



Aïllament tèrmic de recipients situats a la intempèrie

Les instal·lacions de fluids exteriors, bé siguin canonades o recipients, estan sotmeses a la climatologia. Un aïllament inadequat implica una reducció de la productivitat, un increment dels costos energètics i problemes de manteniment i durabilitat de les instal·lacions. Per tant, cal conèixer les possibles condicions adverses i preveure accions per evitar danys.

JORDI BOLEA | Rockwool Peninsular, SAU

Les raons per les quals necessitem aïllar tèrmicament un recipient poden ser diverses; destaquem-ne algunes:

1. Necessitat d'estalviar energia, d'evitar costos innecessaris per consum d'energia, tant en condicions de fred com de calor.
2. Evitar les pèrdues de producte per "respiració" del recipient.
3. Protecció de persones, en recipients a alta temperatura. Els recipients que treballen a temperatura són una font d'accidents laborals. Per evitar-los, s'imposa disposar d'una protecció correcta.
4. Necessitats del procés. Determinats processos s'han de fer a temperatura, i aquesta s'ha de poder mantenir i garantir. Una adequada protecció tèrmica contribueix a reduir costos de producció.

GRUIX DE L'AÏLLAMENT

La tria del gruix adequat d'aïllament ve condicionada per factors econòmics. A títol orientatiu podem fer servir els valors de la taula 1: si el gruix està lligat a diversos factors convindrà consultar una enginyeria especialitzada.

En cas de treballar amb temperatures superiors als 100 °C, s'aconsella dissenyar l'aïllament en dues capes, prenent la precaució d'aplicar l'aïllament encobert de manera que les juntes es trobin sempre al portell. És recomanable protegir l'aïllament, per evitar trencaments com a conseqüència de fregaments o de cops. Això encara és més necessari quan els recipients es troben a la intempèrie. La protecció habitual consisteix en una xapa d'alumini amb les unions reblades i engafetades. El treball s'ha de dur a terme amb una cura especial a fi d'as-

segurar l'estanquitat del sistema; altrament, si plogués, nevés o fes vent es reduirien considerablement les prestacions del recipient.

Les pèrdues per "respiració" tenen lloc quan el contingut del recipient és volàtil i es troba a pressió. En cas que no estigui correctament aïllat pot passar que, amb la calor de la intempèrie, augmenti la seva temperatura i, per tant, la pressió. Això pot fer disparar les seves vàlvules de seguretat i ocasionar pèrdues innecessàries.

Durant la nit, el recipient tornarà a refredar-se i recuperarà l'aire fred. Com més petit sigui el recipient, més grans poden ser les pèrdues.

L'ELECCIÓ DEL PRODUCTE AÏLLANT

A l'hora de definir el producte que emprarem per aïllar el recipient, cal tenir en compte tant les prestacions que vo-

Taula 1
Factors per a l'elecció
del gruix adequat d'aïllament

Taula 2
Propietats a tenir en compte
en la tria del producte aïllant



lem obtenir com la forma del recipient. Farem servir productes en forma de feltres o mantes o, en tot cas, plafons flexibles quan el recipient sigui cilíndric; per contra, si els recipients tenen les parets planes aplicarem productes rígids. Cal assegurar-se que la conductivitat tèrmica del producte s'ajusta a les nostres necessitats i a les diferents temperatures de treball. En cas que els recipients siguin de grans dimensions i calgui accedir a la part superior per feines de manteniment, s'aplicaran materials aïllants amb propietats mecàniques adequades que permetin el pas de persones. El material aïllant ha de garantir que no provoqui corrosió en contacte amb el metall. Seran productes amb propietats repulsives a l'aigua, productes d'estructura oberta ($\mu = 0$). L'aïllament haurà de ser sempre "respirant", així, en cas que pugui allotjar de manera fortuïta aigua al seu interior, es podrà evaporar per mitjans naturals.

En la taula 2 s'indiquen les principals característiques a tenir en compte.

PROTECCIÓ

Els materials aïllants emprats en el calorifugatge de recipients no han d'afavorir la corrosió, però aquesta pot aparèixer després de l'aïllant en forma de condensació si la protecció del recipient no és l'adequada o bé presenta fisures i/o manca d'estanquitat. És recomanable que els recipients, encara que estiguin calorifugats, siguin sotmesos a un tractament anticorrosiu aplicant-hi una pintura

Taula 1
Gruixos d'aïllament

Temperatura (°C)	60	80	100	120	140	160	180	200	220
Gruix (mm) paret	60	80	95	105	120	130	140	145	150
Gruix (mm) coberta	60	75	90	100	110	120	130	135	140

Taula 2
Principals requeriments i característiques

Conductivitat tèrmica Temperatures de servei Reacció al foc Flexió-curvatura Comportament a compressió Absorció acústica	Comportament a l'aigua Comportament a la humitat Corrosió Marca de qualitat per tercera part Fitxa de seguretat Marcatge CE
---	--

adient després de netejar-los amb sorrejat. Per fer-ho, consulteu els fabricants de pintures anticorrosives.

MANTENIMENT

Els recipients calorifugats han de ser objecte d'un manteniment regular. Aquest manteniment preventiu té com a objectiu detectar fuites, tant en el tancament del recipient com en les connexions i boques d'home que es troben al seu voltant. Es prestarà una cura especial en els ràcords i els sistemes de platines que uneixen canonades i aparellatge de mesura o regulació (vàlvules, comportes, etc.). En els tancaments s'observarà que no s'hagin produït cops o ruptures en la protecció de l'aïllament; si se'n detecta alguna, es repararà immediatament.

