

Connaissances de base

Centrales thermiques à vapeur

Les centrales thermiques à vapeur jouent un rôle central dans l'approvisionnement en énergie électrique. En plus de la production d'électricité, une partie de la chaleur produite par les centrales thermiques à vapeur est parfois utilisée pour alimenter le chauffage urbain. Le cycle de vapeur selon Clausius-Rankine est aujourd'hui encore l'un des cycles les plus importants et les plus répandus dans l'industrie.

Dans une centrale thermique à vapeur, une turbine à vapeur entraînée par de la vapeur produit de l'énergie mécanique. Cette énergie mécanique est transformée en énergie électrique dans

des générateurs. La vapeur requise peut être produite p.ex. au moyen d'énergie nucléaire, de combustibles fossiles, d'énergie solaire ou par géothermie.

Grâce à des optimisations de processus, le rendement de la production d'énergie électrique n'a cessé d'augmenter ces dernières années. Le rendement global actuel est proche de 45%.

Les centrales thermiques à vapeur présentent un principe de construction similaire:

Source de chaleur

Générateur de vapeur

Turbine avec générateur

Refroidissement

On distingue les types suivants de centrales thermiques à vapeur, en fonction de la source de chaleur qui fournit l'énergie thermique:

Centrale nucléaire



Centrale à charbon



Centrale au fuel



Centrale solaire et centrale thermique solaire



Centrale thermique à turbines au gaz et à vapeur



Principes de base théoriques du cycle d'une centrale thermique à vapeur

Cycle de Clausius-Rankine

On utilise le cycle de Clausius-Rankine pour analyser, évaluer et comparer entre elles les centrales thermiques à vapeur. Ce cycle thermodynamique décrit la transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique, et inversement. Comme c'est le cas pour tous les cycles thermodynamiques, il ne peut pas dépasser le rendement du cycle de Carnot correspondant.

Dans les centrales thermiques à vapeur, l'énergie thermique d'un fluide de travail (habituellement l'eau, mais cela peut être aussi p.ex. l'ammoniac) est d'abord transformée en énergie mécanique. Pour ce faire, le fluide de travail est alternativement condensé à basse pression, et évaporé à haute pression. La pression est appliquée par la pompe d'alimentation en absorbant du travail, et déchargée dans la turbine en libérant du travail. Le fluide de travail est acheminé dans un cycle fermé.

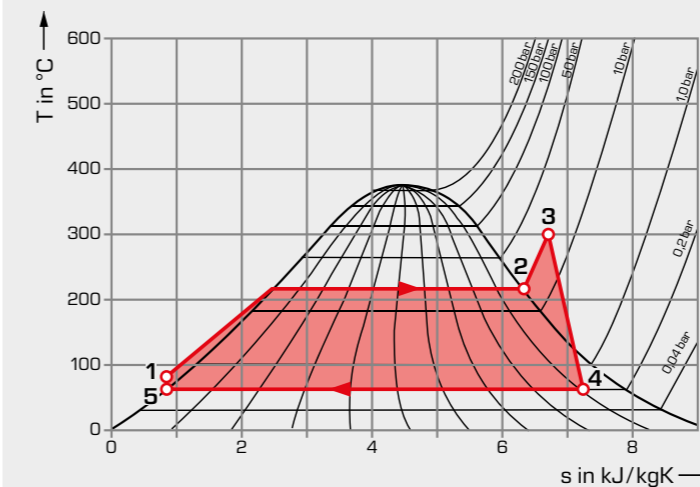


Diagramme T,s de la centrale thermique à vapeur

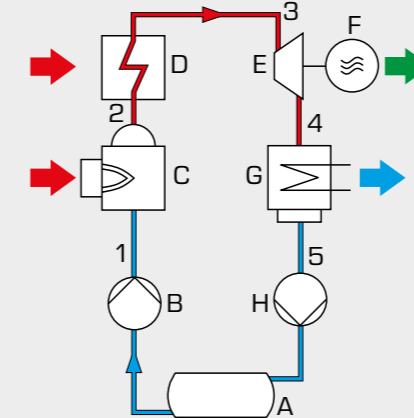


Schéma de processus de la centrale thermique à vapeur

A réservoir d'eau d'alimentation, B pompe à eau d'alimentation, C chaudière, D surchauffeur, E turbine à vapeur, F générateur, G condenseur, H pompe à condensat;

■ énergie thermique, température basse,
■ énergie thermique, température élevée,
■ énergie mécanique / électrique

Le diagramme T,s montre le cycle de Clausius-Rankine d'une centrale thermique à vapeur. Le fluide de travail est l'eau ou la vapeur d'eau.

1 – 2

l'eau subit un chauffage **isobare** dans une chaudière à une pression de chaudière de 22 bar, et s'évapore

2 – 3

surchauffage **isobare** de la vapeur à 300°C

3 – 4

la vapeur subit une expansion **polytropique** dans la turbine à vapeur et passe à une pression de 0,2 bar, ce qui libère de l'énergie mécanique

Point 4

zone de vapeur humide: le titre de la vapeur n'est plus que de 90%

4 – 5

condensation de la vapeur

5 – 1

augmentation de la pression sur la pression de chaudière par la pompe à condensat et à eau d'alimentation, le cycle est bouclé