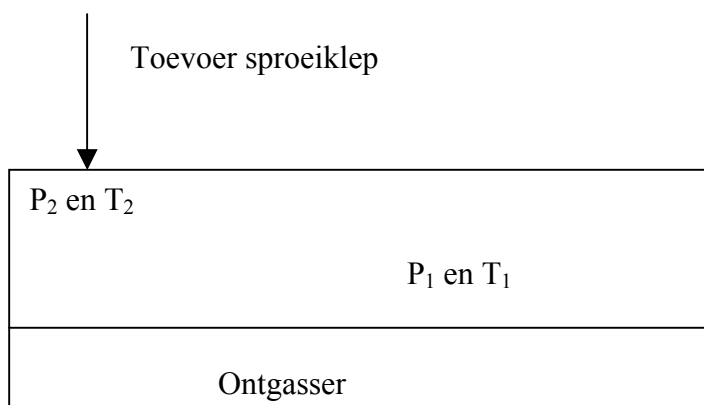


4.5 Theoretische beschouwing van de ontgasser

Op onderstaand schema is een ontgasser weergegeven met sproeiklep, de vraag die we ons zullen stellen luidt:

- Hoe groot is de theoretische druk bij de sproeiklep p_2 .
- In hoeverre is de druk afhankelijk van de temperatuur.



We nemen, als voorbeeld, de volgende gegevens aan:

De druk in de ontgasser	:	$P_1 = 3,8$ bara
De temperatuur in de ontgasser	:	$T_1 = 412$ Kelvin
De condensaattemperatuur	:	$T_2 = 393$ Kelvin

Gevraagd, hoe groot is de druk P_2 .

Poisson

We gaan nu uit van de eerste wet van Poisson, deze luidt:

$$p_1 \cdot V_1^n = p_2 \cdot V_2^n$$

In deze formule is n , de polytrophe exponent en bedraagt 1,14.

We zullen eerst de omrekening geven van deze eerste wet naar het verband met de temperatuur en druk.

Volgens de wet van Boyle Gaylussac weten we dat voor een ideaal gas geldt:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Aangezien deze twee termen aan elkaar gelijk zijn en dit ook voor de eerste stelling geldt, delen we deze twee termen op elkaar, hieruit volgt dan:

$$\frac{p_1 \cdot V_1^n}{\left(\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1}\right)^n} = \frac{p_2 \cdot V_2^n}{\left(\frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}\right)^n}$$

We zien dat V_1 en V_2 uit de vergelijking vallen en vinden nu:

$$p_1^{(1-n)} \cdot T_1^n = p_2^{(1-n)} \cdot T_2^n$$

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{(1-n)} = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^n$$

$$\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{n}{1-n}}$$

$$p_2 = p_1 \cdot \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^{\frac{n}{1-n}}$$

Ingevuld met de in het voorbeeld gestelde gegevens:

$$p_2 = 3,8 \cdot \left(\frac{412}{393}\right)^{\frac{1,14}{1-1,14}} = 2,53 \text{ bar absoluut (bara)}$$

Hieruit valt af te leiden, dat hoe kleiner het temperatuur verschil tussen T_1 en T_2 bedraagt, hoe hoger de druk p_2 wordt.

Als de temperaturen aan elkaar gelijk zijn dan zijn ook de drukken aan elkaar gelijk en werkt de ontgasser niet meer.

Verblijftijd

Dit is echter geen reden om het temperatuurverschil zeer groot te maken, doet men dit dan wordt de voorontgassing minder en zal de verblijftijd in de ontgasser toe moeten nemen wil men voldoende kunnen ontgassen.

4.6 Rekenvoorbeeld Ontgasser

Van een ontgasser is het volgende bekend:

De druk in de ontgasser bedraagt 3,5 bara

De druk en temperatuur van de toegevoerde stoom bedraagt 4,2 bara en 150 °C.

Er wordt 250 ton water per uur aan de ontgasser toegevoerd met een temperatuur van 90 °C.

Op de ontgasser zijn twee ontluchtingspijpen aanwezig met een orifice van 10 mm.

