

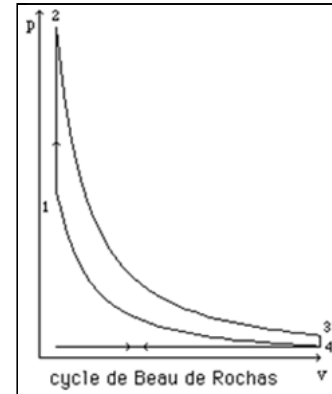
Exploration d'un moteur à gaz industriel

Moteur à gaz industriel modélisé selon le cycle de Beau de Rochas, taux de compression volumétrique 12

Introduction

En première approximation, le fonctionnement des moteurs à essence ou à gaz naturel peut être représenté par le cycle dit de Beau de Rochas, qui se réduit à quatre évolutions simples représentées sur la figure dans le diagramme de Watt d'un cylindre :

- une compression adiabatique réversible 4–1
Cette phase de compression en système fermé commence après la fermeture des soupapes d'admission et se termine avant l'allumage.
- une combustion à volume constant 1–2
Déclenchée en fin de compression, au moment où la vitesse du piston s'annule, la combustion en système fermé est supposée suffisamment rapide pour être considérée comme instantanée, et donc à volume constant.
- une détente adiabatique réversible 2–3
Cette détente en système fermé commence à la fin de la combustion et se termine avant l'ouverture des soupapes d'échappement.
- un refroidissement à volume constant 3–4
En fin de détente, l'ouverture des soupapes d'échappement fait chuter brutalement la pression dans le cylindre. On fait ici l'hypothèse que la vidange est instantanée.



Un tel modèle n'est pas très précis mais permet de se faire une première idée des performances du moteur.

Dans cette exploration dirigée, nous étudierons un moteur à gaz industriel modélisé avec un tel cycle.

Chargement du modèle de moteur à gaz industriel

1. Charger le modèle

Cliquez sur le lien suivant :

Ouvrir un fichier dans Thermoptim

Vous pouvez aussi ouvrir le fichier de schéma (MotGaz2.dia) grâce au menu "Fichier/Ouvrir" du menu de l'éditeur de schémas, et le fichier de projet (MotGaz2.prj) grâce au menu "Fichier de projet/Charger un projet" du menu du simulateur.

Le paramétrage de ce modèle nécessite toute une série d'explications.

Le débit d'air aspiré est de 0,85 kg/s. Il correspond à une cylindrée de 29,3 l, et une vitesse de rotation de 1800 tr/mn, pour une température d'aspiration de 10 °C.

2. Paramétrage de la phase de compression

Le paramétrage de la compression est le suivant : système fermé, avec un rapport de compression imposé égal à 12 et non pas calculé, et un rendement isentropique égal à 0,8. La pression de fin de compression est déterminée : 35,8 bar.

3. Paramétrage de la phase de combustion

Le paramétrage de la chambre de combustion est différent de ceux que nous avons considérés pour la turbine à gaz : la combustion a lieu en système fermé, le facteur d'air est connu, égal à 1,54, et le volume massique aval est imposé par le point amont, la combustion étant supposée instantanée.

Compte tenu du fort refroidissement du moteur, nécessaire pour des raisons technologiques, le rendement de la chambre de combustion vaut 0,75, ce qui signifie que 25 % de la puissance thermique est perdue.

La pression de fin de combustion vaut 91,6 bar, et la température 1839 °C.

4. Paramétrage de la phase de détente en système fermé

La détente se déroule en deux phases : tout d'abord en système fermé, jusqu'à ouverture des soupapes, puis en système ouvert.

La détente est donc modélisée par deux transfos détente, la première, en système fermé, et la seconde en système ouvert.

Le paramétrage de la phase de détente en système fermé est lui aussi spécifique : comme pour la compression, le rapport de détente est imposé, et un rendement isentropique de 0,8 est pris en compte.

La pression à l'ouverture des soupapes vaut 4,62 bar.

5. Paramétrage de la phase de détente en système ouvert

En fin de la détente en système fermé, les soupapes d'échappement sont ouvertes, et la détente se poursuit selon la même loi adiabatique, jusqu'à la pression atmosphérique, en système ouvert cette fois, et sans production de travail, ce qui justifie que le type d'énergie choisi soit "autre". Le rendement isentropique est pris égal à 1.

6. Calcul des performances du moteur

Une fois que le modèle est paramétré, il devient possible de calculer les performances du moteur.

Il conduit à une puissance mécanique de 409 kW et un rendement de 35,45 %.

Exercices d'application

1. Calculer les performances du moteur pour un taux de compression de 15

Modifiez le paramétrage de la compression et de la phase de détente en système fermé en entrant 15 au lieu de 12 pour les rapports de compression et de détente, puis cliquez sur Calculer dans chacune de ces transfos.

Recalculez ensuite plusieurs fois dans l'écran du simulateur jusqu'à ce que le bilan se stabilise.

Quelle est la valeur de la puissance du moteur ? Quelle est la valeur du rendement du moteur ?

Le rendement et la puissance ont légèrement augmenté.

2. Calculer les performances du moteur pour un facteur d'air de 1,9

Revenez au paramétrage initial du taux de compression en entrant 12 au lieu de 15 pour les rapports de compression et de détente des transfos compression et détente en système fermé, puis cliquez sur Calculer dans chacune de ces transfos.

Modifiez ensuite le paramétrage de la combustion en entrant 1,9 au lieu de 1,54 pour le facteur d'air, puis cliquez sur Calculer.

Recalculez ensuite plusieurs fois dans l'écran du simulateur jusqu'à ce que le bilan se stabilise.

Quelle est la valeur de la puissance du moteur ? Quelle est la valeur du rendement du moteur ?

Le rendement a légèrement baissé, mais surtout la puissance est beaucoup réduite.

L'influence du taux de compression est moins significative que celle du facteur d'air, qui joue directement sur la température de fin de combustion.

Conclusion

Cette exploration vous a permis de découvrir un modèle de moteur à gaz et les paramétrages spécifiques auxquels il fait appel.

Vous avez pu étudier l'influence du taux de compression et du facteur d'air sur les performances du moteur.

Toutefois, comme cela a été expliqué en cours, ce modèle est très simplifié et s'écarte de la réalité comportementale des moteurs alternatifs à combustion interne.

Un modèle plus réaliste, mais beaucoup plus compliqué est proposé comme piste d'approfondissement.