

Durabilité de produits innovants de robinetterie en matériaux polymères

Dispositif anti-pollution Chaker El-Mazry

Fin de thèse prévue en septembre 2011

Contexte et Objectifs

Résultats

Durabilité et vieillissement

Facteurs de vieillissement: Eau, O₂, DOC, la pression d'eau

Impact de la qualité de l'eau

- Déterminer les cinétiques des différents mécanismes de vieillissement:
 - Hydrolyse
 - Thermo-oxydation
 - Oxydation amorcée par les désinfectants
 - Fluage du matériau sous l'effet de la pression d'eau
- Coupler ces différentes cinétiques dans un modèle général de prédiction de la durée de vie dans les conditions d'utilisation sur le réseau d'eau potable.

Matériaux de l'étude

Polyamide 6,6 (PA 6,6)

$$\left(\text{N}-\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}_2-\text{N}-\text{C}(=\text{O})-(\text{CH}_2)_6-\text{C}(=\text{O}) \right)_n$$

Polyphthalamide (PPA)

$$\left[\text{N}-(\text{C}_6\text{H}_4)-\text{C}(=\text{O})-\text{N}-(\text{C}_6\text{H}_4)-\text{C}(=\text{O})-\text{N}-(\text{C}_6\text{H}_4)-\text{C}(=\text{O})-\text{N}-(\text{C}_6\text{H}_4)-\text{C}(=\text{O}) \right]_n$$

Effets de l'hydrolyse sur le PA (6,6)

Echelle moléculaire

Hydrolyse à 90°C

Diminution de concentration de la fonction [C-N] avec l'augmentation du temps de vieillissement :

- La disparition de cette liaison s'explique par l'hydrolyse du PA 6,6

Poids moléculaire

Augmentation de la masse des échantillons par sorption d'eau à 90°C.

- La diminution de la masse peut s'expliquer par la réaction d'hydrolyse, et peut être une réaction d'oxydation.
- La chute de la masse en dessous de la masse initiale montre que le matériau est dégradé.

Méthodologie

Modélisation non empirique

Polymère t=0 → Vieillessement → Polymère t

Actes élémentaires → Schéma réactionnel → Résolution → Mécanisme de coupure de chaînes → Physique des polymères

Echelle moléculaire (S₀) → Echelle macromoléculaire (M₀) → Echelle macroscopique (PM₀)

Limites loi d'Arrhenius → PM₁

Actes de vieillissement dans les conditions d'utilisation et leur effets

- Hydrolyse**
C(=O)N + H2O -> C(=O)OH + H-N
- Oxydation**
PH -> P^o -> PO_2^o -> Produits inactifs
- Attaques par les désinfectants**
PH + DOC -> P^o
- Effet de la pression interne d'eau ?**

Coupage de chaînes → Diminution de M_w → Fragilisation

Echantillonnage et Techniques de caractérisation

MATRIQUES ÉTUDIÉES

Matière vierge	Matière formulée
Films (100µm) Plaques (2 à 3mm)	Films (100µm) Plaques (2 à 3mm) Tubes Pièce réelle

IF/ATR : quantifier les groupements fonctionnels/profils en profondeur.
 Rhéométrie : déterminer la viscosité et la masse molaire moyenne M_w
 DSC : déterminer le taux de cristallinité et le temps d'induction de l'oxydation.
 ATG : doser les différents constituants du matériau.
 DVS : déterminer le coefficient de diffusion de l'eau dans le matériau.
 Mais aussi SAXS, UV, Traction, MEB, AFM

Echelle microscopique

Hydrolyse à 90°C

Peu d'effet observable sur la cristallinité

Echelle macroscopique

hydrolyse à 90°C

Transition ductile-fragile avant 50h pour un vieillissement hydrolytique à 90°C

- Vue la courbe de la concentration des liaisons [C-O], La fragilisation se produit pour un très petit nombre de coupure de chaînes
- Nécessité de réaliser des essais de rhéométrie

Perspectives

- Réaliser des essais d'hydrolyse du :
 - PA 6,6 dans une eau dé-oxygénée (saturée par l'azote gazeux)
 - PPA
- Réaliser des essais d'hydrolyse et d'oxydation du PA 6,6 et PPA dans une eau désinfectée
- Réaliser des essais de thermo-oxydation des films et des plaques de PA 6,6
- Comprendre des mécanismes de dégradation gouvernant la durabilité du PA 6,6 et du PPA dans le domaine de la robinetterie
- Développer un modèle cinétique pour prédire la durée de vie du PA 6,6 et PPA en utilisant les mécanismes identifiés.

Remerciements

Avec le soutien de Xavier COLIN et Olivier CORREC

Contacts

chaker.el-mazry@cstb.fr, olivier.correc@cstb.fr