

## SCAMBIATORI A FASCI TUBIERO - CARATTERISTICHE GENERALI

**Introduzione.** Gli scambiatori di calore a fascio tubiero (shell-and-tube) sono i più usati in tutti gli impianti industriali per trasferire energia termica tra fluidi diversi. Si distinguono principalmente per la tecnica adottata per contrastare le sollecitazioni termiche tra il fascio di tubi e l'involucro (mantello). La scelta è legata anche a costo, pulibilità, temperature, pressioni e pericolosità dei fluidi. In figura A sono indicate le parti di uno scambiatore tipo.

**Varianti costruttive.** Il tipo più semplice ed economico ha piastre tubiere fisse (fig. B1), saldate all'involucro esterno ed estese oltre il suo diametro per fungere anche da flange di fissaggio delle testate; questa soluzione può comportare elevate sollecitazioni termiche che possono allentare i giunti dei tubi, in genere mandrinati nelle piastre tubiere; è inoltre impossibile la pulitura meccanica all'esterno dei tubi. Per pressioni sino a 1,5 MPa le sollecitazioni si riducono usando un giunto di dilatazione (fig. B5). Lo schema a testa flottante, con tenuta (fig. B2) o senza (fig. B3), elimina le sollecitazioni e permette l'estrazione del fascio tubiero per la pulitura. Il fascio tubiero ripiegato (scambiatore a chioma, fig. B4) è smontabile ed elimina le sollecitazioni termiche, ma complica la manutenzione e la pulitura. Lo schema a doppie piastre tubiere (con giunto dilatabile, fig. B5, o scorrevole, fig. B6) evita ogni contatto tra i fluidi. In tutti gli schemi i tubi del fascio sono inseriti, oltre che nelle piastre di estremità, anche in diaframmi intermedi forati, con il duplice scopo di supporto meccanico e di guida del fluido che ne lambisce la superficie esterna.

**Scambio termico e perdite di carico.** I valori orientativi della *coefficiente liminare* (relativo al lato di ciascun fluido), riportati in tabella, si ottengono con velocità del fluido tra 10 e 20 m/s per gas o vapori e da 0,5 a 2 m/s per liquidi; le perdite di carico corrispondenti a una buona progettazione sono comprese tra 30 e 60 kPa, per fluidi monofase; sono circa dimezzate, per vapori condensanti.

Coefficienti liminari ( $W m^{-2} K^{-1}$ )

Gas a pressione atmosferica	12-60
Gas a media pressione (0,5-2 MPa)	60-180
Liquidi	600-2400
Vapori condensanti	600-1200
Liquidi bollenti	1800
Acqua e soluzioni acquose bollenti	5900
Vapor d'acqua condensante	9400

**Superfici lisce e alettate.** Gli scambiatori a fascio tubiero utilizzano in genere tubi lisci oppure con alettature di moderata estensione, ricavate per rullatura della superficie esterna ad esclusione delle estremità ove il tubo si inserisce nelle piastre tubiere. Anche la superficie interna ai tubi può essere dotata di alette a decorso longitudinale, ricavate per estrusione, di estensione ridotta o ridottissima (microalettature), utili per migliorare lo scambio termico in caso di evaporazione o condensazione.

**Applicazioni.** Generalmente per fluidi entrambi allo stato liquido, spesso anche con un fluido evaporante o condensante (di solito dal lato esterno ai tubi), talora un evaporante e l'altro condensante; più raramente con fluidi allo stato gassoso, per i quali si adattano meglio scambiatori con superfici ampliate da estese alettature.

