнта нормального переміщення на лінії з'єднання матеріалів, Його розв'язок отримано за допомогою методу Вінера – Гопфа із залученням деяких положень теорії функцій комплексної змінної.

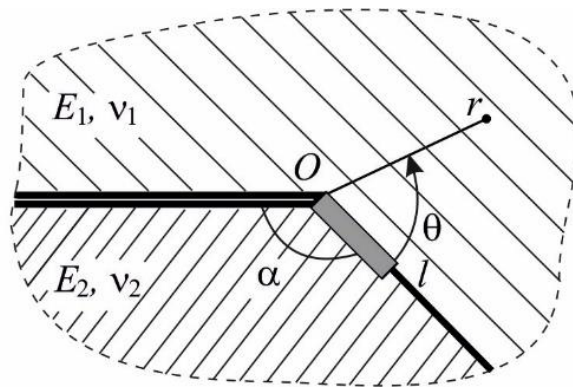


Рис. 1. Розрахункова модель кусково-однорідного тіла з міжфазною тріщиною і маломасштабною зоною передруйнування

Враховуючи вимогу обмеженості напружень в кінці зони передруйнування, з отриманого розв'язку функціонального рівняння знайдено вирази для довжини зони l і розходження її границь $\delta u(r)$. Запропоновано механізм зрушення тріщини, за яким спочатку відбувається розрив міжчастинкових зв'язків у зоні передруйнування (зародження вторинної мікротріщини) у місці максимального розходження берегів зони при досягненні ним критичного значення δu_c , що є характеристикою з'єднувального матеріалу (рис. 2). З умови максимуму розходження берегів зони передруйнування $\delta u(r)$ виведено рівняння для розрахунку відстані r_m , на якій можна очікувати зародження мікротріщини, а з умов $\delta u(r_1) = \delta u(r_2) = \delta u_c$ – рівняння для визначення положення кінців мікротріщини і її довжини $l_{micro} = r_2 - r_1$.

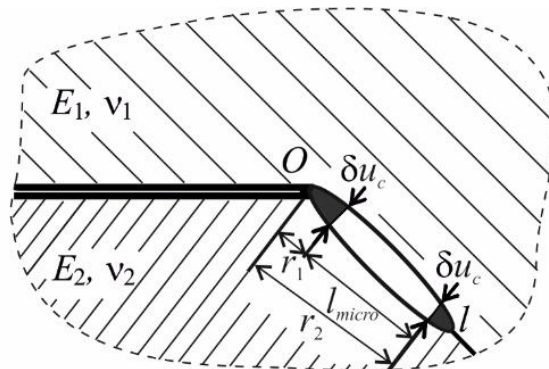


Рис. 2. Модель зони передруйнування з мікротріщиною

Результати та обговорення. Результати числових розрахунків параметрів зони передруйнування і мікротріщини подано на рис. 3 і 4. Зокрема, на рис. 3 показано залежності від безрозмірного параметра навантаження σ відносних довжин зони передруйнування $x = l/L$ (рис. 3.a, крива 1) і

мікротріщини $x_{micro} = (r_2 - r_1)/L$ (рис. 3.a, крива 2), відстаней r_m/L до положення максимального розходження меж зони (рис. 3.b, крива 1) і до положення вершин мікротріщини r_1/L (рис. 3.b, крива 3), r_2/L (рис. 3.b, крива 2) для окремих значень характеристик з'єднаних матеріалів, де L – довжина тріщини, кут зламу межі розділу $\alpha=210^\circ$, відношення модулів Юнга і коефіцієнти Пуассона з'єднаних матеріалів дорівнюють відповідно $E_1/E_2 = 0,5$ і $\nu_1 = \nu_2 = 0,3$, коефіцієнт тертя берегів тріщини $\mu = -1$; нормоване значення критичного розходження меж зони $\delta\tilde{u}_c = \frac{\delta u_c E_1}{2(1+\nu_1)L\sigma_0}$ дорівнює $\delta\tilde{u}_c = 1 \cdot 10^{-4}$.

