

Capítulo 09-Princípios de Allen Hazen sobre sedimentação

9.1 Introdução

Em 1904 Allen Hazen estabeleceu os princípios da sedimentação em um tanque que varia diretamente com a vazão de escoamento dividido pela área da placa plana do mesmo.

Este princípio não se aplica somente à sedimentação, mas também a processos de separação por gravidade de todos os líquidos, incluindo a separação água-óleo.

Vamos detalhar as *Guidelines for Design, Instalation and Operation of Oil-Water Separators for surface runoff treatment* de Oldcastle Precast, 1996.

9.2 Movimento uniformemente distribuído: laminar

Quando o movimento do fluido é laminar e uniformemente distribuindo na secção longitudinal da câmara, a velocidade ascensional V_t é o quociente da vazão pela área horizontal.

$$V_t = Q/A_H$$

Sendo:

V_t =velocidade ascensional (m/h) obtida pela aplicação da Lei de Stokes.

Q = vazão de pico (m³/h)

A_H = área plana (m²)

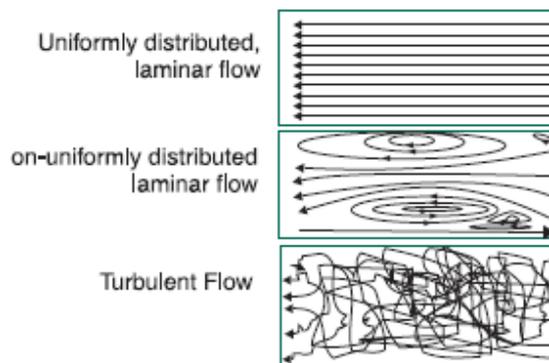


Figura 9.1- Movimento laminar, e movimento turbulento

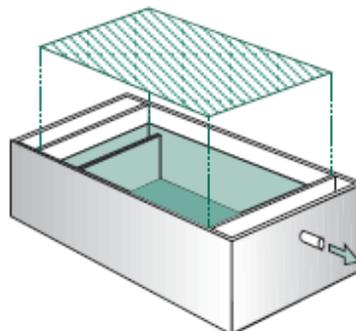


Figura 9.2- Área plana usada por Allen Hazen

9.3 Fator de turbulência

O escoamento raramente é uniformemente distribuído e laminar. Em muitos casos as altas vazões, causam turbulências nas beiradas, perto da entrada e saída e nas imediações do fundo da câmara.

Portanto, haverá uma perda de eficiência no processo de separação por gravidade e devido a isto, foi introduzido o fator F de turbulência pela *American Petroleum Institute – API* conforme *Publication 421- Design and Operation of Oil Separators*, 1990, que recomenda valores de F entre 1,2 a 1,75.

$$A_H = F \times Q / V_t$$

O valor de F não pode ser menor que 1 porque a performance não pode ser maior que os princípios de Hazen.

Muitos separadores por placas coalescentes possuem uma ótima *performance* perto do ideal e em algumas vezes é admitido F=1 ou omitido intencionalmente o valor de F, baseado no regime de escoamento que é essencialmente uniforme e radial.

O princípio de Hazen foi validado experimentalmente

A velocidade ascensional V_t para separador água-óleo pode ser achada pela Lei de Stokes.

Lembramos também que além da componente de velocidade vertical V_t , existe a velocidade horizontal V_H .

Portanto, os glóbulos de óleo podem se elevar em varias situações até atingir a superfície. O glóbulo pode estar em situação que demorará mais tempo para subir e o tempo em que todos os glóbulos de óleo irão subir é denominado de “**ts**” (**tempo de separação**).

Definimos por outro lado, o valor “**tr**” (tempo de residência) como o tempo em que água leva para percorrer a câmara.

