трудові колонії, професійно-технічні училища соціальної реабілітації, школи соціальної реабілітації).

Л. Штефан та Ю. Бекетова на основі аналізу історико-педагогічних джерел доводять, що, починаючи з 20–30 років XX сторіччя, головними суб'єктами соціально-педагогічного впливу на дітей з особливими потребами (тоді – «дефективних дітей») були працівники лікарсько-педагогічних кабінетів, кабінетів індивідуальної педагогіки та психологічних лабораторій, що існували при Психоневрологічних інститутах, які проводили діагностичну та консультаційну роботу з даною категорією дітей та їх сім'ями [3].

У січні 1925 року на базі Харківського лікарсько-педагогічного кабінету було організовано окремий дослідний дитячий будинок – установу (школа-клініка) науково-експериментального характеру для сліпоглухонімих дітей, що очолив І. Соколянський. Аналіз мети даної установи – «науково-педагогічне вивчення процесів розвитку сліпоглухонімих дітей та вдосконалення людського організму з метою «попередження його виродження, старіння й смерті» [3, с. 207] засвідчує важливість профілактики у роботі його фахівців.

Отже, спираючись на вищезазначене, можна стверджувати, що вже на початку XX сторіччя профілактика дезадаптації учнів з особливими потребами є одним із провідних напрямів соціально-педагогічної роботи.

Список використаних джерел

1. Енциклопедія для фахівців соціальної сфери / за заг. ред. проф. І. Д. Звєрєвої. Київ – Симферополь : Універсум, 2013. 536 с.
2. Скавронська О. М. Витоки ідеї організації соціально-педагогічної діяльності з неповнолітніми правопорушниками у вітчизняній педагогічній думці. Теорія та методика навчання та виховання. Харків : ХНПУ, 2014. Вип. 35. 160 с.
3. Штефан Л. А., Бекетова Ю. В. Зміст соціально-педагогічної роботи з дітьми «з особливими потребами» (історичний аспект). *Теорія та методика навчання та виховання*. Харків : ХНПУ, 2011. Вип. 29. С. 201–209.

Дмитро Максюта

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЧАТКОВОГО ЕТАПУ РУЙНУВАННЯ КУСКОВО-ОДНОРІДНОГО ТІЛА З МІЖФАЗНОЮ ТРІЩИНОЮ ПРИ СТИСКАННІ ВЗДОВЖ ПЛОЩИНИ ТРІЩИНИ

Однією з важливих проблем механіки деформованого твердого тіла є з'ясування механізму руйнування тіл при стисканні. До цього класу проблем відноситься задача про зрушення тріщини при стисканні тіла у напрямку, паралельному її берегам. Оскільки при такому навантаженні в

полі напружень в околі вершини тріщини відсутні сингулярні складові (коефіцієнти інтенсивності напружень дорівнюють нулю), це виключає можливість застосування критеріїв лінійної механіки руйнування. Подальше дослідження поведінки тріщини при стисканні тіл паралельно площині її розташування показали, що причиною руйнування тіл в даному випадку є втрата стану локальної рівноваги біля вершин тріщини [1]. Наслідком втрати стійкості може стати одночасний вигин берегів тріщини в різні сторони, в одну сторону з контактом берегів або в одну сторону з утворенням зазору між берегами. Ці процеси призводять до концентрації напружень та утворення зон передруйнування в околі вершин, що на даному етапі допускає застосування традиційних методів дослідження умов зрушення тріщини в рамках лінійної механіки руйнування.

Метою даної роботи є дослідження в умовах плоскої деформації початкового етапу процесу руйнування кусково-однорідного тіла при його стисканні вздовж плоскої межі розділу матеріалів, що містить міжфазну тріщину. Припускаючи, що внаслідок втрати стійкості рівноважного стану відбувається спільне викривлення берегів тріщини у бік менш жорсткого матеріалу, завдання зведено до розв’язання задачі про визначення напружено-деформованого стану в околі вершини міжфазної тріщини, розташованої на ламаній межі розділу двох різних однорідних ізотропних пружних матеріалів з модулями Юнга E_1, E_2 ($E_1 < E_2$) і сталими Пуассона ν_1, ν_2 відповідно. У свою чергу, вигин берегів тріщини призводить появи концентрації напружень і утворення зон передруйнування у тонкому шарі з’єднувального матеріалу в околі вершин, який передбачається менш тріщиностійким порівняно з матеріалами з’єднаних частин тіла (рис. 1*a*).

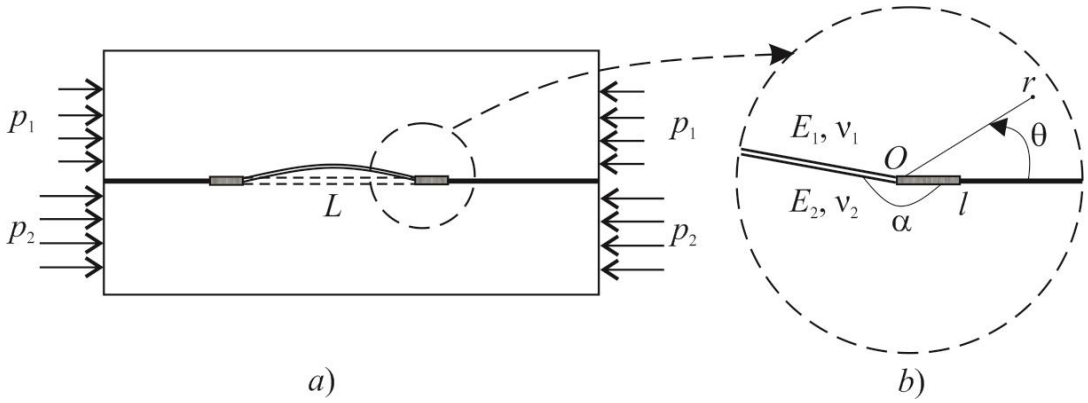

Рис. 1. Кусково-однорідне тіло з міжфазної тріщиною в умовах стискання (a) і розрахункова схема задачі (b).

