

Sur l'optimisation des surfaces dans les mécanismes lubrifiés

Mohammed Jai

Les bureaux d'études ne se contentent pas d'améliorer les performances mécaniques des pièces qu'ils conçoivent, mais cherchent également dans certains cas à optimiser leurs rendements, leurs poids, leur durée de vie, etc . . . Le souci majeur dans la tribologie, comme son nom l'indique, est l'étude du frottement résultant du mouvement relatif des pièces. Une des méthodes utilisées pour diminuer le frottement est de modifier les formes des surfaces. Dans ce cadre précis nous nous sommes intéressés à l'optimisation de leur géométrie qui entre dans le cadre plus général de l'optimisation de forme. Nous avons étudié trois situations :

- **Optimisation de la tête de lecture** : Le but ici est de trouver une forme optimale de la tête pour que la charge supportée soit la plus grande possible. Mathématiquement parlant il s'agit de trouver une solution h pour le problème de maximisation de la fonction coût (charge) $\int p$ où p , la pression de l'air entre la tête et le disque magnétique de distance h , est la solution de l'équation

$$\nabla \cdot [(h^3 p + 6Kh^2)\nabla p] = \nabla \cdot [\Lambda hp]$$

Nous avons montré, dans [4], l'existence d'une solution d'un tel problème en donnant la dérivée de la fonction coût par rapport à h . En introduisant le calcul de cette dérivée dans un algorithme de gradient conjugué on obtient des formes optimales de la tête (voir Fig 1). Ces résultats ont été étendus au cas d'un palier [5].

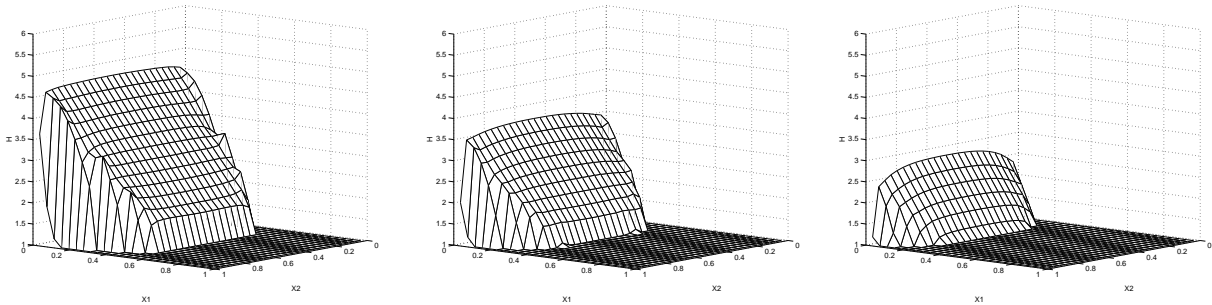


FIG. 1 – Gauche : Profil optimal h sans contraintes, Milieu : Profil optimal pour $\int h = 1.5$, Droite : Profil optimal pour $\int h = 1.2$

- **Optimisation des micro textures** : Dans cette partie nous avons considéré une surface de macrogéométrie donnée par une fonction $h_0(x)$ sur laquelle on incorpore des microstructures périodiques $h_1(\frac{x}{\epsilon})$. Ainsi l'épaisseur entre les deux surfaces est donnée par $h(x) = h_0(x) + h_1(\frac{x}{\epsilon})$. La question qu'on s'est posé ici et que se posent actuellement beaucoup d'industriels de l'automobile est : Quelle est la forme des microstructures h_1 qui maximise la charge $\int p$ avec p solution du même problème que dans le cas de la macro optimisation. La réponse qu'on a trouvé est assez surprenante et inattendue. La solution optimale est $h_1 = 0$, autrement dit c'est la surface lisse.
- **Palier hydrodynamique** : Pour un palier hydrodynamique, il est important, dans un souci d'économie d'énergie, de trouver la forme optimale du coussinet qui minimise le frottement à charge imposée.

Références

1. G. Buscaglia, I. Ciuperca, and M. Jai. The effect of periodic textures on the static characteristics of thrust bearings. *ASME Jouř. of Tribology.*, 127 :685-902, 2005.

2. G. Buscaglia, I. Ciuperca, and M. Jai. Existence and uniqueness for several nonlinear elliptic problems arising in lubrication theory *Journal of Differential Equations*, 218 :187-215, 2005.
3. Buscaglia, Gustavo C., Ausas, Roberto F. and Jai, Mohammed. Optimization tools in the analysis of micro-textured lubricated devices. To appear in *Inverse Problems in Science and Engineering*, 2005.
4. M. Jai, M. El Alaoui Talibi, and I. Ciuperca. On the optimal control coefficients in elliptic problems. Application to the optimization of the head slider. *ESAIM Contol. Optim. Calc. Var.*, 11(1) : 102-121, 2005.
5. M. Jai, G. Buscaglia, and I. Iordanoff. Multi-constrained optimization of running characteristics of mechanisms lubricated with compressible fluid. *ASME Jour. of Tribology.*, 126 : 132–136, 2004.
6. G. Buscaglia, I. Ciuperca and M. Jai. On the optimization of surface textures for lubricated contacts. *J. Math. Anal. and Appl.* , In press.
7. G. Buscaglia, I. Ciuperca, and M. Jai. Topological asymptotic expansions for the generalized Poisson problem with small inclusions and applications in lubrication. *Inverse problems* , In press.