

Tabella 10.II. Valori del coefficiente di trasmissione globale del calore (inclusivi dei fattori di sporcamento) comunemente realizzati in scambiatori di calore a fascio tubiero (1).

Fluido 1	Fluido 2	resistenza specifica to- tale di sporca- mento (2) $r_w$ [m <sup>2</sup> K/W]	coefficiente globale di scambio ter- mico (2) $K_e$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
Acqua (3) (4)	Acqua	$2,6 \cdot 10^{-4}$	1400-1700
	Gas, a circa 1,5-2 bar (5)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	80-120
	Gas, a circa 8 bar (5)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	170-230
	Gas, a circa 70 bar (5)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	340-570
	Liquidi organici leggeri (6)	$2,6 \cdot 10^{-4}$	700-1000
	Liquidi organici medi (6)	$3,5 \cdot 10^{-4}$	420-700
	Liquidi organici pesanti (7)	$4,4 \cdot 10^{-4}$	230-420
	Liquidi organici molto pesanti (8): - in riscaldamento	$7 \cdot 10^{-4}$	60-230
	- in raffreddamento	$7 \cdot 10^{-4}$	30-80
	Vapor d'acqua (in condensazione)	Gas, a circa 1,5-2 bar (5)	$9 \cdot 10^{-5}$
Gas, a circa 8 bar (5)		$9 \cdot 10^{-5}$	200-250
Gas, a circa 70 bar (5)		$9 \cdot 10^{-5}$	400-620
Liquidi organici leggeri (6)		$1,7 \cdot 10^{-4}$	770-1100
Liquidi organici medi (6)		$2,6 \cdot 10^{-4}$	450-770
Liquidi organici pesanti (7)		$3,5 \cdot 10^{-4}$	250-450
Liquidi organici molto pesanti (8)		$6 \cdot 10^{-4}$	80-260
Id.-senza incondensabili		Acqua	$1,7 \cdot 10^{-4}$
Liquidi organici leggeri (3)	Liquidi organici leggeri (3)	$3,5 \cdot 10^{-4}$	570-750
	Liquidi organici medi (6)	$4,4 \cdot 10^{-4}$	400-570
	Liquidi organici pesanti (7): - in riscaldamento	$5,3 \cdot 10^{-4}$	230-420
	- in raffreddamento	$5,3 \cdot 10^{-4}$	140-280
	Liquidi organici molto pesanti (8): - in riscaldamento	$7 \cdot 10^{-4}$	110-280
	- in raffreddamento	$7 \cdot 10^{-4}$	30-140
Liquidi organici medi (6)	Liquidi organici medi (6)	$5,3 \cdot 10^{-4}$	280-450
	Liquidi organici pesanti (7): - in riscaldamento	$6,2 \cdot 10^{-4}$	170-280
	- in raffreddamento	$6,2 \cdot 10^{-4}$	80-200
	Liquidi organici molto pesanti (8): - in riscaldamento	$8 \cdot 10^{-4}$	80-170
	- in raffreddamento	$8 \cdot 10^{-4}$	30-140
	Liquidi organici pesanti (7)	Liquidi organici pesanti (7)	$9 \cdot 10^{-4}$
Liquidi organici molto pesanti (8)		$11 \cdot 10^{-4}$	30-80
Gas, a circa 1,5-2 bar (5)	Gas, a circa 1,5-2 bar (5)	0	50-90
	Gas, a circa 8 bar (5)	0	80-110
	Gas, a circa 70 bar (5)	0	90-140
Gas, a circa 8 bar (5)	Gas, a circa 8 bar (5)	0	110-170
	Gas, a circa 70 bar (5)	0	140-200
Gas, a circa 70 bar (5)	Gas, a circa 70 bar (5)	0	200-340
Acqua	Vapore organico leggero in condensazione (compo- nente puro) (3) (10)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	850-1100
	Vapore organico medio in condensazione (compo- nente puro) (6) (10)	$1,7 \cdot 10^{-4}$	550-850
	Vapore organico pesante in condensazione (compo- nente puro) (7) (10)	$3,5 \cdot 10^{-4}$	420-570

(1) La perdita di carico considerata accettabile per entrambi i fluidi è stata assunta pari a circa 0,7 bar, con l'eccezione di:

- a) gas a bassa pressione e vapori in condensazione, per i quali la perdita di carico accettabile è assunta pari a circa il 5% della pressione assoluta;
- b) liquidi organici «pesanti» e «molto pesanti», per i quali la perdita di carico accettabile è stata assunta da 1,4 a 2 bar.

(2) La resistenza totale specifica di sporcamento ed il coefficiente di trasmissione termica globale si riferiscono all'area totale della superficie esterna dei tubi (non alettati).

(3) Le soluzioni acquose danno approssimativamente gli stessi coefficienti dell'acqua.

(4) L'ammoniaca liquida dà circa gli stessi risultati dell'acqua.

(5) «Liquidi organici leggeri» comprendono i liquidi con viscosità dinamica minore di  $0,5 \cdot 10^{-3}$  kg/(ms), come gli idrocarburi fino a  $C_8$ , le benzine, gli alcoli e i chetoni leggeri, etc..

(6) «Liquidi organici medi» comprendono i liquidi con viscosità tra circa  $0,5 \cdot 10^{-3}$  kg/(ms) e  $1,5 \cdot 10^{-3}$  kg/(ms), come il cherosene, gasolio caldo, petrolio greggio leggero, etc..

(7) «Liquidi organici pesanti» comprendono i liquidi con viscosità maggiore di  $1,5 \cdot 10^{-3}$  kg/(ms), ma inferiore a  $50 \cdot 10^{-3}$  kg/(ms), come il gasolio freddo, gli oli lubrificanti, oli combustibili e petrolio greggio pesante.

(8) «Liquidi organici molto pesanti» comprendono asfalti, bitumi, peci e catrami, grassi etc. aventi viscosità maggiori di  $50 \cdot 10^{-3}$  kg/(ms). La stima dei coefficienti di scambio termico per queste sostanze è molto incerta.

(9) Con gas contenenti rilevanti quantità di Idrogeno o Elio, a causa degli elevati valori della conducibilità termica di questi elementi, i coefficienti di scambio termico realizzati possono essere sensibilmente più elevati di quanto qui riportato.

(10) Questi stessi valori possono essere utilizzati per miscele di vapori quando l'intervallo di temperatura di condensazione della miscela è inferiore alla metà della differenza tra la temperatura del vapore e dell'agente raffreddante all'uscita dello scambiatore. Se l'intervallo di temperatura di condensazione è maggiore di quanto detto più sopra o se sono presenti in entità significative gas non condensabili, il coefficiente di scambio termico deve essere ridotto verso i valori indicati per raffreddamento di gas: in questi casi l'accuratezza della stima è molto limitata.

I dati qui riportati sono tratti da:

K.J. BELL, *Estimate S&T exchanger design fast*, The Oil and Gas Journal, Dec. 4, 1978, pag. 59-68.