

ACTUALITÉS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES

1072



THERMODYNAMIQUE

DE LA

TURBINE A GAZ

PAR

Paul CHAMBADAL

Ingénieur - Docteur
Lauréat de la Société des Ingénieurs Civils de France
et du Prix International Boulvin
Ingénieur à la Direction des Etudes et Recherches
d'Electricité de France

Préface de **C. MONTEIL**

Directeur honoraire de l'Ecole Centrale



PARIS
HERMANN & C^{ie}, ÉDITEURS

6, Rue de la Sorbonne, 6

1949



TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE	Pages
AVANT-PROPOS	3
	7

CHAPITRE I

Le moteur, le fluide et le cycle thermique

1. — Généralités	9
2. — La turbo-machine	10
3. — La production d'énergie à l'aide d'un gaz permanent	12
4. — Le cycle thermique	16

CHAPITRE II

Le rendement des turbo-machines multicellulaires

5. — Le coefficient de réchauffage	25
6. — La détente et la compression d'un gaz dans une turbo-machine à nombre infini de cellules	32
A) La détente	32
B) La compression	36
7. — Formules d'interpolation	41
A) Le coefficient de réchauffage relatif	41
B) Formule d'interpolation pour la détente	46
C) Formule d'interpolation pour la compression	49
D) Utilisation des résultats obtenus	51
8. — La similitude thermodynamique des turbo-machines	54
A) L'influence du rapport $\frac{T_3}{T_1}$ sur le rendement des turbo-machines	54
B) Cas d'une cellule de turbine	56
C) Cas d'une cellule de compresseur	63

CHAPITRE III

Les deux aspects du rendement des machines thermiques

9. — Le rendement propre et le rendement total d'une machine thermique	68
10. — Le rendement total d'une turbine	73

TABLE DES MATIÈRES

313

A) Utilisation de l'énergie des gaz d'échappement pour la production de travail	73
B) Utilisation de l'énergie des gaz d'échappement dans un échangeur thermique	77
11. — Le rendement total d'un compresseur	79
A) Détente de l'air comprimé sans un échange de chaleur préalable	80
B) Compression sans refroidissement suivie d'un échange de chaleur	81

CHAPITRE IV

La compression de l'air

12. — La compression sans réfrigération	86
13. — La compression avec réfrigération	94
A) Cas d'une réfrigération continue	94
B) Cas d'une réfrigération fractionnée	99
14. — Le fonctionnement optimum du compresseur d'air dans une installation de turbine à gaz	104

CHAPITRE V

Le cycle sans réchauffage intermédiaire ni récupération

15. — Généralités	116
16. — Compression adiabatique	119
17. — Compression avec une réfrigération uniforme	126
18. — Compression avec une réfrigération rationnelle	133

CHAPITRE VI

Le cycle à réchauffage intermédiaire du fluide moteur

19. — Compression adiabatique	139
20. — Compression avec une réfrigération uniforme	151
21. — Compression avec une réfrigération rationnelle	156

CHAPITRE VII

Le cycle à récupération de la chaleur des gaz d'échappement

22. — Généralités	161
23. — Compression adiabatique	163
24. — Compression avec une réfrigération uniforme	168
25. — Compression avec une réfrigération rationnelle	170
26. — Influence de l'efficacité de l'échangeur	175

CHAPITRE VIII

Le cycle à réchauffage intermédiaire et récupération

- 27. — Compression adiabatique
- 28. — Compression avec une réfrigération uniforme
- 29. — Compression avec une réfrigération rationnelle
- 30. — Influence de l'efficacité de l'échangeur
- 31. — Comparaison avec un cycle à réfrigération et réchauffage uniformes

CHAPITRE IX

Le cycle à basse pression

- 32. — L'utilisation de la turbine à gaz pour la récupération de chaleurs perdues
- 33. — La combinaison du cycle de la turbine à gaz avec un cycle à basse pression

CHAPITRE X

La combustion sans excès d'air

- 34. — Le maximum d'énergie mécanique pouvant être fournie par la combustion
- 35. — Cycles avec combustion à la pression atmosphérique
- 36. — Cycles avec échappement à la pression atmosphérique
- 37. — Remarques et conclusions

CHAPITRE XI

Les circuits

- 38. — Le circuit ouvert
- 39. — Le circuit fermé
- 40. — Les circuits mixtes

CHAPITRE XII

Les combinaisons du cycle de la turbine à gaz avec d'autres cycles thermiques

- 41. — Combinaison avec le cycle du moteur Diesel
- 42. — Combinaison avec le cycle de la vapeur d'eau
- A) Cas d'une turbine à condensation
- B) Cas d'une turbine à contre-pression
- 43. — Combinaison simultanée avec le cycle du moteur Diesel et celui de la vapeur d'eau

CHAPITRE XIII

**L'utilisation de la turbine à gaz pour la production simultanée
de travail et de chaleur ou de froid**

44. — Production simultanée de travail et de chaleur.....	281
45. — Production simultanée de travail et de froid	292
ANNEXE I. — Intervention, dans l'étude du cycle thermique de la turbine à gaz, de l'efficacité des réfrigérants d'air et des pertes de charge dans les circuits de l'air et des gaz	298
ANNEXE II. — Diagramme enthalpie-entropie de la turbine à gaz....	306