




Solventi fluorurati

Cosa aspettarsi da una nuova tecnologia di pulizia?

- Prestazione in pulizia / asciugatura
- Compatibilità dei materiali
- Sicurezza nell'uso (profilo tossicologico, fiammabilità, stabilità)
- Impatto ambientale
- Sostenibilità (aspetti regolamentari)
- Costi di gestione

(strategia a lungo termine vs. riflessione a corto termine)


I solventi fluorurati rappresentano una combinazione bilanciata di proprietà quali la prestazione, la compatibilità dei materiali, aspetti ambientali e di sicurezza e costi.





Solventi fluorurati


Obiettivi dei solventi fluorurati

- I solventi fluorurati sono creati per sostituire solventi lesivi dello strato di ozono quali:
 - CFC-113 (Freon®)
 - HCFC-141b
 - HCFC-225
 - I solventi fluorurati sono inoltre sostituiti per 1.1.1-TCA, tricloroetilene (TCE) e percloroetilene
 - I solventi fluorurati possono inoltre sostituire sistemi di pulizia basati su acqua, alcool, n-propil bromuro e idrocarburi
- 



Solventi fluorurati


Caratteristiche chiave dei solventi fluorurati (1)

- Potenziale di Distruzione dello Strato di Ozono (ODP) pari a zero
 - Potenziale di Riscaldamento Globale (GWP) molto basso, grazie alla limitata durata di vita nell'atmosfera e agli usi principalmente in miscele
 - Non infiammabili, no flashpoint, non auto-ignizione (eccetto HFC-365)
 - Eccellente profilo tossicologico
 - Buon punto di ebollizione e bassa tensione superficiale
 - Bassa viscosità
 - Alta densità in fase liquida
- 



Solventi fluorurati

Caratteristiche chiave dei solventi fluorurati (2)

- Eccellente stabilità termica, chimica e idrolitica
 - Alta compatibilità dei materiali
 - Eccellenti proprietà dielettriche
 - Facilmente miscibili con numerosi e comuni solventi
 - Riciclabilità delle miscele azeotropiche
 - Processo a basso consumo energetico, quindi efficiente rispetto al costo
 - Possono essere usati in combinazione con agenti solvatanti a bassa volatilità (come gli idrocarburi)
- 




Solventi fluorurati

Confronto dei solventi fluorurati con CFC-113 e HCFC-141b

Proprietà relative a sicurezza e tossicità

<u>Proprietà/ Unità</u>	<u>HFC 43-10mee</u>	<u>HFC-365mfc</u>	<u>HFE-449s1</u>	<u>CFC-113</u>	<u>HCFC-141b</u>
Flash Point °C	NO	- 22 ¹	NO	NO	NO
Range di fiammabilità % vol	NO	3.5 –9.0	NO	NO	5.6 – 17.7
AEL media pesata su 8-hr ppm	200	500	750	1000	400

¹HFC 365mfc non è usato come fluido puro per la pulizia di precisione, è mescolato con altri solventi fluorurati per renderlo non infiammabile






Solventi fluorurati

Confronto dei solventi fluorurati con CFC-113 e HCFC-141b

Proprietà ambientali

<u>Proprietà / Unità</u>	<u>HFC 43-10mee</u>	<u>HFC-365mfc</u>	<u>HFE-449s1</u>	<u>CFC-113</u>	<u>HCFC-141b</u>
Tempo di vita atmosferico anni	17	10	4	85	9
Potenziale di distruzione ozono	0.0	0.0	0.0	0.8	0.11
Potenziale di riscaldamento globale IHT 100 anni	1300	700	300	5000	700
Solubilità in acqua ppm	140			170	2700
Solubilità dell'acqua ppm	490			90	320





Solventi fluorurati

Solventi fluorurati

- Grazie alle proprietà del solvente e alla progettazione ottimale delle installazioni, le emissioni di solventi fluorurati sono da **6 a 9 volte più basse** rispetto alle emissioni di CFC-113 e HCFC-141b in applicazioni identiche!
- Dati di consumo (indicativi):
 - In condizioni quiete: 10-20 g/m².h
 - In condizioni operative reali: 40-60 g/m².h
 - *Test di 72 ore con sistema di raffreddamento sempre in funzione (16 ore con sistemi chiusi)*
 - *Sistema di riscaldamento acceso 8 ore / giorno con sistema aperto nel corso dell'operazione*
 - *pulizia di viti in un cesto da 10kg con tempo del ciclo di 6 minuti*





Solventi fluorurati – progettazione delle installazioni

Miglioramenti chiave delle installazioni per Sistemi Aperti

- Maggiore altezza del “bordo libero” (rapporto raccomandato = 1.8)
- Sistema di raffreddamento delle serpentine ottimizzato (DuPont Triple Guard[®])
- Manipolazione con robot vs. manuale (massima velocità verticale = 0.01 m/s, e massima velocità orizzontale = 0.03 m/s).
- Coperchio scorrevole, per evitare l’effetto pistone
- Vasca vapore sopra-riscaldato (10-15 °C al di sopra del punto di ebollizione)


Una progettazione ottimale dell’installazione influisce sul consumo di solvente, NON sulla prestazione di pulizia e asciugatura!