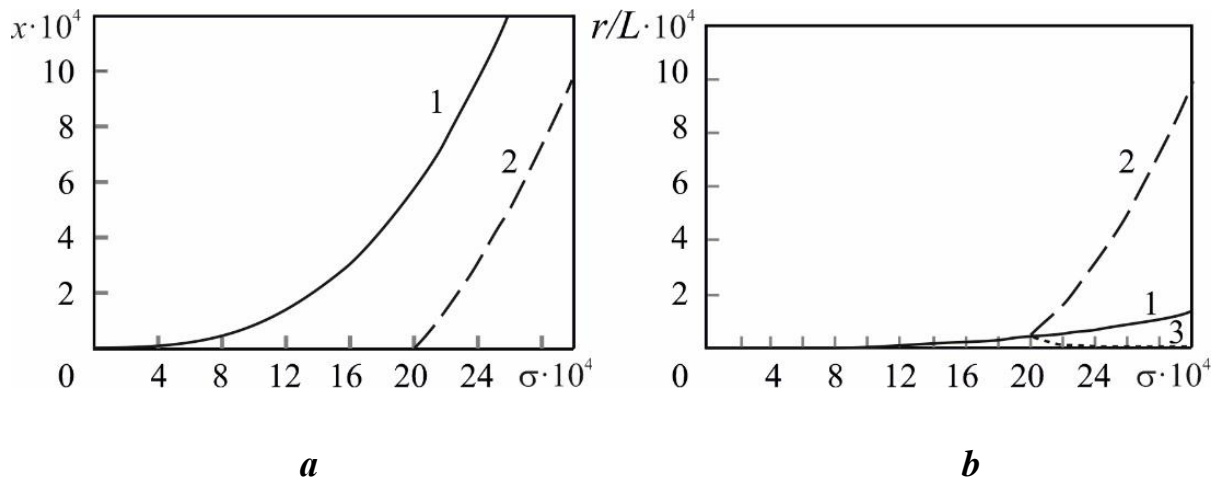


Рис. 3. Залежність від навантаження: a) відносних довжин зони передруйнування $x = l/L$ (крива 1) і мікротріщини $x_{micro} = (r_2 - r_1)/L$ (крива 2); b) відстаней r_m/L , r_2/L , r_1/L (криві 1, 2, 3 відповідно)

Згідно з результатами, наведеними на рис. 3.b, порівняно невелике збільшення навантаження супроводжується стрімким зближенням мікротріщини з вершиною первинної тріщини, що призводить до розкриття останньої, подальшого поширення шляхом злиття з мікротріщиною та можливого руйнування кусково-однорідного тіла шляхом його поділу по межі розділу матеріалів. Це припущення дозволяє оцінити граничне навантаження, при якому відбувається зрушення тріщини, за значенням граничного навантаження σ_c , що визначається з умови $\delta u(r_m) = \delta u_c$, якій відповідає зародження мікротріщини. Рис. 4.a-b демонструють, як залежать від кута зламу

межі розділу матеріалів нормоване граничне навантаження σ_c та відповідна йому відносна довжина зони передруйнування x_c . Розрахунки виконано для параметрів $E_1/E_2 = 0,5$, $\nu_1 = \nu_2 = 0,3$, $\delta\tilde{y}_c = 5 \cdot 10^{-3}$; суцільні лінії відповідають гладкому контакту берегів тріщини ($\mu = 0$), пунктирні – наявності тертя ($\mu = -1$).

