

Ecrasement d'un film liquide entre deux plans parallèles : adhérence ou glissement aux parois ?

Squeezing a liquid film between two parallel plates: adherence or wall slip?

Meurisse M H, Querry M and Malafosse J

Laboratoire de Mécanique des Contacts et des Structures, INSA-Lyon, CNRS UMR5259, 69100 Villeurbanne – France

Keywords: wall slip, experimental.

Mots-clés : glissement aux parois, experimental.

The wall no-slip condition constitutes a satisfactory boundary condition for most of fluid mechanics models and in theory of lubrication. Nevertheless the experimental description of wall slip resulted in more and more frequent discussion of this assumption over the last decade. Prospective theoretical work currently aims to optimize the bearing pressure and to minimize friction by considering alternations of slip zones and no-slip zones.

The wall slip is frequently introduced into the theoretical models through the Navier condition, which stipulates that the slip speed is proportional to the parietal shear rate, the factor of proportionality being named slip length. The slip lengths announced in the literature go from molecular scales when physics experiments are carried out under very controlled microgeometrical and physico-chemical conditions, towards the order of magnitude of flow thickness in tests of fluid mechanics or lubrication types.

The presented study consists in squeezing a liquid film between the circular plates of a plane/plane rheometer with imposed deformation and to measure the normal force reaction of film. Even if the literature offers several works devoted to the slip effect during squeeze flow, it is, to our knowledge, only for non conformal contacts. The presentation of our experimental results tends to differ with the no-slip condition in the conformal contacts subjected to squeezing, and as a consequence also the theoretical prediction of damping coefficients in lubricated mechanisms operating under hydrodynamic regime.

La condition de non glissement aux parois constitue une condition aux limites satisfaisante dans la plupart des modèles théoriques de mécanique des fluides et en théorie de la lubrification. Néanmoins la mise en évidence expérimentale de glissement aux parois a conduit à remettre cette hypothèse en question de plus en plus fréquemment lors de la dernière décennie. Des travaux théoriques prospectifs visent actuellement à optimiser la portance et minimiser le frottement en jouant sur des alternances de zones de glissement et de non-glissement.

Le glissement aux parois est fréquemment introduit dans les modèles théoriques au travers de la condition de Navier, qui stipule que la vitesse de glissement est proportionnelle au taux de cisaillement pariétal, le facteur de proportionnalité étant nommé longueur de glissement. Les longueurs de glissement signalées dans la littérature vont de l'échelle moléculaire lors d'expériences de physique réalisées dans des conditions microgéométriques et physicochimiques très contrôlées, jusqu'à l'ordre de grandeur de l'épaisseur de l'écoulement dans des essais de type mécanique des fluides ou lubrification.

L'étude présentée consiste à solliciter en écrasement un film liquide entre les plateaux circulaires d'un rhéomètre plan/plan à déformation imposée et à mesurer la force de réaction normale du film.

Si la littérature offre certains travaux consacrés à l'effet du glissement lors de sollicitations en écrasement, il s'agit à notre connaissance uniquement de contacts non-conformes. La présentation de nos résultats expérimentaux tend à remettre en question la condition de non glissement dans les contacts conformes sollicités en écrasement, et par conséquent également les prévisions théoriques de coefficients d'amortissement dans les mécanismes lubrifiés fonctionnant en régime hydrodynamique.