

УДК 539.375

ПРО ОСОБЛИВОСТІ ТОНКОЇ СТРУКТУРИ ВЕРШИНИ МІЖФАЗНОЇ ТРІЩИНИ В УМОВАХ ПЕРЕВАЖАЮЧИХ РОЗТЯГУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Кіпніс¹ Л.А., Дудик¹ М.В., Дякон² В.М.

*¹Уманський державний педагогічний університет, Умань, Україна
e-mail: dudik_m@hotmail.com*

*²Уманський відокремлений підрозділ Європейського університету
e-mail: valera_dok@pochta.ru*

Модель М.Комніноу міжфазної тріщини передбачає існування біля її вершини області контакту берегів, розмір якої залежить від конфігурації і не залежить від модуля прикладеного навантаження [1]. При переважанні у зовнішньому навантаженні розтягувальних зусиль розміри контактної зони очікуються значно меншими від розмірів пластичної зони, яка утворюється біля вершини тріщини внаслідок концентрації напружень в її околі. Проте, поява пластичної зони змінює напружено-деформований стан біля вершини і в свою чергу впливає на розміри контактної зони. Крім того, згідно з емпіричними даними у прилеглій до вершини тріщини області матеріалу виникає маломасштабна зона деструкції з дуже високим рівнем зсувних і відривних деформацій. У зв'язку з цим пропонується комплексна модель міжфазної тріщини, яка передбачає наступну структуру області в околі вершини [2, 3]: з вершини у більш пластичний матеріал композитного з'єднання поширюється вузька бічна пластична зона, що містить у привершинній частині дуже малу зону деструкції, та виникає область контакту берегів, розміри якої менші від розмірів пластичної смуги, але більші за розміри зони деструкції. Їх параметри в умовах плоскої деформації визначаються у даній роботі за умови, що розміри пластичної зони є значно меншими від розмірів тріщини.

У відповідності з гіпотезою локалізації пластичну зону в рамках моделі Леонова-Панасюка-Дагдейла подано лінією розриву дотичного переміщення, а зону передруйнування – відрізком цієї лінії, на якій зазнають розрив як дотичне, так і нормальне переміщення. З урахуванням співвідношення розмірів елементів тонкої структури вершини міжфазної тріщини така модель допускає отримання точного аналітичного розв'язку методом Вінера-Хопфа із залученням теорії функцій комплексної змінної. Розрахунок структури привершинної області зведено до послідовного розв'язання трьох окремих, проте взаємопов'язаних задач: про бічну маломасштабну пластичну зону, що виходить з вершини міжфазної тріщини під кутом до межі поділу матеріалів, про маломасштабну область контакту берегів біля вершини тріщини при наявності значно більшої за розмірами

пластичної зони та задачі про зону деструкції у малій частині пластичної зони.

Виконано числовий аналіз параметрів тонкої структури вершини міжфазної тріщини від зовнішнього навантаження, тертя та пружних характеристик з'єднаних матеріалів. Встановлено, що завдяки утворенню біля вершини тріщини бічної пластичної зони при переважаючих відривних навантаженнях довжина контактної зони стає залежною не лише від конфігурації, але й від модуля навантаження, при цьому її значення на кілька порядків виявляється більшим, ніж у випадку, якби пластична зона була відсутня. Довжина контактної зони є екстремально малою для матеріалів з близькими значеннями модулів пружності з'єднаних матеріалів. Виявлено, що при наближенні до вершини тріщини послідовно відбувається зниження рівня сингулярності напружень на відстанях, менших ніж пластична зона, потім значне зростання на відстанях менших від розмірів контактної зони і знову спадання до найнижчого значення на відстанях значно менших від розмірів зони деструкції.

1. Comninou M., Schmueser D. The Interface Crack in a Combined Tension-Compression and Shear Field // Transactions of the ASME. Journ. of Applied Mechanics. – 1979. – 46, No. 6. – P.345-348.
2. Каминский А.А., Кипнис Л.А. О комплексной модели зоны предразрушения в конце трещины на границе раздела упругих сред // Доповіді НАН України. – 2010. - №2. – С.59-63.
3. Каминский А.А., Кипнис Л.А. О страгивании трещины, расположенной на границе раздела упругих сред // Доповіді НАН України. – 2011. - №1. – С.38-43.

ABOUT FEATURES OF THIN STRUCTURE OF THE INTERFACIAL CRACK TIP IN THE CONDITIONS OF PREVAILING TENSILE LOADING

The complex model of interfacial crack is extended, which foresees the existence near the tip of the contact lips area interactive by the law of dry friction and the lateral plastic zone with the small scale destruction zone in adjoining the crack tip part with the high level of tensile and shear deformations. Modeling a plastic zone under the plane strain conditions by the line of displacement rupture and using the Wiener-Hopf method the equations for calculating the sizes of plastic zone, of the contact lips area and of the destruction zone, the stress singularity indexes near the crack tip under the conditions of the prevailing tensile loading were obtained. The numerical analysis of the dependence of thin structure parameters of the interfacial crack tip on the external loading, friction and elastic characteristics of the joined materials is executed.