

NIVEAU 4. STOOMTECHNIEK AFVALVERBRANDING CE: (nr. 130)

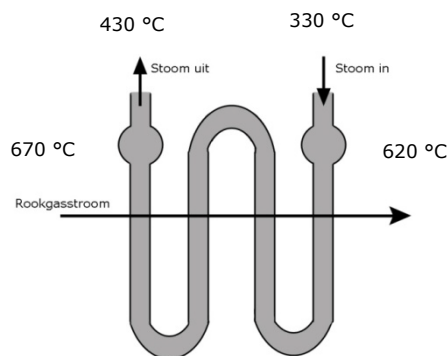
Bijlage: h-s diagram, T-s diagram en formuleblad.

TIJD 2 UUR: TOEGESTANE HULPMIDDELEN, REKENMACHINE, STOOMTABEL en h-s en T-s DIAGRAM

1. Wat wordt verstaan onder natte stoom?
2. Bereken de enthalpie van natte stoom met een druk van 66 bara (6,6 MPa) en een vochtgehalte van 12 %.
3. Geef een omschrijving en een schets in het h-s diagram van een isopsychre.
4. Geef in het T-s diagram de isotherm van 150 °C aan.
5. Als we stoom voor verwarmingsdoeleinden willen gebruiken gaat de voorkeur dan uit naar stoom met hoge druk en temperatuur of juist naar stoom met een lage druk? Motiveer uw antwoord.
6. Gegeven is een oververhitter die in kruis tegenstroom geschakeld is. Van de oververhitter zijn de volgende gegevens bekend:

Gegeven:

t_1	= Rookgastemperatuur intrede ovo	670 °C
t_2	= Rookgastemperatuur uittrede ovo	620 °C
t_3	= Stoomtemperatuur intrede ovo	330 °C
t_4	= Stoomtemperatuur uittrede ovo	430 °C
δ	= Wanddikte pijp	8 mm.
λ	= Warmtegeleiding coëfficiënt staal	40W/(m·K)
α_{in}	= Warmteoverdracht staal – stoom	350 W/(m ² ·K)
α_{uit}	= Warmteoverdracht rookgas – staal	40 W/(m ² ·K)
A	= Oppervlak ovo	1150 m ²
p	= Stoomdruk	44 bara



Gevraagd:

- a. Bereken de k waarde van de ovo.
7. Gegeven is een warmtewisselaar die in zuivere meestroom geschakeld is. Met behulp van water wordt smeerolie opgewarmd.
 De intredetemperatuur van het water: $t_{w\ in} = 90\text{ °C}$
 De uittredetemperatuur van het water: $t_{w\ uit} = 60\text{ °C}$
 De intredetemperatuur van de smeerolie: $t_{in\ olie} = 10\text{ °C}$
 De uittredetemperatuur van de smeerolie: $t_{uit\ olie} = 45\text{ °C}$

Bereken het logaritmisch temperatuurverschil over de warmtewisselaar.
 Er hoeft geen rekening te worden gehouden met warmteverlies en opwarmtijd van de wanden.

8. Van een ontgasser is gegeven dat er 2 kilogram stoom per seconde via de ontluchtingspijpen ontsnapt.
De manometrische druk van de ontgasser bedraagt 0,35 MPa (3,5 barg).
Als de buitenluchttemperatuur 18 °C bedraagt, bereken dan het warmteverlies dat door deze ontsnappingsstoom verloren gaat. $c_w = 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$.
9. Teken een kringloop van een ketel, ontgasser en een condensatieturbine met aftapstoom en een vacuümcondensator.

Wat is het voordeel van een vacuümcondensator ten opzichte van een atmosferische condensator?
Wat is ongeveer de elektriciteitsderving in procenten als gebruik wordt gemaakt van aftapstoom?
10. Aan welke eisen moet volgens u een condenspot voldoen, noem er minimaal drie.
11. Teken schematisch een h-s diagram en een T-s diagram.

Geef in beide diagrammen het proces weer waarin een ketel is opgenomen die oververhitte stoom produceert en dit levert aan een condensatieturbine zonder aftapstoom.

Geef tevens aan hoe het thermisch rendement berekend wordt.
12. Noem twee manieren waarmee het thermisch rendement verbeterd kan worden.

LET OP HIERNA KOMEN DE UITWERKINGEN!!!

