

## LE MOTEUR DU STIRLING. LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT, L'UTILISATION.

Mihno S.A., st., Overko V.M.,c.s.t.  
Université nationale technique de Donetsk

*On cosiderons du moteur du Stirling, les types differents de construction, le principe de fonctionnement et les domaines de l'utilisation.*

**Le Moteur Stirling** est un moteur à combustion externe, le fluide principal est un gaz soumis à un cycle comprenant 4 phases : chauffage isochore (à volume constant), détente isotherme (à température constante), refroidissement isochore puis compression isotherme. On l'appelait au début moteur à air chaud

Robert Stirling a inventé en 1816 le moteur à air chaud mais, pour améliorer son efficacité, il l'a muni d'une modification suffisamment importante pour lui donner un réel développement : un récupérateur entre les deux pistons qui a très considérablement amélioré sa performance.

Actuellement, on sait construire des machines à air chaud ou moteurs Stirling dont le rendement dépasse de très loin celui des moteurs à explosion.

**Le principe** est relativement simple : le fluide principal qui produit un travail est un gaz (air, hydrogène ou hélium) soumis à un cycle comprenant 4 phases : chauffage isochore (à volume constant), détente isotherme (à température constante), refroidissement isochore puis compression isotherme.

La source chaude du moteur (le piston rouge ci-dessus) est alimentée par une source externe quelconque : combustion externe de dérivés du pétrole, gaz naturel, charbon, bois, mais aussi énergies renouvelables comme l'énergie solaire ou l'énergie géothermique.

### **Utilisation**

Le moteur Stirling a des applications de niches, dans des situations où le coût initial du système n'est pas un inconvénient grave par rapport aux avantages (applications militaires, de recherche, de pointe)

- La principale application commerciale du Stirling est dans le domaine de la réfrigération industrielle et militaire. Il sert de machine pour la liquéfaction des gaz et comme refroidisseur pour les systèmes de guidage militaire infrarouge.
- Il a été utilisé pour une classe de sous-marins suédois, non seulement en raison de son silence, propriété cruciale pour les sous-

marins, mais aussi pour la beaucoup plus faible production de gaz imbrûlés nécessaire à l'apport d'un gradient thermique (une différence de température) à un moteur Stirling ; en effet, un sous-marin en plongée ne peut évacuer des gaz qu'en les comprimant à une pression au moins égale à celle du milieu ambiant, nécessitant (et donc gaspillant) une part non négligeable de l'énergie disponible à bord.

- Ce moteur équipe aussi certaines classes de frégates américaines, et des drones.
- La Nasa l'a étudié pour fournir de l'énergie aux satellites et sondes spatiales car son rendement est meilleur que les panneaux solaires. Mais la fiabilité des panneaux solaires (ne comportant pas de pièces mobiles, leurs risques de pannes sont moindres que celles d'un moteur) les fait souvent préférer.
- Le constructeur de cartes mères d'ordinateur personnel MSI a présenté début 2008 un système de refroidissement dont le ventilateur est actionné par un moteur de Stirling utilisant comme source de chaleur l'énergie dégagée par la puce à refroidir.

Les trois types de moteur Stirling

Un Stirling alpha contient deux pistons de puissance séparés, un piston « chaud », et un piston « froid ». Le piston chaud est situé près de l'échangeur avec la plus haute température, et le piston froid est situé près du point d'échange de température la plus basse.

Ce type de moteur a un ratio puissance-volume très élevé, mais a des problèmes techniques, liés (fréquemment) aux températures trop élevées du piston chaud pour ses joints.

Un Stirling bêta utilise également un volume de gaz délimité entre deux pistons.

Ces deux pistons combinent : - un mouvement relatif lors du changement de volume du gaz ; - un mouvement commun qui déplace ce volume de la partie chaude vers la partie froide, et vice-versa.

Les volumes situés de l'autre côté des pistons ne sont pas fonctionnels. Sur l'illustration du haut de page, on aperçoit d'ailleurs l'orifice de communication de l'un de ces volumes avec l'extérieur. Les pistons sont donc tous les deux étanches. Le principe du moteur beta s'approche en réalité de celui du moteur gamma, à la différence que les deux zones chaude et froide sont situées dans le même cylindre. Les avantages sont la compacité et l'absence de perte aérodynamique ; les

inconvenients sont la perte thermique par conduction, et aussi l'impossibilité d'utiliser un régénérateur.

Un **Stirling gamma** est un moteur stirling doté d'un piston de puissance et d'un piston jouant à lui seul le rôle de déplaceur.

Seul le piston moteur dispose d'un système d'étanchéité.

Le déplaceur occupe successivement la zone chaude et la zone froide, chassant à chaque fois le gaz vers la zone opposée. Les variations de température que le gaz subit alors engendrent des variations de pression qui mettent en mouvement le piston moteur.

Le volume balayé par le déplaceur ne pouvant nécessairement pas être balayé par le piston de puissance, il constitue un volume mort. Pour cette raison, le moteur Gamma ne peut pas atteindre des rapports de compression élevés, ce qui limite les possibilités de rendement. En revanche, sa simplicité mécanique en fait un système largement utilisé, également sur les moteurs à plusieurs cylindres.

Literature:

1. Двигатели Стирлинга В.Н Даниличев, С.И.Ефримов 1977 г.
2. [http\wikipedia.org](http://wikipedia.org)