

Lubrication of the tire/road interface by fine particles: Tribological approach

Y. Hichri¹, V. Cerezo², MT. Do³ et H. Zahouani⁴

¹ IFSTTAR, AME, EASE, yosra.hichri@ifsttar.fr

² IFSTTAR, AME, EASE, veronique.cerezo@ifsttar.fr

³ IFSTTAR, AME, EASE, minh-tan.do@ifsttar.fr

⁴ Laboratory of Tribology and Dynamic of Systems, University of Lyon, ENISE- ECL-ENTPE. UMRS CNRS 5513, hassan.zahouani@enise.fr

Résumé :

Le risque d'accidents augmente quand il pleut après une longue période sèche. Ce phénomène s'explique par la présence de particules fines qui s'accumulent sur la surface de chaussée pendant les périodes sèches et provoque une perte d'adhérence entre le pneu et la chaussée. Dans cet article, nous étudions l'action des particules routières pendant la période sèche en utilisant deux approches développées dans le domaine de la tribologie : l'approche du troisième corps, en particulier l'analyse de masses, pour comprendre le mouvement des particules à l'interface pneu/chaussée ; et les théories de lubrification sèche développées pour les poudres (comme le disulfure de molybdène MoS₂) pour comprendre et modéliser le frottement. Des expérimentations sont menées en laboratoire afin de comprendre et modéliser cette action. Le protocole d'essai permet de simuler le processus de dépôt des particules sur la surface de chaussée. La surface des échantillons, représentative d'une surface de chaussée comporte une échelle de microtexture, représentant les aspérités des granulats, et une échelle de macrotecture, représentant l'espace entre les granulats. Les mesures de frottement sont réalisées avec le Pendule SRT, appareil couramment utilisé dans le domaine routier, qui simule le frottement par glissement d'un patin de gomme à 3 m/s sur la surface testée. Sur une surface initialement recouverte par des particules, des mesures successives de frottement sont réalisées, sans réapprovisionnement de particules entre deux mesures consécutives. Les échantillons sont pesés avant et après chaque mesure de frottement. Les résultats montrent que le coefficient de frottement chute significativement quand la surface est recouverte de particules en comparaison de celui mesuré sur une surface propre. Les passages successifs du patin de mesure induisent une remontée du coefficient de frottement jusqu'à atteindre une valeur stable qui reste inférieure à celle d'une surface propre. Trois flux de particules sont calculés : particules éjectées de l'aire de contact patin de frottement/surface d'échantillon ; particules piégées dans la microtexture ; et particules stockées dans la macrotecture. Une corrélation étroite est trouvée entre le coefficient de frottement et le flux de particules piégées dans la microtexture. Des similitudes ont été trouvées, en termes de mécanismes de lubrification, entre le comportement des particules étudiées et celui des poudres. Une première tentative de modélisation permet de calculer le coefficient de frottement à partir de la fraction de surface recouverte de particules.

Mots clefs : Frottement, revêtement de chaussée, particules fines, lubrification, modélisation

Abstract :

Accidents increase during the first rain after a long dry period. This trend is due to the accumulation of fine particles originated from different sources such as atmosphere, road and tires debris, fuel emissions, etc. These particles accumulate on the road surface during a long dry period and induce a friction loss between the tire and the road surface. In this paper, we investigate the action of the particles during a dry period using two approaches developed in tribology: the third body approach, particularly the mass analysis to understand the particles flows at the tire/road interface; and the dry lubrication theories developed for powders (as molybdenum disulfide MoS₂) to understand and model the friction. Experiments are conducted in laboratory to understand and model this phenomenon. Experimental protocol allows simulating the particles' build up process on the road surface. The specimen surface, representative of a road surface, includes a microtexture scale, representing the asperities of the aggregates, and a macrotexture scale, representing the space between the aggregates. Friction measurements are realized by means of the so-called Skid Resistance Tester Pendulum, widely used in the road field, which simulates the friction between a rubber pad sliding at 3 m/s on the specimen surface. On a surface initially covered with particles, successive friction runs are performed, without resupplying particles between two consecutive runs. Specimen's weight is recorded before and after each friction run. Results show that friction drops significantly, compared to a clean state, when the surface is covered by particles. Successive runs induce an increase of friction coefficient until reaching a stable value which is below that of a clean surface. Three particles' flows are calculated: particles ejected from the contact area between the friction slider and the test surface; particles trapped by the surface microtexture; particles stored by the surface macrotexture. Close relationship was found between the friction coefficient and the flow of particles trapped by the microtexture. A first attempt of modeling allows to calculate the friction coefficient from the fraction of surface covered by particles.

Keywords : *Friction, road pavement surface, fine particles, lubrication, modeling*