O tempo de separação t_s deve ser menor ou igual ao tempo de residência “tr”.

$$t_s \leq t_r$$

O tempo de separação t_s pode ser obtido por:

$$t_s = d / V_t$$

Sendo:

t_s = tempo de separação (h)

d = altura da câmara (m)

V_t = velocidade ascensional (m/h)

O tempo de residência t_r pode ser obtido por:

$$t_r = L / V_H$$

Sendo:

t_r = tempo de residência (h)

L = comprimento da câmara (m)

V_H = velocidade horizontal (m/h)

Como $t_s \leq t_r$ podemos fazer:

$$d / V_t \leq L / V_H$$

Fazendo um rearranjo podemos obter:

$$V_H \times d / L \leq V_t$$

Aplicando a equação da continuidade temos:

$$Q = V_H \times A_v$$

$$A_v = B \times d$$

Sendo:

Q= vazão de pico (m³/h)

V_H= vazão horizontal (m³/h)

A_v= área da seção transversal (m²)

d= altura da câmara (m)

B= largura da câmara (m)

Teremos:

$$V_H = Q / A_v = Q / (B \times d)$$

Mas:

$$V_H \times d / L \leq Vt$$

Substituindo V_H temos:

$$Q \times d / (L \times B \times d) \leq Vt$$

Notar que o valor de “d” aparece no numerado e no denominador podendo portanto ser cancelado, o que mostra que a altura da câmara não influencia na performance do separador água-óleo.

Portanto fica:

$$Q / A_H \leq Vt$$

Portanto, fica válido o princípio de Hazen:

$$A_H = Q / Vt$$

É importante salientar que a área A_H pode ser área plana de uma câmara API ou área plana em projeção de uma placa coalescente instalada a 45° a 60°.

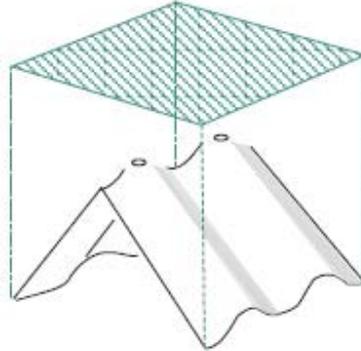


Figura 9.3- Projeção da placa coalescente. Só vale a área plana para o dimensionamento.

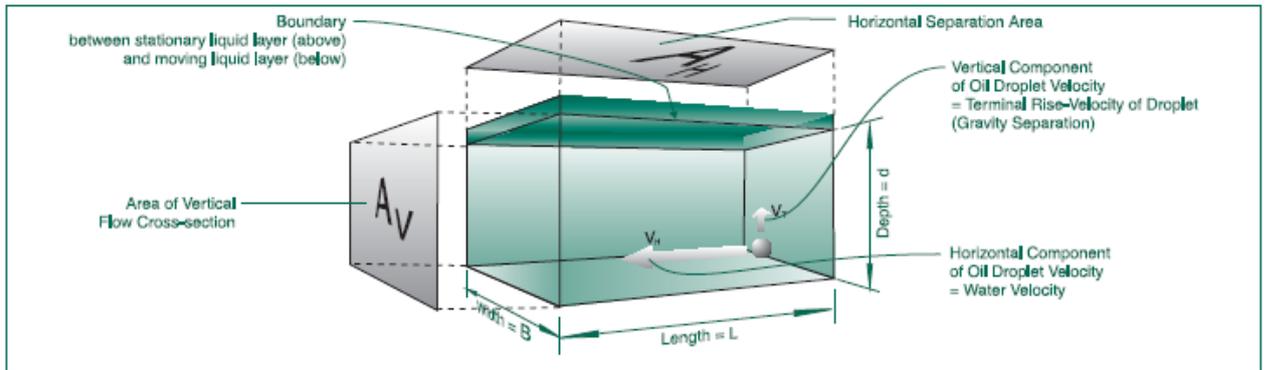


Figura 9.4- Notar a área planta A_H e a área da seção transversal A_V bem como as partículas V_t ascensional e V_H da velocidade horizontal numa caixa de profundidade d , largura B e comprimento L .