De soortelijke warmte van het water bedraagt 4,19 kJ/kg.K.

De contractiefactor voor de orifice bedraagt 0,9.

Gevraagd, bereken:

- De benodigde hoeveelheid stoom die aan de ontgasser moet worden toegevoerd.
- Bereken het warmteverlies van de ontgasser, de straling mag buiten beschouwing worden gelaten.

Oplossing:

- De hoeveelheid benodigde stoom is te splitsen in:
 - De hoeveelheid stoom om het water op te warmen.
 - De hoeveelheid stoom die ontsnapt via de twee ontluchtingen.

De stoomtabel leert ons het volgende.

Tabel 3 Toestanden van water en oververhitte stoom

p	t	v	h	s
bar	°C	m ³ /kg	kJ/kg	kJ/(kg.K)
4,2	150	0,00108	2746,038	6,8834

Tabel 2 Druktabel voor verzadigingstoestanden

p	t	h_w	h_d	S_w	S_d	V_w	V_d
bar	°C	kJ/kg	kJ/kg	kJ/(kg.K)	kJ/(kg.K)	m ³ /kg	m ³ /kg
3,5	138,8731	584,271	2731,638	1,72731	6,93917	0,00107	0,52382

Het water moet worden opgewarmd van 90 °C naar de temperatuur die hoort bij 3,5 bara ofwel 138,87 °C.

Aan warmte is hiervoor benodigd:

$$Q = \dot{m}_w \cdot c_w \cdot \Delta t_w \quad [\text{kW}]$$

$$Q = \frac{250000}{3600} \cdot 4,19 \cdot (138,87 - 90) = 14219,81 \quad \text{kW}$$

Deze warmte moet gelijk zijn aan de warmte die de stoom afgeeft, deze is:

$$Q = \dot{m}_s \cdot (h_s - h_w) \quad \text{kW}$$

$$14219,81 = \dot{m}_s \cdot (2746,038 - 584,27)$$

$$\dot{m}_s = 6,577 \quad \text{kg/s}$$

$$\dot{m}_s = 23,68 \quad \text{ton/uur}$$

De hoeveelheid ontsnappingsstoom via de ontluchtingen:

Volgens de continuïteit formule geldt:

$$\dot{m}_s \cdot V_s = A \cdot v \cdot \mu$$

$$V_s = 0,52382 \quad \text{m}^3/\text{kg}$$

De soortelijke massa wordt hiermee:

$$\rho = \frac{1}{V_s} \quad \text{kg/m}^3$$

$$\rho = \frac{1}{0,52382} = 1,908 \quad \text{kg/m}^3$$

$$A = 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0,01^2 = 1,5707 \cdot 10^{-4} \quad \text{m}^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho}} \quad \text{m/s}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot (3,5 - 1) \cdot 10^5}{1,908}} = 511,85 \quad \text{m/s}$$

$$\dot{m}_s = \frac{A \cdot v \cdot \mu}{V_s} = \frac{1,5707 \cdot 10^{-4} \cdot 511,85 \cdot 0,9}{0,52382} = 0,138 \quad \text{kg/s}$$

$$\dot{m}_s = 0,4971 \quad \text{ton/uur}$$

De totale hoeveelheid stoom wordt hiermee:

$$23,68 + 0,4971 = 24,1771 \quad \text{ton/uur.}$$

Het warmteverlies via de ontluchtingen.

De verzadigde stoom condenseert eerst tot water en koelt vervolgens af naar omgevingstemperatuur, 20 °C.

p	t	h_w	h_d	S_w	S_d	V_w	V_d
bar	°C	kJ/kg	kJ/kg	kJ/(kg.K)	kJ/(kg.K)	m ³ /kg	m ³ /kg
3,5	138,8731	584,271	2731,638	1,72731	6,93917	0,00107	0,52382

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

$$Q = 0,138 \cdot (2731,6 - 584,27) + 0,138 \cdot 4,19 \cdot (138,87 - 20)$$

$$Q = 365 \text{ kW}$$