

Solutions of Dissimilar Material Singularity and Contact Problems

Abstract

Due to the mismatch of the material properties of joined components, after a homogeneous temperature change or under a mechanical loading, very high stresses occur near the intersection of the interface and the outer surface, or near the intersection of two interfaces. For most material combinations and joint geometries, there exists even a stress singularity. These high stresses may cause fracture of the joint. The investigation of the stress situation near the singular point, therefore, is of great interest. Especially, the relationship between the singular stress exponent, the material data and joint geometry is important for choosing a suitable material combination and joint geometry. In this work, the singular stress field is described analytically in case of the joint having a real and a complex eigenvalue. Solutions of different singularity problems are given, which are two dissimilar materials joint with free edges; dissimilar materials joint with edge tractions; joint with interface corner; joint with a given displacement at one edge; cracks in dissimilar materials joint; contact problem in dissimilar materials and logarithmic stress singularity. For an arbitrary joint geometry and material combination, the stress singular exponent, the angular function and the regular stress term can be calculated analytically. The stress intensity factors for a finite joint can be determined applying numerical methods, e.g. the Finite Element Method (FEM). The method to determine more than one stress intensity factor is presented. The characteristics of the eigenvalues and the stress intensity factors are shown for different joint conditions.

Lösungen für Spannungssingularitäts- und Kontaktprobleme in Stoffverbunden

Zusammenfassung

In Stoffverbunden entstehen aufgrund der unterschiedlichen Materialeigenschaften bei mechanischer Belastung oder nach einer Temperaturänderung hohe Spannungen in der Nähe des freien Randes der Grenzfläche oder in der Nähe einer inneren Ecke. In den meisten Fällen treten Spannungssingularitäten auf, die zum Versagen des Bauteils führen können. Die genaue Berechnung des Spannungsfeldes und der Einfluss der Materialeigenschaften und der Geometrie des Verbundes auf die Spannungen ist von großer

Bedeutung für die Werkstoffauswahl und die geometrische Gestaltung des Verbundes. Die Spannungen im Nahfeld werden in analytischer Form für reelle und komplexe Eigenwerte dargestellt. Lösungen für verschiedene Probleme werden angegeben: Zweistoffverbunde mit freien Rändern oder mit belasteten Rändern, Verbunde mit inneren Ecken, Verbunde mit vorgegebener Verschiebung am Rand, Risse in Stoffverbunden, Kontakt von zwei verschiedenen Werkstoffen. Logarithmische Spannungssingularität wird auch berücksichtigt. Die Singularitätsexponenten, die Winkelfunktionen und der bei thermischer Belastung auftretende reguläre Spannungsterm können analytisch berechnet werden. Der Spannungsintensitätsfaktor wird mit der Methode der Finiten Elemente berechnet. Dies ist auch möglich, wenn mehrere singuläre Terme auftreten. Die Eigenschaft der singulären Spannungsexponenten und der Spannungsintensitätsfaktoren werden für Stoffverbunde mit verschiedenen Randbedingungen aufgezeigt.