На початковому етапі навантаження розміри зон передруйнування малі, тому довжину l кожної з зон вважатимемо набагато меншою порівняно з довжиною тріщини L. Це дозволяє обмежитися дослідженням напружено-деформованого стану тільки локальної області в околі однієї з вершин і звести вихідну задачу до задачі про розрахунок параметрів

маломасштабної зони передруйнування у з'єднувальному матеріалі біля вершини півнескінченної міжфазної тріщини у кусково-однорідній площині, що виходить з кутової точки ламаної межі розділу (рис. 1*b*). Оскільки розвиток тріщини відбувається за крихким механізмом, зону передруйнування моделювали прямою лінією розриву нормального переміщення, на якій нормальне напруження дорівнює опору відриву з'єднувального матеріалу σ_0. Припускається наявність контакту берегів тріщини з тертям за законом Кулона. Для формулювання умови на нескінченності використано метод зрощування асимптотичних розвинень, який передбачає зшивання на відстанях $l \ll r \ll L$ шуканого розв'язку з розв'язком аналогічної задачі теорії пружності без зони передруйнування [2].

Розв'язок сформульованої задачі знайдено за допомогою методу Вінера – Гопфа [4] подібно до розв'язання аналогічних рівнянь в роботах [3; 5]. З урахуванням умови обмеженості напружень в кінці зони передруйнування отримано рівняння для визначення довжини зони:

$$l = \left(\frac{2CF(\alpha)J(0)}{\sqrt{\pi}\sigma_0 K^+(-\lambda-1)J(\lambda)} \right)^{-1/\lambda},$$

$$J(x) \equiv G^+(-1-x) = \exp\left[\frac{1}{\pi} \int_0^\infty \frac{(x+1)\ln\left|G(it)\right| + t \cdot \arg\left(G(it)\right)}{t^2 + (x+1)^2} dt \right], \quad (1)$$

де $F(\alpha)$, $G(z)$, $K^+(z)$ – відомі функції, C – параметр зовнішнього навантаження, пропорційний коефіцієнту інтенсивності напружень, λ ($-1 < \lambda < 0$) – показник сингулярності напружень. Згідно з (1), довжина зони передруйнування нелінійно зростає зі збільшенням зовнішнього навантаження, якому множник C є прямо пропорційним. Крім того, довжина зони передруйнування тим більша, чим менший опір відриву з'єднувального матеріалу σ_0.

З розв'язку задачі знайдено величину розходження меж зони $\delta u(r,0)$, яку використано у деформаційному критерії утворення в ній вторинної мікротріщини (рис. 2). Запропоновано механізм зрушення вихідної тріщини, який передбачає її злиття зі зростаючою мікротріщиною при збільшенні навантаження. Аналогічний механізм зрушення міжфазної тріщини в умовах зсувних навантажень описаний в [3].

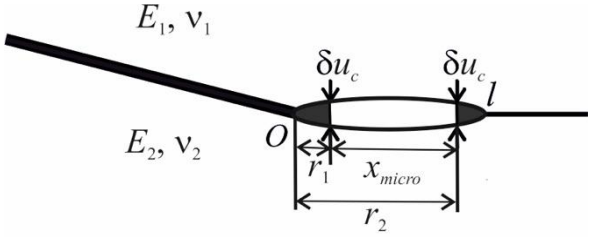

Рис. 2. Модель структури зони передруйнування з мікротріщиною

Числові розрахунки параметрів маломасштабної зони передруйнування і мікротріщини та аналіз їх результатів привів до наступних висновків:

- Дія стискального навантаження вздовж плоскої межі розділу матеріалів кусково-однорідного тіла, що містить міжфазну тріщину, призводить до відхилення берегів тріщини в сторону менш жорсткого матеріалу на кут, що зростає зі збільшенням навантаження. Величина кута відхилення тим більша, чим більше відрізняються пружні характеристики з'єднаних матеріалів.
- Довжина зони передруйнування у з'єднувальному матеріалі і розходження її меж нелінійно зростають зі збільшенням стискального навантаження. Відстань від вершини вихідної 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 внаслідок деструкції матеріалу в околі вершини тріщини.

Список використаних джерел

1. Гузь А. Н. О построении основ механики разрушения материалов при сжатии вдоль трещин (обзор). *Прикладная механика.* 2014. Т. 50, № 1. С. 5–88.
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. Камінський А. О., Дудик М. В., Кіпніс Л. А. Дослідження зони передруйнування біля вершини міжфазної тріщини у пружному тілі при зсуві в рамках комплексної моделі. *Мат. методи та фіз.-мех. поля*. 2014. Т. 57, № 4. С. 95–108.
4. Нобл Б. Применение метода Винера-Хопфа для решения дифференциальных уравнений в частных производных. Москва: Изд-во иностр. лит., 1962. 279 с.
5. Dudyk M. V., Kipnis L. A. Model of the structure of the near tip area of interface crack in a piece-homogeneous elastic-plastic body. *Strength, Fracture and Complexity*. 2018. Vol. 11, №. 1. P. 31–50.