

Sommaire :

1. Introduction au vieillissement des polymères

- Définition du vieillissement des matériaux polymères
- Distinction entre vieillissement physique et chimique
- Importance industrielle et enjeux de durabilité
- Place de l'oxydation dans les mécanismes de dégradation

2. Fondements de l'oxydation des polymères

- Réactivité de l'oxygène avec les chaînes polymères
- Formation de radicaux libres
- Mécanismes généraux d'auto-oxydation
- Étapes : initiation, propagation, terminaison

3. Cinétique et mécanismes réactionnels

- Lois cinétiques du vieillissement oxydant
- Rôle de la température et de la diffusion de l'oxygène
- Compétition entre réactions chimiques et transport
- Effets de l'épaisseur des matériaux

4. Produits de dégradation et transformations chimiques

- Formation de groupements carbonylés, hydroperoxydes, etc.

- Rupture de chaînes et réticulation
- Modifications de structure moléculaire
- Conséquences sur la masse molaire

5. Conséquences physico-mécaniques du vieillissement

- Fragilisation des matériaux
- Perte de ductilité et d'élasticité
- Modification des propriétés mécaniques (module, résistance)
- Altération des propriétés thermiques et optiques

6. Facteurs influençant le vieillissement oxydant

- Température, oxygène, lumière (photo-oxydation)
- Contraintes mécaniques et environnement (humidité, agents chimiques)
- Structure chimique des polymères
- Additifs et charges

7. Stabilisation et protection des polymères

- Antioxydants primaires et secondaires
- Stabilisation thermique et UV
- Mécanismes d'action des additifs
- Limites des stratégies de stabilisation

8. Méthodes de caractérisation et de suivi

- Spectroscopie (IR, UV) pour suivre l'oxydation
- Mesures mécaniques et thermiques
- Analyse des produits de dégradation
- Approches expérimentales du vieillissement accéléré

9. Modélisation du vieillissement oxydant

- Modèles cinétiques globaux et locaux
- Couplage diffusion-réaction
- Approches prédictives de durée de vie
- Limites des modèles actuels

10. Applications industrielles et cas pratiques

- Polymères techniques et plastiques courants
- Durabilité des matériaux en conditions réelles
- Problèmes industriels typiques (aéronautique, automobile, etc.)
- Stratégies de conception durable