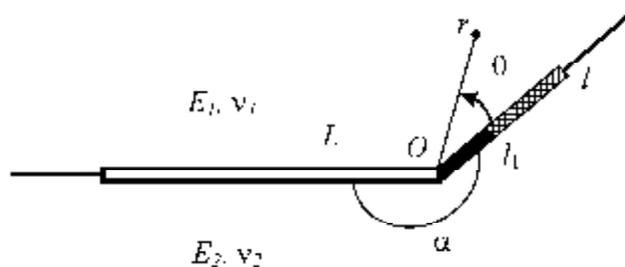


МОДЕЛЬ ЗОНИ ПЕРЕДРУЙНУВАННЯ З ЛІНІЙНИМ ЗМІЦНЕННЯМ

Актуальною проблемою механіки руйнування є дослідження напружено-деформованого стану біля різноманітних дефектів структури твердих тіл, таких як тріщини, вклучення, вирізи, кутові точки тощо, які є концентраторами напружень. Високий рівень напружень біля концентраторів приводить до утворення в їх околі зон передруйнування, врахування яких є необхідним для коректного передбачення умов граничної рівноваги тіл. Численні роботи присвячені розрахункам зон передруйнування в рамках моделі Леонова-Панасюка-Дагдейла. В ній зона передруйнування моделюється лінією розриву нормального переміщення, на якій задано деяке стале значення нормального напруження, характерне для матеріалу, з якого виготовлено тіло. Проте, така модель не враховує особливості структури зони і розподілу напружень в ній.

В даній роботі отримано розв'язок задачі про розрахунок в умовах плоскої деформації початкової зони передруйнування з лінійним зміцненням в кінці міжфазної тріщини, що виходить з кутової точки межі розділу двох різних пружних середовищ. Припускається, що у випадку меншої тріщиностійкості з'єднувального матеріалу порівняно з матеріалами з'єднаних частин тіла зона передруйнування довжиною l поширюється з кутової точки вздовж межі розділу у тонкому шарі з'єднувального матеріалу і містить зону розпушення довжиною l_1 (див. рисунок).



Нехтуючи товщиною з'єднувального шару і деформаціями зсуву, моделюємо зону лінією розриву нормального переміщення, на якій задано лінійний розподіл напружень. Береги тріщини приймаються вільними від навантаження. На межі розділу, за винятком зони передруйнування, передбачаються умови неперервності напружень і переміщень. Довжина зони вважається значно меншою від довжини тріщини і розмірів тіла, що відповідає початковому етапу її розвитку, тому розв'язок задачі на відстанях, значно більших за довжину зони передруйнування, але значно менших від довжини тріщини, повинен переходити у асимптотичний розв'язок біля вершини тріщини аналогічної задачі без зони передруйнування [2]. Це

дозволяє сформулювати на нескінченості умову, яка враховує будову тіла і величину та конфігурацію зовнішнього силового поля.

Розв'язок відповідної крайової задачі було знайдено методом Вінера-Хопфа у поєднанні з апаратом інтегрального перетворення Мелліна та деяких положень теорії функцій комплексної змінної аналогічно розв'язку подібної задачі з рівномірними розподілом напружень в зоні [3]. З нього з використанням умови рівності нулю коефіцієнта інтенсивності напружень в кінці зони передруйнування та додаткової умови рівності її розкриття в кінці зони розпушення критичному значенню δc була отримана система трансцендентних рівнянь для визначення їх довжин.

Виконані числові розрахунки показали, що розміри зони передруйнування і її складової частини – зони розпушення – тим більші, чим більшим є відношення $\sigma_{0,2}/\sigma_c$, досягаючи найбільших значень при $\sigma_{0,2} = \sigma_c$, що відповідає пружно-пластичному матеріалу без зміцнення. При цьому розмір зони розпушення виявився досить значним і складав від 0,6 до 0,9 довжини всієї зони передруйнування в залежності від конфігурації навантаження.

Розміри зони передруйнування і зони розпушення нелінійно ростуть з ростом зовнішнього навантаження. При цьому швидкість зростання довжини зони передруйнування при збільшенні навантаження при $\sigma_{0,2} = \sigma_c$ вища, ніж при $\sigma_{0,2} < \sigma_c$.

З розрахунків випливає, що розміри зони передруйнування і зони розпушення слабо залежать від параметра l/c . Довжина зони передруйнування суттєво залежить від кута розхилу межі розділу середовищ α . Виявлено, що існує такий граничний кут розхилу α_{gr} , що при кутах $\alpha < \alpha_{gr}$ довжина зони передруйнування тим більша, чим більший кут розхилу, незалежно від параметра q , тоді як при $\alpha > \alpha_{gr}$ у залежності довжини зони від α спостерігається максимум. Довжина зони розпушення росте майже пропорційно довжині зони передруйнування: їх відношення повільно змінюється із зміною кута розхилу середовищ і лежить в межах від 0,6 до 0,9.

З розв'язку рівняння Вінера-Хопфа задачі знайдено вирази для компонент напружень в околі вершини міжфазної тріщини, що виходить з кутової точки межі розділу середовищ, та виконано аналіз напружено-деформованого стану після утворення зони передруйнування. Виявлено, що поява зони передруйнування зменшує ступінь сингулярності напружень, зокрема, усуває фізично некоректні просторові осциляції, які передбачає модель міжфазної тріщини без зони. Проте, вплив зони розпушення на показник сингулярності в рамках розглянутої моделі відсутній.

Отримані результати в цілому узгоджуються з результатами інших теоретичних та експериментальних досліджень. Вони можуть бути використані в інженерних розрахунках напружено-деформованого стану композитних матеріалів з міжфазними тріщинами та передбаченню граничних навантажень в них.

Список використаних джерел

1. Панасюк В. В., Панько І. М. Гранична рівновага тіла з урахуванням особливостей розподілу напружень біля її вершини // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2005. – № 4. – С. 5–8.
2. Діхтяренко Ю. В. Особливості напруженого стану в околі кутової точки межі розділу середовищ, з якої виходить міжфазна тріщина // Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: Материалы XIX Междунар. науч. школы. – Симферополь: Таврич. нац. ун-т, 2009. – С. 98–100.

Дудик М. В., Діхтяренко Ю. В. Розвиток зони передруйнування від міжфазної тріщини у кутовій точці межі розділу двох пружних середовищ // Мат. методи та фіз.-мех. поля. – 2011. – Т. 54. – № 2. – С. 103–114.