

Capacidad de presión de tubería PEAD PE4710 y PVC

Es muy frecuente encontrar en el mercado comparativas entre tuberías de polietileno de alta densidad (PEAD) y policloruro de vinilo (PVC) basándose solo por su presión de trabajo. Sin embargo hay diferencias fundamentales que se deben de considerar durante la etapa de diseño. Cuando se tienen en cuenta tanto el estrés hidrostático como la fatiga cíclica de los transitorios hidráulicos, la tubería de PEAD tiene varias ventajas notables.

Puntos Clave.

- No se deben comparar tuberías de diferentes materiales en función a su clase de presión (PC).
- La clasificación de presión de trabajo (WPR) es más apropiada para tener en cuenta el aumento de presión.
- Se debe evaluar la resistencia a la fatiga para las tuberías que experimentarán un aumento frecuente.
- La presión de funcionamiento permitida en la tubería de PVC puede estar muy por debajo de la clase de presión cuando se consideran sobrecargas y fatiga.
- La PC de las tuberías PE4710 considera las presiones de bombeo y sobretensión que ocurren en las tuberías de agua municipales típicas.

Clase de Presión (PC)

Ambos materiales, PEAD y PVC, utilizan una constante máxima en el estrés y base de diseño hidrostático.

$$PC = \frac{2 \times \sigma_s}{RD - 1}$$

σ_s – estrés hidrostático permisible a largo plazo.

2000 psi para PVC @ 73°F

1000 psi para PEAD @ 73°F

RD – Relación Dimensional (diámetro exterior / espesor del tubo)

La PC solo considera la presión estática o constante. Las tuberías sometidas a presión típicas sufren presiones fluctuantes además de la presión estática. Una comparación de la PC solo desatiende consideraciones clave que pueden resultar en una base de diseño equivocada y sesgada. El análisis de los eventos de sobretensión en redes de tuberías de varias partes se puede realizar mediante análisis de ingeniería especializados. Aunque se puede realizar una comprensión básica de las presiones potenciales usando las siguientes relaciones:

$$Ps = a \frac{\Delta V}{2.31g}$$

Ps – Presión transitoria (psi)

ΔV – cambio de velocidad repentino (ft/seg)

g – aceleración por gravedad (32.2 ft/seg.)

a – Velocidad de la onda. (ft/seg)

$$a = \frac{4660}{\sqrt{1 + \frac{K_{bulk}}{E_d} (RD - 2)}}$$

K_{bulk} – módulo de volumen de fluido, 300,000 psi @ 73°F

E_d – módulo aparente dinámico del material de la tubería.

150,000 psi para PEAD @ 73°F y 400,000 psi para PVC @ 73°F.

La tubería de PEAD y PVC pueden tolerar algún aumento ocasional sobre sus respectivas PC. Aunque el PEAD también puede tolerar oleadas recurrentes por encima de su PC. Para sobretensiones recurrentes como las de arranque / parada normal de la bomba, funcionamiento normal de la válvula, etc., el WPR para PE4710 es el menor de:

$$WPR_{PE} = PC_{PE} \times Ft$$

ó

$$WPR_{PE} = 1.5 \times PC_{PE} \times Ft - P_{RS}$$

PC_{PE} – PE4710 clase de presión
Ft – multiplicador de temperatura 1.0 < 80°F
P_{RS} – sobrepresiones recurrentes.

Para el diseño de tubería de PVC, las magnitudes de sobrepresión recurrentes se deben restar de la clase de presión para determinar la clasificación de presión de trabajo según AWWA C900 y C905.

$$WPR_{PVC} = PC_{PVC} F_t - P_{RS}$$

PC_{PVC} – PVC clase de presión
F_t – multiplicador de temperatura > 73°F (AWWA C900-07 or C905-10)

Ejemplo:

Un ingeniero está diseñando un sistema para conducción de agua que opera a 100 psi a 60 ° F y la velocidad de flujo está a 4 ft/s. Se estima que la tubería puede sufrir 2 eventos de sobrepresión por hora. ¿Cuál es el RD requerido para PE4710 y PVC para una vida de diseño de 50 años?

Se compara inicialmente un RD 25 en PVC (165 psi). La velocidad de flujo de 4 ft/s es usada para estimar sobrepresiones recurrentes.

$$a = \frac{4660}{\sqrt{1 + \frac{K_{bulk}}{E_d} (DR - 2)}} = \frac{4660}{\sqrt{1 + \frac{300,000 \text{ psi}}{400,000 \text{ psi}} \cdot (25 - 2)}} = 1091 \text{ ft/s}$$

$$P_s = a \frac{\Delta V}{2.31g} = 1091 \frac{4}{2.31 \cdot 32.2} = 59 \text{ psi}$$

$$WPR_{PVC} = PC_{PVC} F_T - P_{RS} = 165 \cdot 1 - 59 = 106 \text{ psi}$$

En segundo lugar se considera la fatiga. El diseño de la tubería debe soportar 2 eventos de sobrepresión por cada hora resistiendo 876,000 y por lo tanto un ciclo requerido a la falla de 2x876,000= 1'752,000 ciclos para tener en cuenta las fluctuaciones de presión secundaria asociadas con cada evento de sobretensión.

La amplitud de esfuerzo se calcula:

$$\sigma_a = \frac{P_s(DR - 1)}{2} = \frac{59 \text{ psi} \cdot (25 - 1)}{2} = 708 \text{ psi}$$

La curva de vida de fatiga en el Apéndice B de C900-07 muestra que no hay intercepción de una amplitud de esfuerzo de 708 psi con ciclos de 1,8 MM y, por lo tanto, se requiere un DR más grueso. La evaluación de DR 21 (PC200) también muestra que es insuficiente para 100 psi en las condiciones supuestas. DR 18 (PC235) da como resultado:

Ps ~ 70 psi y $\sigma_a = 591$ psi. En ciclos de 1.8MM, la tensión media permisible se determina a partir de la figura en el Apéndice B de AWWA C900-07 como aproximadamente 1,300 psi. La capacidad de presión correspondiente para la fatiga es:

$$P = \frac{2 \cdot \sigma_m}{DR - 1} = \frac{2 \cdot 1300 \text{ psi}}{18 - 1} = 153 \text{ psi}$$

153 psi considerando la fatiga para DR 18 es mayor que la presión de operación de diseño de 100 psi y por lo tanto suficiente para las suposiciones de diseño anteriores.

Para la tubería de PEAD se considera un RD 21 PC100 psi, un cambio de velocidad de flujo de 4 ft/s resulta en Ps=40 psi. La WPR para el PEAD es menor que:

$$WPR = PC \times Ft = 100 \text{ psi} \times 1$$

$$WPR = 1.5 \cdot PC \cdot F_T - P_{RS} = 1.5 \cdot 100 \cdot 1 - 40 \text{ psi} = 110 \text{ psi}$$

De ahí el WPR = 100 psi que es suficiente para las condiciones de diseño. La fatiga generalmente no es una consideración de diseño para PE4710, pero el ingeniero verifica esto con las ecuaciones en [PPI PACE en www.plasticpipe.org](http://www.plasticpipe.org), que muestra N ~ 14'000,000 ciclos y más que suficiente para las condiciones de diseño.

El ingeniero especifica un RD 21 para tubería de PEAD y un RD 18 para PVC.

Esta publicación es para fines informativos y está destinada a ser utilizada como una guía de referencia. No debe usarse en lugar del consejo de un ingeniero profesional. Para mayor información contacte a Policonductos.