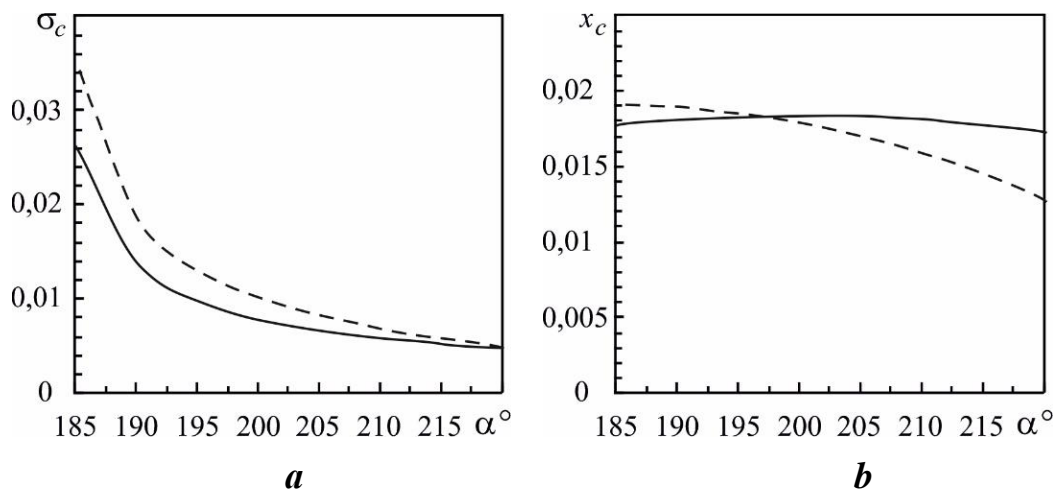


Рис. 4. Залежність від кута зламу межі розділу матеріалів:
a) безрозмірного граничного навантаження σ_c ; b) відносної довжин
зони передруйнування x_c

Висновки. Досліджено модель початкового етапу зрушення міжфазної тріщини з контактуючими берегами від кутової точки ламаної межі розділу двох різних однорідних ізотропних матеріалів, який вбачається в утворенні маломасштабної зони передруйнування на продовженні тріщини у з'єднувальному матеріалі з подальшим розривом міжчастинкових зв'язків у зоні та появою в ній мікротріщини, що збільшується за розмірами аж до злиття з початковою тріщиною при зростанні навантаження. Отримано аналітичний розв'язок задачі про розрахунок параметрів зони, з якого знайдені співвідношення, що визначають довжину і розходження меж зони. За допомогою деформаційного критерію сформульовано умову зародження мікротріщини в зоні передруйнування, яку використано для визначення граничного навантаження, що відповідає моменту зародження мікротріщини, та

для дослідження залежності її розмірів від навантаження. Виконано числовий розрахунок параметрів маломасштабної зони передруйнування і мікротріщини, аналіз яких привів до наступних висновків:

- Довжина зони передруйнування у з'єднувальному матеріалі і розходження її меж нелінійно зростають зі збільшенням стискального навантаження. Відстань від вершини початкової тріщини до точки максимального розходження берегів зони і величина цього розходження майже прямо пропорційні довжині зони передруйнування.

- Після досягнення критичного розходження берегів зони передруйнування відбувається утворення мікротріщини, довжина якої зі збільшенням навантаження зростає швидше, ніж довжина зони передруйнування. При цьому порівняно невелике збільшення навантаження супроводжується швидким зближенням мікротріщини з початковою тріщиною.

- Критичне навантаження, що відповідає моменту утворення мікротріщини, тим більше, чим сильніше відрізняються пружні характеристики з'єднаних матеріалів.

- Утворення зони передруйнування призводить до посилення концентрації напружень біля вершини тріщини, яке може бути усунуте деструкцією матеріалу в околі вершини тріщини.

Список використаних джерел

1. Comninou M. The Interface crack. *Trans. ASME. J. Appl. Mech.* 1977. Vol. 44. P. 631-636.

2. Дудик М. В., Решітник Ю. В., Феньків В. М. Асимптотичний аналіз напружено-деформованого стану біля вершини міжфазної тріщини, що виходить із кутової точки ламаної межі розділу матеріалів. *Вісник Запорізького національного університету. Фізико-математичні науки.* 2020. №1. С. 27-37.

3. Леонов М. Я., Панасюк В. В. Развитие мельчайших трещин в твердом теле. *Прикл. механика.* 1959. Т. 5, № 4. С. 391-401.