

## Mechanical face seals submitted to vibrations Comportement des garnitures mécaniques soumises à vibrations

Fribourg D<sup>a</sup>, Audrain A<sup>a</sup> and Cougnon L<sup>a</sup>

*a CETIM Nantes (Centre technique des industries mécaniques), Pôle technologies de l'Étanchéité, Nantes, France*

**Keywords:** mechanical seal, diesel engine, experimental study, vibrations.

**Mots clés :** garniture mécanique, moteur diesel, étude expérimentale, vibrations.

Cooling pumps of high power diesel engines are submitted to important vibrations. Because of the great operating time of these engines, mechanical seals exhibit recurring damages due to the vibrations.

The aim of this study is to establish selection criteria on the basis of experimental results. A test rig and an experimental process have been developed. It is possible to impose axial vibrations of controllable magnitude and frequency during the seal operation. This method is able to reproduce failure observed in real situations.

A classification of the mechanical seals depending on their design (elastic components, secondary seal) can be obtained. An important defect is the contact between the rotating shaft and the seal faces. It can lead to an important wear or a drastic leakage. Generally speaking carbon faces are significantly worn after the tests. The wear debris can also affect the behaviour of the seals. Bellow seals lead to good results compared to low cost mechanical seal using an elastomer membrane.

Industrial requests imposed to test standard mechanical seals with a similar procedure in order to optimize the ratio performance over price.

This work was driven by several companies and trade unions: Man diesel (SEMT Pielstick), Moteurs Baudouin, John Crane France, Latty International, Garlock France, Artema and FIM Energetic.

Les pompes des circuits de refroidissement en eau des moteurs diesel de puissance importante (moteurs marins et production d'énergie de l'ordre de 1 à 24 MW) sont soumises à d'importantes vibrations générées par le fonctionnement du moteur lui-même. Compte-tenu du très fort taux de fonctionnement de ces moteurs (durée de fonctionnement environ 15 fois supérieur aux moteurs automobiles), les garnitures équipant ces pompes subissent du fait de ces vibrations des avaries récurrentes.

L'objectif de cette étude est de mettre en place, à l'aide de résultats d'essais obtenus sur banc de laboratoire, des critères de sélection de garnitures mécaniques utilisées dans ces conditions de sollicitation spécifiques.

Un banc d'essais et une procédure représentative ont été mises au point. Ils permettent d'imposer aux garnitures de mouvements de vibrations axiaux de fréquence et d'amplitude variables superposés aux mouvements de rotation de la partie mobile de la garniture. Cette procédure a été validée par la reproduction des endommagements observés en service sur les garnitures utilisées par les motoristes.

Les campagnes d'essais ont permis d'établir un classement des différentes conceptions de garnitures en fonction de la nature de leur élément élastique ainsi que de la nature des étanchéités secondaires.

Les résultats des essais montrent que les dimensions standards des faces, notamment au niveau du diamètre intérieur, ne sont pas suffisantes pour subir les sollicitations imposées. En effet, on retrouve, à l'issue de presque la majorité des essais réalisés des usures importantes provoquées par le contact arbre/face. Ces contacts peuvent engendrer, outre l'usure, un comportement dynamique perturbé de la face montée élastiquement pouvant provoquer une fuite ou une usure importante.

On montre aussi de fortes usures des faces carbone. En dehors des problèmes de durée de vie, l'accumulation des débris peut aussi engendrer des blocages des faces potentielles sources de fuite.

Les résultats des essais effectués sur les garnitures stationnaires montrent une meilleure tenue que celle des garnitures tournantes. Il est aussi à noter que les soufflets métalliques dont la faiblesse peut être la résistance à la fatigue, n'ont pas posé de problème particulier durant ces essais, ni signe de défaillance.

Les garnitures de grande diffusion ayant un coût moins important ont aussi été testées : on observe des dysfonctionnements essentiellement dus à la présence de leur membrane élastomère. En effet on observe soit une rupture de celle-ci, soit son glissement axial provoquant une forte augmentation de pression de contact entre les faces ainsi qu'un sur-couple et un échauffement importants.

Compte tenu des impératifs économiques industriels, il a été décidé de tester selon la même procédure des garnitures de conception standard permettant, sur la base des résultats expérimentaux, d'optimiser les couples performances / prix.

Ces travaux ont été pilotés par un groupe de travail commun comprenant les sociétés Man diesel (SEMT Pielstick), Moteurs Baudouin, John Crane France, Latty International et Garlock France ainsi que les deux syndicats professionnels Artema et FIM Energétique.