UITWERKINGEN NIVEAU 4 STOOMTECHNIEK CE (nr. 130)

TIJD 2 UUR

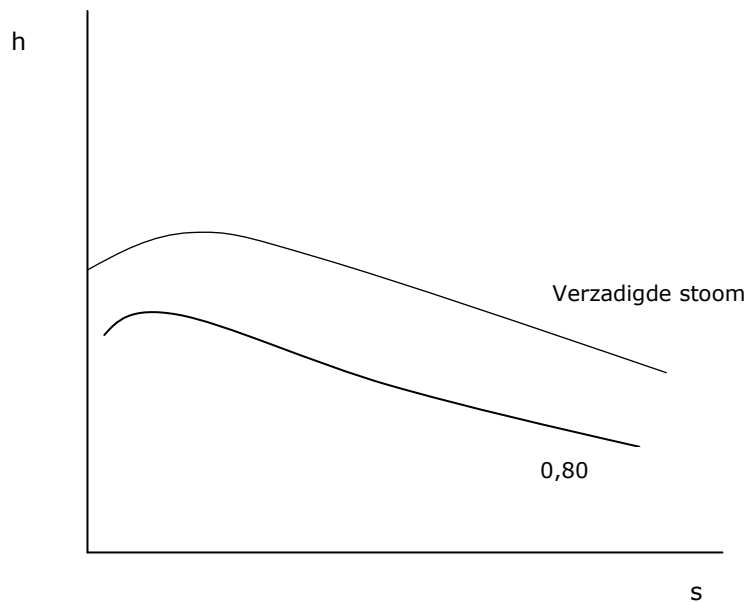
TOEGESTANE HULPMIDDELEN, REKENMACHINE, STOOMTABEL EN h-s en T-s diagram

- Onder natte stoom wordt verstaan: stoom met dezelfde temperatuur als het kookpunt van water, bij de heersende druk, waarbij deze stoom nog waterdeeltjes bevat.
- Uit de stoomtabel volgt bij 6,6 MPa:
 $h_w = 1246,5 \text{ kJ/kg}$
 $h_{vs} = 2778,3 \text{ kJ/kg}$

$$h_{ns} = h_w + x \cdot (h_{vs} - h_w) \quad [kJ / Kg]$$

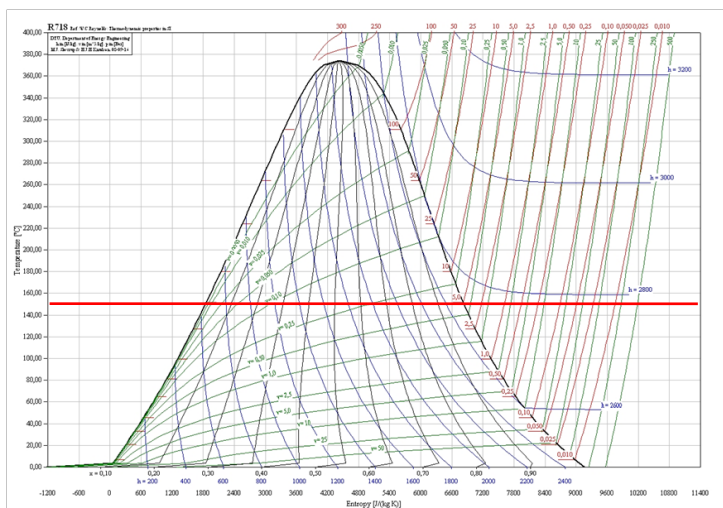
$$h_{ns} = 1246,5 + 0,88 \cdot (2778,3 - 1246,5) = 2594,48 \text{ kJ / kg}$$

- De isopsychre is een lijn van constant dampgehalte. De lijn op de afbeelding waar 0,80 staat is een lijn met een dampgehalte van 80 %. Voor de verzadigde stoomlijn geldt natuurlijk dat het dampgehalte daar 100 % bedraagt.



Schematische voorstelling van een isopsychre in het h-s diagram.

- De rode lijn is de isotherm van 150 °C.



5. Voor verwarmingsdoeleinden gebruiken we bij voorkeur stoom van lage druk. Dit doen we, omdat stoom van lage druk een grotere condensatiewarmte heeft dan stoom van hoge druk.

