

Gilles Petitet Michel Barquins

Matériaux caoutchouteux

Morphologies, formulations, adhérence,
glissance et usure

Les élastomères sont généralement considérés comme des matériaux se prêtant peu à la modélisation, notamment de par leur comportement propre, qui diffère largement de ceux des métaux, des céramiques voir même des plastiques.

Depuis un siècle, leurs champs d'application n'ont jamais cessé de s'élargir, grâce à une compréhension toujours accrue de leurs caractéristiques; le pneumatique témoigne aujourd'hui des propriétés uniques des matériaux caoutchouteux et des formidables progrès réalisés dans leur exploitation.

Cet ouvrage propose un exposé didactique et exhaustif des connaissances actuelles sur ces matériaux et fait en particulier le point sur les dernières découvertes en tribologie des élastomères. L'adhérence et l'usure y sont notamment traitées de manière approfondie et illustrées de nombreux résultats expérimentaux. Les notions fondamentales de chimie et de mécanique des caoutchoucs sont synthétisées de façon claire et cohérente afin d'établir un dialogue entre ces deux spécialités et d'aider le lecteur à réaliser ses propres développements et innovations. Celui-ci trouvera par ailleurs dans ces pages matière à se passionner pour l'extraordinaire épopée du matériau caoutchouc.

Ce livre s'adresse aux étudiants de licence et de Master ainsi qu'aux techniciens, aux ingénieurs et aux chercheurs en matériaux, actifs en recherche fondamentale ou appliquée.

Gilles Petitet est né en 1925 près de Montluçon, ingénieur du Centre d'Etudes Supérieures des Techniques Industrielles de Paris et diplômé du D.E.A. de mécanique de Paris VI, il réalise de 2000 à 2003 sa thèse de doctorat sur l'usure des caoutchoucs à l'Ecole Centrale de Lyon et au Centre de technologie de la Manufacture Française des Pneumatiques Michelin à Ladoux, près de Clermont-Ferrand. Depuis 2003 chez Volvo Systèmes d'Essuyage, à Issy-les-Moulineaux, il développe les profils de lame caoutchouc des balais d'essuie-glace et est expert et responsable de l'équipe Modélisation et Expertise de l'Essuyage dans la ligne de produit bross/balai.

Michel Barquins est né en 1941 à Paris. D'abord ingénieur du Conservatoire National des Arts et Métiers en chimie nucléaire, il devient ensuite Docteur d'Etat ès sciences physiques puis directeur de recherche au Centre National de la Recherche Scientifique au laboratoire de physique et de mécanique des milieux hétérogènes situé à l'Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de Paris. Il est l'auteur et le co-auteur de plus de 250 publications scientifiques dans le domaine du comportement mécanique des élastomères, de la tribologie et du collage. Il est officier dans l'Ordre des Palmes Académiques et également chevalier dans l'Ordre National du Mérite.

2008, 464 pages, 16 x 24 cm, broché, ISBN 978-2-88074-744-2

Contenu

1 – LE CAOUTCHOU. UNE LONGUE HISTOIRE

L'arbre qui pleure • Les premiers utilisateurs du latex: les Olmèques • Le jeu de pelote et le symbolisme • Les premiers aventuriers • Charles Marie de la Condamine et les autres conquérants français du Nouveau Monde • La récolte du latex et son utilisation • L'Angleterre: pionnière dans l'utilisation du caoutchouc • La découverte fortuite de la vulcanisation du caoutchouc • Premières utilisations du caoutchouc dans les transports puis d'autres applications voient le jour • Retour sur l'épopée des conquistadors • Retour en Angleterre • Des premiers bandages de caoutchouc aux pneumatiques • La naissance du pneumatique • Le caoutchouc au début du XX^e siècle • Le caoutchouc synthétique

2 – FORMULATIONS ET CRITÈRES DE CHOIX

Introduction • Notions chimiques et petit lexique à l'usage du mécanicien: Introduction – Les principales fonctions chimiques – Procédés d'obtention des élastomères – Liaisons physico-chimiques – Echelles caractéristiques • Formulations des élastomères: Introduction – Matrice élastomère – Charges – Plastifiants – Agents de vulcanisation – Agents de protection – Ingrédients divers – Bilan • Mise en forme et caractérisation des élastomères: Mise en forme – Essais de caractérisation • Conclusion • Bibliographie

3 – COMPORTEMENT MÉCANIQUE

Introduction • Elasticité des élastomères réticulés: Introduction – Théories physiques de l'élasticité caoutchoutique – Lois de comportement – Applications aux essais de caractérisation – Bilan • Propriétés dissipatives des élastomères réticulés: Introduction – Aspect physico-chimique – Lois de comportement – Remarques • Quelques notions sur les propriétés limites: Introduction – Spécificités des élastomères – Application aux essais de caractérisation – Bilan • Conclusions • Bibliographie

4 – CONTACT ET ADHÉRENCE

Introduction • Théorie de l'adhérence: Le point de vue thermodynamique – Équilibre du système – Stabilité de l'équilibre du système – Force d'adhérence quasi statique – Autres considérations sur les forces et les déplacements imposés – Facteur d'intensité des contraintes et taux de restitution d'énergie – Les pertes viscoélastiques – Représentation de Berry • Mesure de l'adhérence: Le pelage – Le pelage spontané – Le roulement d'un cylindre – Le contact adhésif de poinçons axisymétriques • Conclusion • Bibliographie

5 – GLISSANCE

Préambule • Introduction • Le glissement commençant • Le glissement global: Les déformations dans la zone de contact – Influence de la charge d'appui P – Influence du rayon R de courbure du frotteur – Influence de la vitesse et de la température – Les pics de décollement de Schallamach • Le roulement d'une bille rigide: Le roulement libre – Le roulement avec glissement – Le roulement avec enviroge • Conclusion • Bibliographie

6 – RÉSISTANCE À L'USURE

Introduction • Modes généraux d'usure et facies d'usure des élastomères: Modes généraux d'usure • Outils de mesure et de caractérisation: Tribomètres – Caractérisation mécanique – Caractérisation géométrique – Descripteurs physiques de l'usure – Autres caractérisations – Exemples d'application – Bilan • Grandeurs fondamentales de l'usure et applications aux élastomères: Contacts – Conditions expérimentales – Paramètres du matériau • Modèles d'usure des élastomères: Usure cohésive – Usure interfaciale, approche de Kabinowicz • Cas du pneumatique: Rôle et structure d'un pneumatique – Contexte général de l'usure d'un pneumatique – Glissements à l'interface pneumatique/choussée • Conclusion • Bibliographie

7 – APPLICATION AUX PNEUMATIQUES

Le pneumatique: Composition et fabrication d'un pneumatique moderne – Fonctions du pneumatique – Caractéristiques géométriques des chausées – Comportement du pneumatique – Résistance au roulement • Bibliographie