MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DJILLALI LIABES SIDI BEL ABBES

FACULTE DE TECHNOLOGIE

RESUME DE THESE DE DOCTORAT

Nom & Prénom(s)	DJEBLI Abdelkader
E-mail (obligatoire)	djebliabdelkader@yahoo.fr
Spécialité	Génie mécanique
Titre	Etude des mécanismes d'endommagement par fatigue d'un matériau Polymère : Cas du PEHD
Date de soutenance	22/06/2014
Nom, prénom(s) et grade de l'encadreur	AID ABDELKRIM Maitre de conférences 'A'

Résumé :

L'utilisation des canalisations en polyéthylène haute densité (PEHD) est très répandue dans le domaine des transports des fluides. Pour ce type d'application, la connaissance précise du comportement du matériau utilisé est d'une importance majeure. Lorsqu'il est soumis à une sollicitation mécanique statique ou cyclique, le PEHD s'endommage par création de microcavités qui peuvent aboutir à l'amorçage de fissures menant à sa rupture.

La fatigue est une détérioration des matériaux par un cumul des dommages localement sous l'effet des sollicitations répétées. L'étude de ce phénomène fait l'objet de cette thèse de recherche, recherches à travers lesquelles, il est certain que la contrainte de rupture en fatigue est très en deçà de la contrainte à rupture en statique. Les études concernant la durée de vie des métaux en fatigue à grand nombre de cycle sont actuellement très abouties et permettent une bonne compréhension des mécanismes de fatigue et un dimensionnement des pièces métalliques fiable et sûr. Cependant ces conclusions ne peuvent pas être transposées aux matériaux polymères car ils sont sollicités dans le domaine viscoélastique même pour les essais d'endurance. Dans ces domaines, il s'avère que les polymères présentent des dissipations d'énergies par frottements internes qui causent l'échauffement du matériau. De plus les polymères sont des isolants thermiques, donc les échanges de chaleur avec l'environnement sont faibles.

Au cours des travaux réalisés dans cette thèse, nous avons pu valider quelques lois de cumul de dommage destinées originellement aux matériaux métalliques. Les résultats obtenus sont prometteurs qualitativement, car, ouvrant des voies vers une modélisation spécifique aux matériaux polymères, particulièrement le PEHD en tant que matériau type des semicristallins.

Mots clés :

PEHD-100, Matériaux polymères, semicristallin, Fatigue, Endommagement, Cavitation, Cumul d'endommagement, Viscoélasticité.

Abstract

The use of high density polyethylene pipe (HDPE) is widespread in the field of transport of fluids. For this type of application, the precise knowledge of the behavior of the material used is of major importance. When subjected to static or cyclic mechanical stress, the HDPE being damaged by the creation of microcavities which can result in crack initiation leading to its failure.

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DJILLALI LIABES SIDI BEL ABBES

FACULTE DE TECHNOLOGIE

RESUME DE THESE DE DOCTORAT

Fatigue is a deterioration of materials by a locally accumulated damage as a result of repeated stress. The study of this phenomenon is the subject of this thesis research, research, through which, it is certain that the tensile fatigue is well below the static stress rupture. Studies on the life of metal fatigue are being very accomplished and allow an understanding of the mechanisms of fatigue and design of safe and reliable metal parts. However, these findings cannot be transposed to polymeric materials because they are solicited in the viscoelastic domain even for endurance testing. In these areas, it appears that the polymers exhibit dissipation of energy by internal frictions that cause heating of the material. Moreover, the polymers are thermal insulators, so the heat exchange with the environment is low.

Over the work in this thesis, we were able to validate some accumulation damage's laws, originally proposed for metallic materials. The results are qualitatively promising because, opening pathways to specific modeling polymer materials, particularly HDPE as a type of semi-crystalline material.

Keywords :
HDPE-100, polymeric materials, semicrystalline, Fatigue, Damage, Cavitations, cumulative damage, viscoelasticity.

ملخص

استخدام أنابيب البولي اثيلين عال الكثافة (HDPE) اصبح على نطاق واسع في مجال نقل السوائل. لهذا النوع من التطبيق، المعرفة الدقيقة لسلوك المواد المستخدمة هي ذات أهمية كبرى. عندما تتعرض لإجهاد ميكانيكي ثابت أو دوري، فإن المادة تتعرض للتلف الناتج عن خلق تجاويف صغيرة التي يمكن أن تمهد إلى تكوين شقوق مما يؤدي إلى التحطم.

التعب هو تدهور المواد بسبب الأضرار المتراكمة محليا نتيجة الإجهاد المتكرر. دراسة هذه الظاهرة هو موضوع هذه الأطروحة البحثية، التي من خلالها، بات من المؤكد أن إجهاد الانكسار تحت الكلال (التعب) هو أقل بكثير من إجهاد الشد الثابت. إن الدراسات المتعلقة بدورة حياة الكلال الخاصة بالمواد المعدنية هي كثيرة الآن بحيث تسمح بفهم آليات الكلال لتصميم الأجزاء المعدنية بطريقة آمنة وموثوق بها.

ومع ذلك، فإن هذه النتائج لا يمكن نقلها إلى المواد البولي مرية لأنها تعمل في مجال المرونة اللزجة حتى بالنسبة لاختبار القدرة على تحمل الكلال. في هذا المجال يبدو أن البولي مرات تبدي تبديدا للطاقة من خلال الاحتكاك الداخلي الذي يتسبب في التسخين المحلي للمادة. أضف إلى ذلك كون المواد البولي مرية هي عازلة حرارية بالتالي فإن التبادلات الحرارية مع المحيط تكون ضعيفة.

من خلال الأعمال المنجزة في هذه الأطروحة، كنا قادرين على التحقق من قابلية تطبيق بعض قوانين الضرر التراكمي المقترحة للمواد المعدنية. النتائج التجريبية المتحصل عليها تبدو واعدة نوعيا، مما يفتح لنا آفاق وقنوات لنمذجة وطرح أو ملائمة القوانين المجربة في هذه الأطروحة للمواد البولي مرية وبالخصوص البولي إثيلان عالي الكثافة بصفته نموذج للشبه بلوري.

كلمات مفتاحيه

البولي إثيلان عالي الكثافة - المواد البولي مرية - شبه بلوري – الكلال - الضرر – تجاويف - الضرر التراكمي - المرونة اللزجة.