Offre de thèse

Comportement de solutions huile-polymère sous confinement extrême

Contexte du travail

Les lubrifiants sont utilisés pour réduire le frottement entre pièces en mouvement relatif et pour éviter leur usure en les séparant par un film dont l'épaisseur peut se réduire à quelques nanomètres. Cette épaisseur est cruciale puisqu'un film "trop épais" entrainerait un frottement élevé, et une épaisseur "trop faible" ne séparerait plus complètement les pièces en contact.
Le paramètre intrinsèque au lubrifiant et conditionnant l'épaisseur du film est sa viscosité. Des polymères sont ajoutés aux huiles de base pour assurer une viscosité suffisante à haute température. Un des enjeux pour le formulateur est de comprendre et maitriser le comportement des polymères en solution. En effet, leur réponse dans un contact est complexe car elle dépend fortement de la pression, de la température et du taux de déformation.
La thèse proposée s'intéressera aux lubrifiants moteurs formulés par TOTAL. Elle fera suite à une thèse soutenue en février 2014 [1], qui a permis de relier le comportement rhéologique des lubrifiants à la taille des polymères, sous l'hypothèse d'une conformation de type sphérique. Des mesures issues de différents rhéomètres ont permis d'identifier des lois rhéologiques sur une large gamme de pressions, de températures et de contraintes, se rapprochant ainsi des conditions rencontrées dans un contact. Elles ont été implémentées dans un modèle qui a permis de largement affiner les prédictions d'épaisseur de film, et de valider les lois rhéologiques en comparant les résultats aux expériences menées à l'échelle du contact.

Définition du projet

Le travail envisagé aura pour but d'affiner notre compréhension du comportement intrinsèque et en contact de ces lubrifiants, et d'aborder d'autres questions en regard de leur application.

- D'une part en s'intéressant à la formulation d'un lubrifiant (composition, microstructure des constituants, concentration) en lien avec la modélisation du comportement rhéologique des solutions. En effet, un des challenges consistera à affiner les modèles utilisés dans la thèse précédente, sans considérer d'hypothèse sur la conformation des polymères.
- D'autre part en développant des moyens expérimentaux permettant d'atteindre une plus large gamme de contraintes de cisaillement, sur la base d'un rhéomètre haute pression existant. Les mesures qui en découleront permettront d'étendre le domaine de validité des modèles rhéologiques et d'affiner les prédictions d'épaisseur de film.
- Enfin en explorant les limites de ces comportements en milieu confiné (quelques dizaines - centaines de nm d'épaisseur) au sein d'un contact lubrifié : dégradation du lubrifiant, écoulement bouchon, tri moléculaire, …

Conditions

Le(la) candidat(e) retenu(e) bénéficiera d'un contrat Cifre-Total, à pourvoir immédiatement. Le travail se déroulera en majorité au LaMCoS [2]. Nous recherchons un ingénieur (mécanicien et/ou matériaux polymères) ayant une première expérience en rhéologie et ayant le goût pour le travail expérimental. Une connaissance initiale des problématiques de la lubrification serait un plus. Autonomie, rigueur, bonne capacité de reporting, polyvalence, bon niveau d'Anglais.

Contacts

Raphaèle Iovine Tél +33 (0)4 78 02 62 51 raphaele.iovine@total.com
Philippe Vergne Tél +33 (0)4 72 43 81 47 philippe.vergne@insa-lyon.fr

---

[1] C. MARY, "Physico-chemistry, high-pressure rheology and film forming capacity of polymer-base oil solutions in EHL", thèse soutenue le 3 Février 2014 à l'INSA de Lyon.
[2] LaMCoS : Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures http://lamcos.insa-lyon.fr/

PhD position

Behavior of oil-polymer solutions at extreme confinement

Context of the work

Lubricants are used to reduce friction between parts in relative motion and to avoid wear by separating them with a thin film whose thickness can be as low as a few nanometers. This thickness is crucial since a "too thick" lubricating film would result in high friction and a "too low" thickness would not fully separate the surfaces.
The intrinsic lubricant parameter that controls film thickness is its viscosity. Polymers are added to base oils to ensure a sufficient viscosity at high temperature. One of the challenges for the formulator is to understand and master the behavior of polymers in solution. Indeed, they response in a lubricated contact is highly complex because it strongly depends on the pressure, temperature and strain rate.
The thesis will focus on engine lubricants, formulated by TOTAL. It will follow a previous PhD[3] defended in February 2014, in which the rheological behavior of the lubricants has been linked to the size of the polymer, assuming a spherical type conformation. Measurements from different rheometers have led to the identification of rheological laws over a wide range of pressures, temperatures and stresses, thus approaching the conditions found in a contact. They have been implemented in a numerical modelling, thus contributing to largely improve film thickness prediction and allowing their validation by comparing the results with experimental one obtained from real contacts.

Project definition

The PhD work aims at going deeper in the understanding of the intrinsic and in-contact behaviors of these lubricants, and at addressing other issues related to their application.

- Firstly the research will focus on the influence of both the lubricants composition and the polymers conformation, in close connection with the rheological behavior of the solutions. One of the challenges will be to refine the models proposed in the previous thesis, but without hypothesis on polymer conformation.
- Secondly the work concerns the development of an experimental tool to achieve an elevated range of shear-stress, on the basis of an existing high pressure rheometer. The resulting measurements will extend the range of validity of the rheological models and thus they will help in improving film thickness prediction.
- Finally the last part deals with the response of these solutions in a lubricated contact, i.e. under extreme confinement (tens - hundreds of nm thick). Some limits could be observed, in relation with the occurrence of mechanisms such as lubricant degradation, plug flow, species selection, …

Requirements

The successful candidate will be funded with a Cifre-Total contract, to be filled immediately. Work will take place mainly at LaMCoS[4]. We are seeking an engineer (mechanical and / or polymer-material science) having a first experience in rheology and with an interest for experimental work. A basic knowledge on lubrication would be appreciated.
Autonomy, rigor, good reporting capability, versatility, good level of English.

Contacts

Raphaèle Iovine Tél +33 (0)4 78 02 62 51 raphaele.iovine@total.com
Philippe Vergne Tél +33 (0)4 72 43 81 47 philippe.vergne@insa-lyon.fr

[3] C. MARY, "Physico-chemistry, high-pressure rheology and film forming capacity of polymer-base oil solutions in EHL", PhD thesis defended on the 3rd of February 2014 at INSA de Lyon.
[4] LaMCoS : Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures http://lamcos.insa-lyon.fr/