6. a.
$$k = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_{in}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{uit}} \right)}$$

$$k = \frac{1}{\left(\frac{1}{350} + \frac{0,008}{40} + \frac{1}{40} \right)} = 35,64 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

- 7.

$$\Delta T_{\max} = 90 - 10 = 80 \text{ K of } 80^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\min} = 60 - 45 = 15 \text{ K of } 15^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{\text{gem}} = \frac{\Delta T_{\max} - \Delta T_{\min}}{\ln\left(\frac{\Delta T_{\max}}{\Delta T_{\min}}\right)}$$

$$\Delta T_{\text{gem}} = \frac{80 - 15}{\ln\left(\frac{80}{15}\right)} = 38,83 \text{ K}$$

8. De druk in de ontgasser bedraagt 4,5 bara. De bijbehorende verzadigingstemperatuur bedraagt volgens de stoomtabel:
 $t = 147,92^\circ\text{C}$.

De stoom condenseert eerst tot kokend water en koelt daarna af tot omgevingstemperatuur.

Bij 4,5 bara geldt:

$$h_{vS} = 2742,9 \text{ kJ} / \text{kg}$$

$$h_w = 623,16 \text{ kJ} / \text{kg}$$

De vergelijking wordt nu:

$$\dot{Q} = \dot{m}_s \cdot (h_{vS} - h_w) + \dot{m}_s \cdot c_w \cdot \Delta t$$

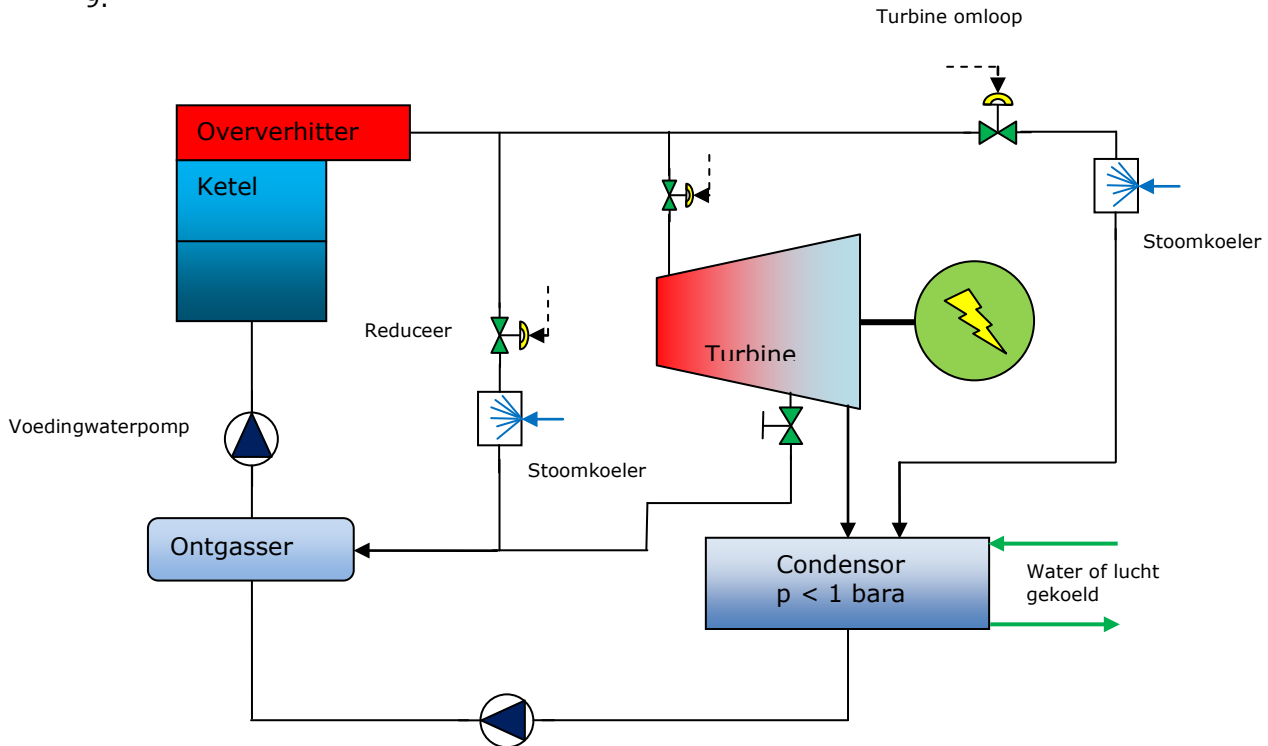
$$\dot{Q} = 2 \cdot (2742,9 - 623,16) + 2 \cdot 4,2 \cdot (147,92 - 18)$$

$$\dot{Q} = 4239,48 + 1091,328$$

$$\dot{Q} = 5330,808 \text{ kW}$$

$$\dot{Q} = 5,33 \text{ MW}$$

9.

