

5.8 De rookgastemperatuur na de Quench

Zoals reeds eerder opgemerkt wordt de Quench, vaak geïntegreerd in de zure wasser, toegepast om de rookgassen af te koelen. Dit afkoelen gebeurt met behulp van water. Het water wordt met behulp van sproeiers verneveld, vervolgens neemt het water warmte op van de rookgassen waardoor het water verdampt. Als gevolg van dit verdampende water zal de druk van de waterdamp toenemen, men noemt dit de partiële druk van de waterdamp.

Er kan net zoveel water verdampen tot de maximale dampspanning bereikt wordt. Op dit punt stopt de verdamping en dus ook de afkoeling.

Verzadigd

De rookgassen zijn nu verzadigd. Bij de verzadigingsdruk hoort de verzadigingstemperatuur, deze is in de stoomtabel te vinden.

Bij bijvoorbeeld een dampspanning van 1 bar, 0,1 MPa, hoort een temperatuur van 99,6 °C, terwijl bij een dampspanning van 0,25 bar, 0,025 MPa, een temperatuur hoort van 64,99 °C, zie tabel 2.

Verzadigingstoestanden		
Druk in MPa	Druk in bar	Temperatuur in °C
0,01	0,1	45,8
0,011	0,11	47,7
0,012	0,12	49,44
0,013	0,13	51
0,014	0,14	52,5
0,015	0,15	54
0,016	0,16	55,3
0,017	0,17	56,6
0,018	0,18	57,8
0,019	0,19	58,9
0,02	0,2	60
0,025	0,25	65
0,030	0,3	69
0,035	0,35	72,7
0,040	0,4	75,8
0,045	0,45	78,7
0,050	0,5	81,3
0,055	0,55	83,7
0,1	1	99,6

Tabel 2. Verzadigingstoestanden.

Voorbeeld 1:

We nemen aan dat de rookgassen, voor de Quench, de volgende samenstelling hebben:

CO ₂ :	7340	Nm ³ /uur
H ₂ O:	18500	Nm ³ /uur
SO ₂ :	15	Nm ³ /uur
SO ₃ :	1	Nm ³ /uur
N ₂ :	64044	Nm ³ /uur
O ₂ :	6900	Nm ³ /uur

Totaal: 96800 Nm³/uur

De rookgasdruk voor de Quench bedraagt: 990 millibar

De rookgasdruk na de Quench bedraagt: 980 millibar

Het volumepercentage waterdamp in de rookgassen bedraagt:

$$\frac{18500}{96800} \cdot 100\% = 19,11 \text{ vol } \% H_2O$$

De partiele druk van de waterdamp voor de Quench bedraagt:

$$\frac{19,11}{100} \cdot 990 = 189,2 \text{ millibar} = 0,1892 \text{ bar} = 0,01892 \text{ MPa}$$

Stel dat de temperatuur na de Quench maximaal 65 °C mag bedragen dan wil dit zeggen dat de maximale dampspanning van de waterdamp 0,025 MPa (0,25 bar) mag bedragen. Uit dit gegeven valt dan het volumepercentage waterdamp te berekenen, dit gaat als volgt:

$$\frac{x}{100} \cdot 980 = 250 \text{ millibar}$$

Hieruit volgt dat $x = 25,52$ volume % Waterdamp

Voorbeeld 2:

We nemen aan dat de rookgassen, voor de Quench, de volgende samenstelling hebben, hetzelfde als in voorbeeld 1.

CO ₂ :	7340	Nm ³ /uur
H ₂ O:	18500	Nm ³ /uur
SO ₂ :	15	Nm ³ /uur
SO ₃ :	1	Nm ³ /uur
N ₂ :	64044	Nm ³ /uur
O ₂ :	6900	Nm ³ /uur

Totaal: 96800 Nm³/uur

De rookgasdruk voor de Quench bedraagt: 990 millibar

De rookgasdruk na de Quench bedraagt: 980 millibar

Het volumepercentage waterdamp in de rookgassen bedraagt:

$$\frac{18500}{96800} \cdot 100\% = 19,11 \text{ vol } \% H_2O$$

De partiele druk van de waterdamp voor de Quench bedraagt:

$$\frac{19,11}{100} \cdot 990 = 189,2 \text{ millibar} = 0,1892 \text{ bar} = 0,01892 \text{ MPa}$$

Uit metingen blijkt bijvoorbeeld dat er in de Quench 4 m³ water per uur verdampt, dit is het verschil tussen toevoer Quench en de spui.

