

اسم الطالب: حسنين ابراهيم خلف
اسم المشرف: أ.م.د. امين احمد نصار
الشهادة: الدكتوراه

الكلية: الهندسة
القسم: الميكانيك
التخصص: ميكانيك تطبيقي
عنوان الأطروحة:

تحليل نمو الشق في المعادن المتجانسة والغير متجانسة باستخدام تقنيات عملية ونظرية العناصر المحددة الممتدة

ملخص الأطروحة:

يعتبر معامل شدة الاجهاد ومعامل نمو الشق من العوامل ذات الاهمية القصوى التي تؤثر على عملية الفشل والكسر في الاجزاء الميكانيكية. ان تحديد عملية نمو الشق باستخدام نظرية العناصر المحددة الممتدة عملية معقدة وتحتاج الى وقت كبير للحسابات. تعتبر طريقة العناصر المحددة الممتدة من افضل الطرق الحديثة التي تم فيها معالجة وحل الشقوق الموجودة في الاجزاء الميكانيكية وبدون الحاجة الى عملية اعادة ترتيب شبكة العناصر المحددة. ولقد تم اعتماد هذه الطريقة في الدراسة الحالية بالإضافة الى تقنية الاغناء الموقعي. لقد تم دراسة عوامل شدة الاجهاد للطورين الاول والثاني باستخدام نظرية العناصر المحددة الممتدة لحالات ثنائية وثلاثية الابعاد للمواد المتجانسة والمواد الغير متجانسة. بالنسبة للمواد المتجانسة فقد تم حساب الطور الاول لشدة الاجهاد وحالات شقوق مختلفة مثل الشقوق المركزية والشقوق الطرفية والشقوق المركزية المائلة. لقد تم التحقق من النتائج المستحصلة من نظرية العناصر المحددة الممتدة باستخدام التجارب العملية ولكافة الحالات. لغرض حساب طوري معامل شدة الاجهاد تم اعتماد عينات دراسة لشقوق مركزية مائلة بزوايا (15° , 30° , 45° , 60° , 75°) عملياً ونظرياً وقد وجد تطابق جيد جداً بين النتائج النظرية والعملية. لغرض دراسة عملية نمو الشقوق تم اعتماد حالات دراسة لشقوق ذات ابعاد ومواقع وزوايا مختلفة ومن ثم التحقق من النتائج النظرية مختبرياً. من جهة اخرى، بواسطة استخدام برنامج الماتلاب، تم تحسين تحليل الشرخ في تطبيقات المواد المتدرجة وظيفياً ضمن شروط معينة بواسطة طريقة العناصر المحددة الممتدة تم استخدام شبكه عقد نوع T3، و تقنية المثلث الفرعية لتوزيع نقاط التكامل العددي عند منطقه الشرخ تم استخدامها. كذلك تم تطبيق طريقة التفاعل التعارضى Incompatible Interaction Integral لحساب معاملات تركيز الاجهاد. اثبت التمثيل العددي الجديد دقته باقل عدد من العقد بالمقارنه مع عدد من المصادر. تم مقارنة نتائج مشاكل الكسر الميكانيكي الخطي LEFM مع المصادر ذات العلاقه، والتي تبين الاعتمادية، والاستقرار، وكفاءة الطريقة العدديه XFEM مع التقنيات الاخرى المستخدمه. لقد تم التحقق من ان طريقة العناصر المحددة الممتدة وتقنية الاغناء الموقعي طرق فعالة لمعالجة التشققات التي يمكن ان توجد في الاجزاء الميكانيكية وعملية نمو هذه الشقوق.

College: Engineering
Department: Mechanical Engineering
Certificate: Ph.D

Student Name: Hassanein Ibraheem Khalaf
Names of Supervision: Assist Prof. Dr. Ameen Ahmed Naser
Specialization: Applied Mechanics

Title of Thesis:

Crack Propagation Analysis In Isotropic and Anisotropic Materials by Using Experimental and Extended Finite Elements (XFEM) Techniques

Abstract of Thesis:

Stress Intensity Factor and Crack propagation are of extreme importance in characterizing the failure in mechanical parts containing cracks and subjected loading conditions. The modeling of crack propagation using traditional finite element method is a difficult task and may require re-meshing which is a time consuming and not obvious.

A new concept termed Extended Finite Element Method (XFEM), where the singularities and geometric discontinuities, are numerically represented through adding new terms to the shape functions. XFEM is used in the present study along with a new technique which is Local Enrichment Technique (LET) to analyze crack propagation problems without the need for re-meshing.

Stress intensity factors K_I and K_{II} were evaluated using XFEM and LET in 2-D and 3-D for both isotropic and anisotropic materials. For isotropic materials first mode of K_I is computed for single edge cracked, double edge cracked and central cracked cases using Abaqus 6.13. The results were verified experimentally using carbon steel specimens with central cracked and double edge cracks and there was excellent match with the results obtained from Abaqus 6.13.

In order to calculate the two modes of stress intensity factor K_I and K_{II} an oblique central cracked case studies with (15° , 30° , 45° , 60° , 75°) were evaluated using Abaqus 6.13 and verified experimentally. The experimental results were found to be of a very good agreement with the numerical results.

To study crack propagation in different crack sizes geometries and orientations, CCT, SECT, DECT and OCCT case studies were solved numerically and verified experimentally. The OCCT cases have crack with angles (0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75°).

In other hand, by use Matlab program the development of crack analysis of FGMs Plates with certain condition is done by XFEM. XFEM is applied to use the T3-element, sub-triangle technique for the numerical integration, with proper enrichment functions in the crack location has significantly increased the accuracy of the solution. The triangulation (element and technique) substantially improves the accuracy of integration by increasing the order of DOFs/ Gauss quadrature. The use of the interaction integral method with the mode of the incompatibility provides very accurate answers for the values of SIFs.

The use of XFEM and LET in FEM solution gave more accurate representation of the crack, which leads to more accurate results in the calculation of K_I and K_{II} and better estimation of the crack propagation.