Solventi fluorurati – progettazione delle installazioni

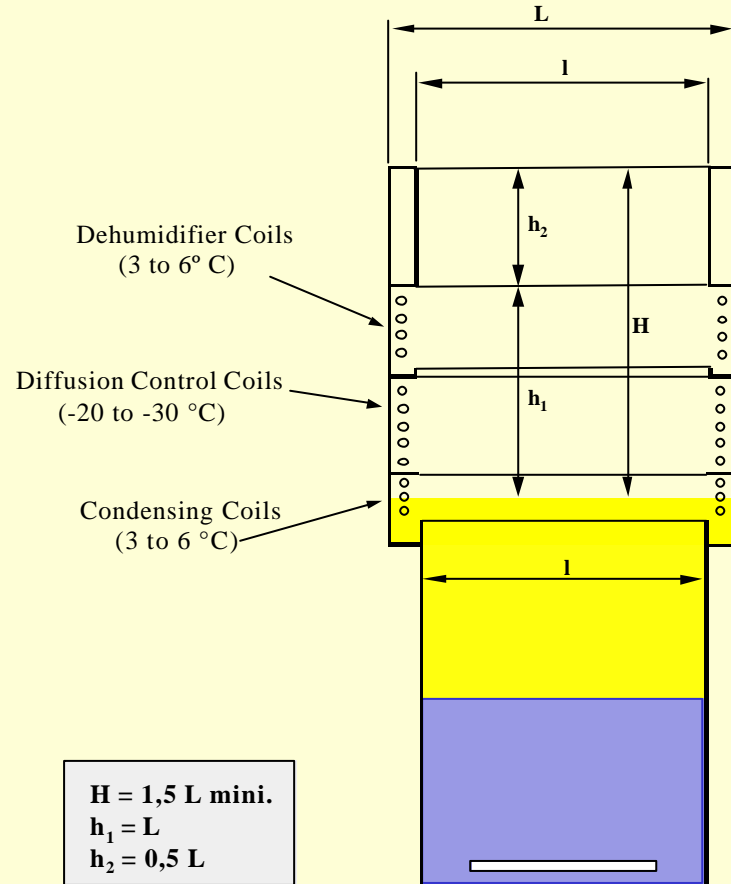
Dati di riferimento sui consumi (indicativi)

Con un “bordo libero” più elevato e sistemi di raffreddamento migliorati:

- Macchina (quieta) riscaldamento e refrigerazione accesi (aperto)
 $< 15 \text{ g / m}^2.\text{h}$
 - Macchina (quieta) con riscaldamento spento & refrigerazione accesa (chiusa)
 $< 10 \text{ g / m}^2.\text{h}$
 - Macchina (in lavoro) con riscaldamento & refrigerazione accesi (aperta)
 $50 - 130 \text{ g / m}^2.\text{h}$
 - $40 - 80 \text{ g / m}^2.\text{h}$ (con robot)
 - $20 - 60 \text{ g / m}^2.\text{h}$ (con robot & coperchio scorrevole)
- 

Solventi fluorurati - progettazione delle installazioni

“bordo libero” raccomandato nella progettazione del sistema di raffreddamento



- La posizione più bassa delle serpentine di deumidificazione e la temperatura più alta portano a una riduzione della turbolenza, quindi a minori perdite di solvente
- I deflettori interrompono il movimento convettivo generato dalla bassa temperatura delle serpentine di controllo diffusione
- Le serpentine deumidificatrici impediscono l'ingresso di umidità dall'aria, impedendo quindi il rapido congelamento delle serpentine di controllo diffusione



Solventi fluorurati – progettazione delle installazioni

Alternative per le installazioni

- Macchine “Open Top” (apertura superiore)
- Macchine ermetiche
- Soluzioni “ibride” (macchine pseudo-chiuse)

La scelta dipende da:

- richieste normative
- politica interna dell'azienda (certificazione ISO 14000)
- caratteristiche del sistema di pulizia (tipo, numero e specifiche delle parti)
- modalità di produzione per cestello o in linea



Vertrel® - Progettazione dell'installazione

Confronto fra le diverse tipologie di installazione

Apertura superiore

Ermetica

Ibrida

- +** facile integrazione del processo
- spazio utilizzato minimo
- basso investimento di capitale
- consumo di solvente più elevato
- emissioni atmosferiche
- costo di gestione a breve termine

- perdite di solvente quasi assenti
- eco-efficienza
- costo di gestione a lungo termine


- solo modalità batch
- necessità di maggiore spazio
- alto investimento di capitale

**IL
COMPROMESSO**



Solventi fluorurati vs. altri agenti pulenti


Sistemi acquosi


- Corrosione potenziale di parti metalliche
 - Bassa qualità nella fase di sciacquatura
 - Necessità di una fase di asciugatura separata, bassa qualità di asciugatura
 - Tempo del ciclo più lungo
 - Elevata intensità energetica
 - Elevato investimento di capitale per l'installazione
 - Possibilità di smaltimento e riciclaggio delle acque contaminate
 - Disponibilità e costo dell'acqua in alcune regioni
- 



Solventi fluorurati vs. altri agenti pulenti

Solventi clorurati e bromurati

- Tossicità
 - Compatibilità dei materiali
 - Distruzione dell'ozono
 - Controversia sul Flashpoint
 - Odore
 - Presenza di stabilizzatori (necessità di un controllo periodico per evitare idrolisi (acidificazione) del solvente)
 - Difficoltà di monitoraggio del processo
 - Necessità di utilizzare installazioni costose
- 



Solventi fluorurati vs. altri agenti pulenti

Alcool e idrocarburi

- Infiammabilità degli alcool
- Scarsa qualità di sciacquatura con gli idrocarburi (no vapor zone)
- Difficoltà di asciugatura con gli idrocarburi
(BP più elevato, quindi necessità di una temperatura di asciugatura più alta)