EXEMPLE DE CàLCUL

Necessitem conèixer el temps que triga a refredar-se un recipient d'aigua cilíndric, un cop s'ha desconnectat el sistema d'escalfament format

per unes resistències elèctriques. Partim de la hipòtesi que el recipient es troba parcialment ple, de l'ordre del 50 al 80%. Les dades de partida són les següents:

- Disposició: horitzontal
- Diàmetre: 1.000 mm
- Longitud: 2.500 mm
- Temperatura ambient: -5 °C
- Velocitat del vent: 8 m/s
- Temperatura final: 0 °C
- Protecció: Planxa d'alumini
- Aïllament: manta armada de llana de roca de 100 mm de gruix.

1. Començarem per calcular la temperatura mitjana, partint de les temperatures inicial i final: t_0 a l'inici: 10 °C; t_1 al final: -5 °C

$$t_m = \left(\frac{50 + 10}{2} + \frac{0 + (-5)}{2} \right) = 14 \text{ °C}$$

2. Consultarem a la fitxa del producte aïllant el valor λ del producte a la temperatura mitjana.

$$\lambda_{14} = 0,036 \text{ W/mK}$$



ARTICLE TÈCNIC

3. Calcularem el valor del coeficient de transmissió tèrmica per convecció α_c :

$$\alpha_c = 7.6 \cdot v^{0.8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\alpha_c = 7.6 \cdot 8^{0.8} = 40.11 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

4. Calcularem el valor del coeficient de transmissió tèrmica per radiació α_r :

$$\alpha_r = C \cdot \frac{\left[\frac{T_o}{100}\right]^4 - \left[\frac{T_i}{100}\right]^4}{t_o - t_i} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\alpha_r = 3.5 \cdot \frac{(2.80)^4 - (2.68)^4}{(7 - (-5))} = 2.88 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

5. Calcularem el valor del coeficient de transmissió tèrmica exterior α_{e2} :

$$\alpha_{e2} = \alpha_c + \alpha_r \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

$$\alpha_{e2} = 40.1 + 2.9 = 43.0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

6. Calculem Δt_v i Δt_n

$$\Delta t_v = (50 - (-5)) = 55 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_n = (0 - (-5)) = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

7. Calculem $\ln \Delta t_v$ i $\ln \Delta t_n$

$$\ln(\Delta t_v) = 4.007 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\ln(\Delta t_n) = 1.609 \text{ }^\circ\text{C}$$

8. Calcularem la massa del fluid continguda en el recipient (m_i).

$$m_i = 0.5 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \cdot 1^2 \cdot 2.5 \cdot 1000\right) = 981 \text{ kg}$$

9. Calculeu la superfície d'intercanvi tèrmic.

$$F = 2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 1^2 + \pi \cdot 1.2 \cdot 2.5 = 10.99 \text{ m}^2$$



ROCKWOOL

Canonades i recipient correctament aïllats



10. Finalment obtindrem el temps que triga a refredar el fluid.

$$z = (\ln \Delta t_v - \ln \Delta t_n) \cdot m_i \cdot c_p \cdot \frac{\frac{X}{\lambda} + 1}{3600 \cdot F} \text{ hr}$$

$$z = (4.007 - 1.609) \cdot 981 \cdot 4180 \cdot$$

$$\frac{0.1}{3600} + \frac{1}{10.99} = 696 \text{ hr}$$

NOTES

Si la caiguda de la temperatura no és superior als 50 °C, podem considerar un valor de λ constant des de l'inici fins a la fi. L'arrodoniment matemàtic tindrà una ínfima repercussió en el resultat final. En canvi, si la caiguda de temperatura supera els 50 °C, aleshores es pot considerar novament constant.

En el càlcul precedent, s'ha considerat que la distribució de la temperatura en el fluid és homogènia, la qual cosa no sempre es compleix en la realitat. Cal tenir en compte que, en determinades parts del volum i com a conseqüència dels ponts tèrmics (peanyes, suports, proteccions i altres elements fixats al recipient), el fluid pot començar a solidificar-se, mentre que en altres parts romandrà líquid. ■

DEFINICIONS

Coefficient de conductivitat tèrmica. El coeficient de conductivitat tèrmica (λ) d'un material expressa la

quantitat d'energia que travessa un material d'un gruix d'1 m, en què la diferència de temperatura entre les dues superfícies planoparaleles és d'1 K. La unitat és la λ (W/m.K).

Coefficient de transmissió tèrmica. El coeficient de transmissió tèrmica (α_s) expressa la quantitat d'energia que passa a través d'una paret d'una superfície d'1 m² en què la diferència de temperatura a la superfície i l'ambient és d'1 K.

El coeficient de transmissió tèrmica (α) està format, d'una banda, per la radiació (α_r) i, de l'altra, de convecció (α_c). Aquestes dues parts s'han de calcular per separat i sumar després, segons: $\alpha = \alpha_s + \alpha_c$. La unitat és α (W/m²K).

Resistència tèrmica. La resistència tèrmica (R) d'un tancament expressa en quina mesura es frenarà la transferència de calor a través de la paret. La resistència tèrmica es calcula en funció del gruix i el λ del producte. $R = d/\lambda$. La unitat és R (m².K/W).