De soortelijke massa, bij normaalcondities, van waterdamp bedraagt:

$$\rho_0 = \frac{\text{De massa van 1 kmol } H_2O}{\text{Het volume van 1 kmol } H_2O}$$

$$\rho_0 = \frac{18}{22,4} = 0,80357 \text{ kg} / m_0^3$$

Het volume waterdamp dat per uur ontstaat wordt:

$$\dot{m} = \dot{V}_0 \cdot \rho_0$$

$$4000 \text{ kg} / \text{uur} = \dot{V}_0 \cdot m_0^3 / \text{uur} \cdot 0,80357 \text{ kg} / m_0^3$$

$$\dot{V}_0 = 4977,78 \text{ m}_0^3 / \text{uur}$$

Totaal aan waterdamp dat in de rookgassen aanwezig is, wordt nu:

$$18500 + 4977 = 23477 \text{ m}_0^3 / \text{uur}$$

De totale hoeveelheid rookgassen wordt:

$$96800 + 4977 = 101777 \text{ m}_0^3 / \text{uur}$$

We hebben gemakshalve aangenomen dat de rest van de aanwezige stoffen in het rookgas ongewijzigd blijft, in werkelijkheid zal een gedeelte van de zwavelverbindingen en het aanwezige Chloor in de Quench oplossen.

Het volumepercentage waterdamp wordt:

$$\frac{23477}{101777} \cdot 100\% = 23,06 \text{ vol } \% H_2O$$

De partiele druk van de waterdamp wordt:

$$\frac{23,06}{100} \cdot 990 = 228.29 \text{ millibar} = 0,22829 \text{ bar} = 0,022829 \text{ MPa}$$

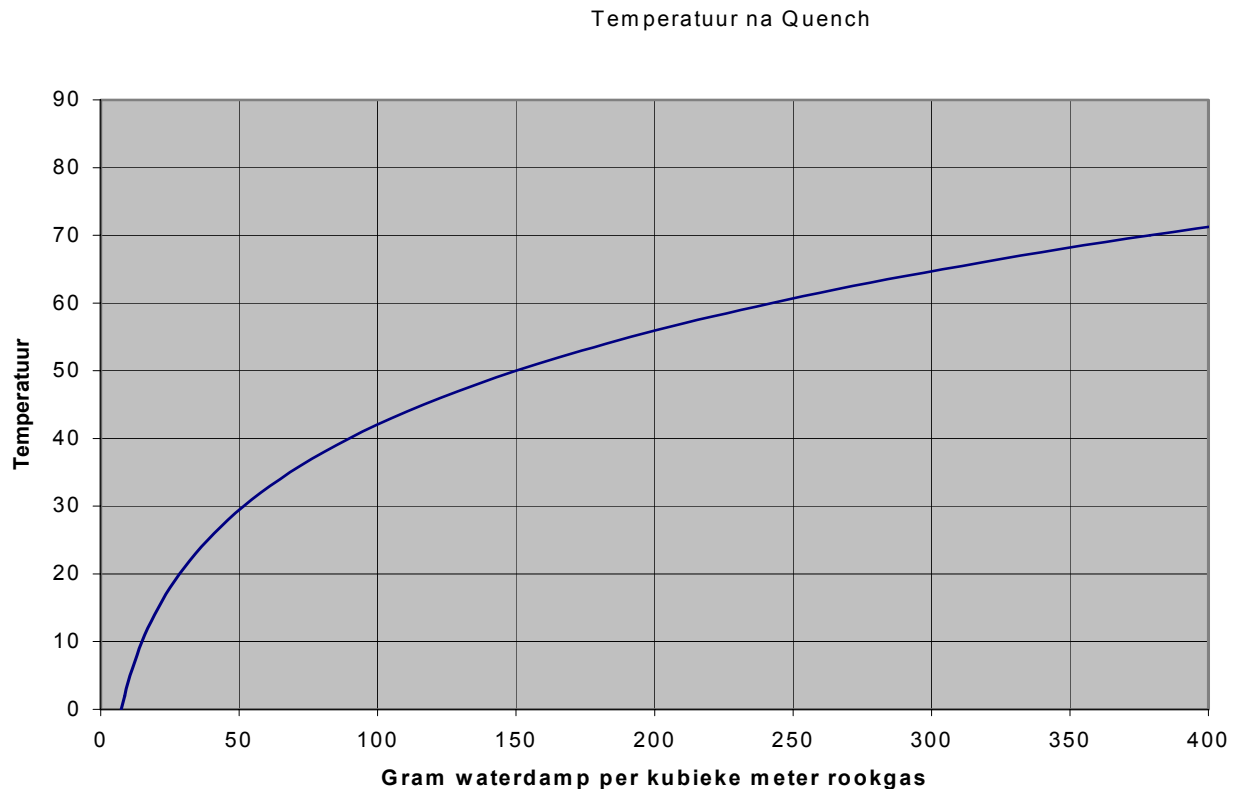
Bij een druk van 0,22829 bar behoort, volgens de stoomtabel, een temperatuur van 62,97 °C.

Uit het bovenstaande kan afgeleid worden dat wanneer het waterdampgehalte in de rookgassen voor de Quench toeneemt, ook de temperatuur na de Quench toeneemt. De temperatuur ligt immers vast met de dampdruk.

Waterdamp

Op afbeelding 6 is het verband weergegeven tussen de hoeveelheid waterdamp in de rookgassen en de temperatuur.

In de tabel is uitgegaan van een rookgasdruk van 1 bar, 0,1 MPa.



Afbeelding 6. Verzadigingstemperatuur als functie van de hoeveelheid waterdamp in de rookgassen.