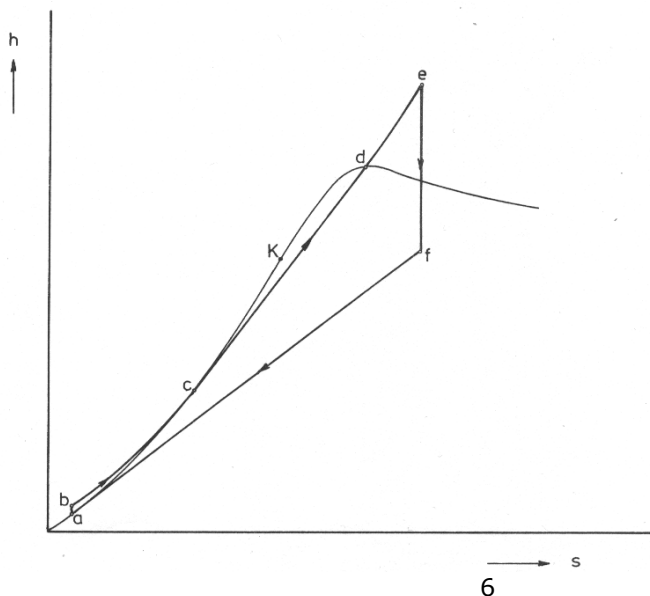


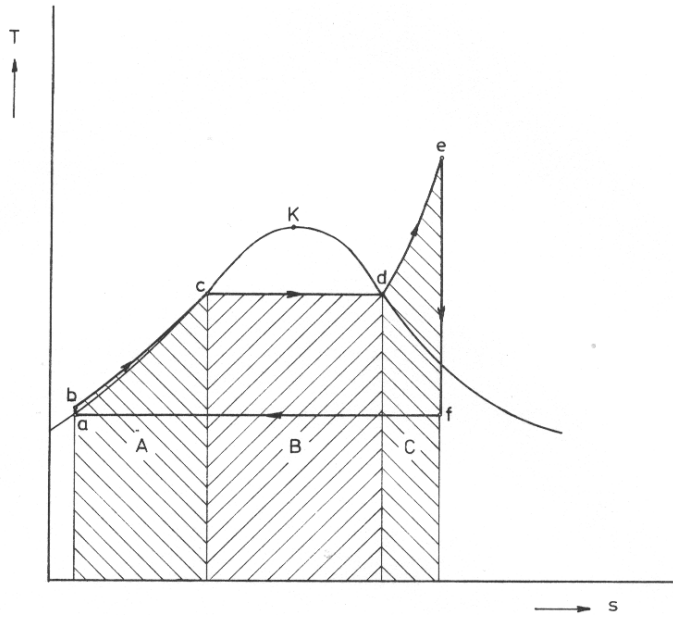
Het grote voordeel van de vacuümcondensator ten opzichte van de atmosferische condensator is dat de expansie in de turbine verder doorgevoerd kan worden. Er wordt dan meer arbeid geleverd, dus meer elektriciteitsproductie.

Bij gebruik van aftapstoom wordt er circa 10-20% van de warmte die met de aftapstoom afgevoerd wordt minder elektriciteit geleverd.

- 10.
- Condensaat afvoeren
 - Lucht afvoeren
 - Niet condenseerbare gassen afvoeren
 - Bestand zijn tegen vorst
 - Eenvoudige uitvoering
 - Slechts enkele bewegende delen bezitten
 - Weinig onderhoud
 - Lange levensduur

11.





$$\text{Thermisch Rendement} = \frac{\text{Doel}}{\text{Offer}} \cdot 100\% \quad [\%]$$

$$\eta_{\text{Thermisch}} = \frac{W_{\text{Theoretisch}}}{Q_{\text{Toegevoerd}}} \cdot 100\% \quad [\%]$$

$$\eta_{\text{Thermisch}} = \frac{h_e - h_f}{h_e - h_a} \cdot 100\% \quad [\%]$$

12. Het thermisch rendement kan verbeterd worden door toepassing van voedingwater voorwarming met behulp van aftapstoom en door hogere keteldrukken en hogere stoomtemperaturen toe te passen.