

PERIODICKÁ ŘADA KOLINEÁRNÍCH TRHLIN ODDĚLENÝCH KRUHOVÝMI ELASTICKÝMI INKLUZEMI

Část I: Fundamentální řešení pro dislokaci mezi dvěma inkluzemi

Tomáš Profant*, Michal Kotoul*

Práce se zabývá lomově mechanickým problémem pro periodickou řadu trhlin v matici kompozitu, přičemž vrcholy trhlin mohou obecně ležet na rozhraní matrice a inkluzí s odlišnými elastickými konstantami. Úloha se řeší pomocí techniky spojitě rozdělených dislokací Buecknerova principu. V první části se odvozuje aproximativní řešení pro jednu dislokaci ležící v obecném bodě mezi inkluzemi. Využívá se technika Muschelišviliho potenciálů a Galerkinova metoda pro numerické stanovení koeficientů vhodně volených bázevých funkcí. Na rozdíl od řešení autorů [1] vede tento postup k matematicky schůdnějším vztahům, které nebrání dalšímu modelování. V části II se pak aplikuje řešení pro jednu dislokaci v distribuci spojitě rozdělených dislokací modelujících trhlinu.

Klíčová slova: částicové kompozity, spojitě rozdělené dislokace, interakce trhlina-inkluzie

1. Úvod

V lomové mechanice kompozitních materiálů významnou roli hraje modelování interakce trhliny s částicemi sekundární fáze, které mají odlišné elastické, tepelné aj. vlastnosti než materiál matrice. Ukazuje se, že lomové vlastnosti kompozitních materiálů závisí na souhře mnoha faktorů, mezi které patří již zmíněné interakce trhlin s nehomogenitami, vlastnosti materiálových rozhraní, zbytková napětí, intrinsické lomové vlastnosti jednotlivých složek a charakter zatěžování. Pro díly zhotovené z kompozitů s křehkou maticí je často typická vysoká koncentrace mikrotrhlin, které vznikají již při vlastní výrobě nebo při zatěžování. Za jistých okolností může být jejich účinek z hlediska výsledného lomového chování dokonce pozitivní. V případě šíření hlavní trhliny se často vyskytuje stav, kdy se trhlina rozšíří pouze v křehké matici a její líce přemostují neporušené částice (vlákna) druhé fáze. Pokud nedochází k dekohezi rozhraní matrice/částice(vlákno) nebo k porušení vláken mimo rovinu hlavní trhliny a k jejich následnému vytahování z matrice, nabízí se modelovat takto přemostěnou hlavní trhlinu pomocí řady kolineárních mikrotrhlin oddělených sekundárními částicemi. Z lomově mechanického hlediska se jedná o značně komplikovaný problém interakce samotných inkluzí, interakce mikrotrhlin s inkluzemi a interakce mikrotrhlin navzájem, přičemž se současně mění charakteristiky popisující lokální rozložení napětí v okolí kořenů mikrotrhlin, které je typu $1/r^p$. r je vzdálenost od kořene trhliny a exponent singularity $0 < p < 1$ závisí na materiálových vlastnostech matrice a inkluzí. Jako schůdná cesta pro analytické řešení se jeví technika spojitě rozdělených dislokací v kombinaci s Buecknerovým

* Ing. T. Profant, doc. RNDr. M. Kotoul, DrSc., Ústav mechaniky těles, FSI VUT v Brně, Technická 2, 616 69 Brno