

8 – PRESSÃO DE VAPOR, SATURAÇÃO, CONDENSAÇÃO E VÁCUO

Um gás que existe abaixo de sua temperatura crítica é normalmente chamado de VAPOR, porque pode condensar.

SE O VAPOR E O LÍQUIDO DE UM COMPONENTE PURO ESTÃO EM EQUILÍBRIO ENTÃO A PRESSÃO DE EQUILÍBRIO É CHAMADA PRESSÃO DE VAPOR.

Em uma dada temperatura, existe apenas uma pressão onde a fase líquida e a fase vapor de uma substância pura, podem existir em equilíbrio.

Evidentemente, cada fase isoladamente pode existir sozinha em uma ampla faixa de condições.

Qualquer substância tem um número infinito de pontos de ebulição, porém nos acostumamos a chamar de PONTO DE EBULIÇÃO “NORMAL”, a temperatura em que a ebulição ocorre sob a pressão de 1 atm (101,325 Pa ou 760 mm Hg).

Se um gás está na eminência de condensar sua primeira gota de líquido, o gás é chamado de GÁS SATURADO. Esta condição é conhecida também como PONTO DE ORVALHO.

Se um líquido está na eminência de vaporizar, o líquido é chamado de LÍQUIDO SATURADO. Esta condição é conhecida também como PONTO DE BOLHA.

Um vapor úmido consiste em vapor saturado e líquido saturado em equilíbrio. A FRAÇÃO MÁSSICA DO VAPOR É CONHECIDA COMO QUALIDADE DO VAPOR.

8.1 VARIAÇÃO DA PRESSÃO DE VAPOR COM A TEMPERATURA

Uma das formas de prever a relação entre pressão de vapor e temperatura é por meio da equação de Antoine, que apresenta precisão suficiente para uso na Engenharia. Pode ser escrita como segue:

$$\ln(p^*) = A - \frac{B}{C + T}$$

P^* = pressão de vapor em mm de Hg

T = temperatura em Kelvin

A , B e C = constantes encontradas no “The Properties of Gases

And Liquids” – Reid, R. C. Prausnitz, J.M. e Sherwood T

Ou

$$\log(p^*) = A - \frac{B}{C + T}$$

P^* = pressão de vapor em mm de Hg

T = temperatura em °C

A , B e C = constantes encontradas do artigo “To estimate vapor

Pressure easily” – Yaws, C.L. e Yang, H.C.

Os valores das constantes são diferentes em cada uma das fontes. No caso do artigo acima referido, que foi publicado pela revista Hydrocarbon Processing em outubro de 1989, tem dados para quase 700 substâncias.

Outra maneira de conhecer a variação da pressão de vapor com a temperatura é por meio da carta de Cox, cuja construção está descrita em seguida. Este método gráfico depende do conhecimento de pelo menos dois pares (pressão de vapor e temperatura), que pode ser experimental, da substância que se deseja determinar variações.

8.2 SATURAÇÃO:

Quando qualquer gás puro (ou mistura gasosa) entra em contato com um líquido, a qualquer temperatura, o gás adquire moléculas do líquido. O número de moléculas será maior quanto maior for a temperatura, até um limite máximo para cada temperatura.

Se o contato é mantido por tempo considerável, a vaporização do líquido continuará até que o equilíbrio seja atingido, quando então, A PRESSÃO PARCIAL DO VAPOR SERÁ IGUAL À PRESSÃO DE VAPOR DO LÍQUIDO NA TEMPERATURA DO SISTEMA.

Uma vez atingido o equilíbrio nenhuma quantidade adicional de líquido irá vaporizar para a fase gasosa (é o limite para aquela temperatura, o gás se saturou).

O GÁS É DITO SATURADO com o vapor em questão em uma dada temperatura. Também dizemos que a MISTURA GASOSA ESTÁ NO SEU PONTO DE ORVALHO.

O PONTO DE ORVALHO para uma mistura de vapor puro e gás não condensável é a exata temperatura em que o vapor começa a condensar quando resfriado a pressão constante.

8.3 SATURAÇÃO PARCIAL E UMIDADE:

Quando o tempo de contato entre gás e líquido não for suficiente para chegar ao equilíbrio, significa que o gás não está completamente saturado com o vapor.

Então a pressão parcial do vapor é menor que a pressão de vapor do líquido em uma dada temperatura. Esta condição é chamada de SATURAÇÃO PARCIAL.

Quando o vapor é vapor d'água e o gás é ar, o termo especial UMIDADE se aplica. Para outros gases ou vapores, o termo SATURAÇÃO é usado.

Se resfriarmos lentamente o ar úmido, a pressão parcial do vapor d'água vai se aproximando da pressão de vapor da água, uma vez que para uma menor temperatura, menor será a pressão de vapor da água.

Finalmente, a pressão parcial do vapor d'água igualará a pressão de vapor da água, o equilíbrio será restabelecido e o vapor começará a condensar.

8.4 SATURAÇÃO RELATIVA E UMIDADE RELATIVA:

A SATURAÇÃO RELATIVA é definida como a razão entre a pressão parcial do vapor na mistura gasosa e a pressão parcial do vapor na mistura se o gás estivesse saturado. Ou a pressão de vapor do componente vapor.

Pode ser expressa como a razão entre mols (ou massa) do vapor na mistura e mols (ou massa) do vapor se a mistura estivesse saturada.

Se estivermos nos referindo a vapor d'água e ar, estaremos nos referindo a UMIDADE RELATIVA DO AR.

8.5 UMIDADE

O termo especial umidade refere-se à massa de vapor d'água por massa de ar totalmente seco.

8.6 SATURAÇÃO MOLAL

É outra forma de expressar a concentração de vapor em um gás. É a razão entre (mols) do vapor e (mols) do gás isento de vapor.

8.7 SATURAÇÃO (UMIDADE) “ABSOLUTA”:

É definida como a razão entre: (Saturação molal real)/(Saturação molal na saturação).