

“Gli impianti VTA vengono impiegati per la purificazione, la concentrazione, la rimozione dei residui di solventi, la decolorazione e l’essiccazione di prodotti in diversi settori industriali: chimico, farmaceutico, alimentare, cosmetico, biotecnologico”.



TECNICHE DI SEPARAZIONE

Tramite distillazione molecolare e a film sottile

L’evaporazione svolge un ruolo importante nella produzione di una grande varietà di prodotti nelle industrie chimiche di processo di vari settori: chimico organico e inorganico, farmaceutico, alimentare, dei polimeri e dei fertilizzanti. Il termine “evaporazione” è usato per indicare l’operazione di concentrazione di una soluzione che consiste di un soluto non volatile e di un solvente volatile, senza alcun fine di frazionamento del solvente.



Negli impianti di processo il progetto degli impianti cambia in relazione alle caratteristiche del soluto e del solvente. Il soluto può essere termolabile, o tendere a polimerizzare o a accumularsi sulla superficie di scambio, può essere un fluido viscoso o un'emulsione che si può rompere. Queste e altre caratteristiche giocano un ruolo determinante nella scelta e nel progetto degli evaporatori.

L'evaporazione ricade in tre categorie principali:

- **Evaporazione in massa (pool boiling)**
- **Evaporazione a circolazione naturale o forzata**
- **Evaporazione a film sottile**

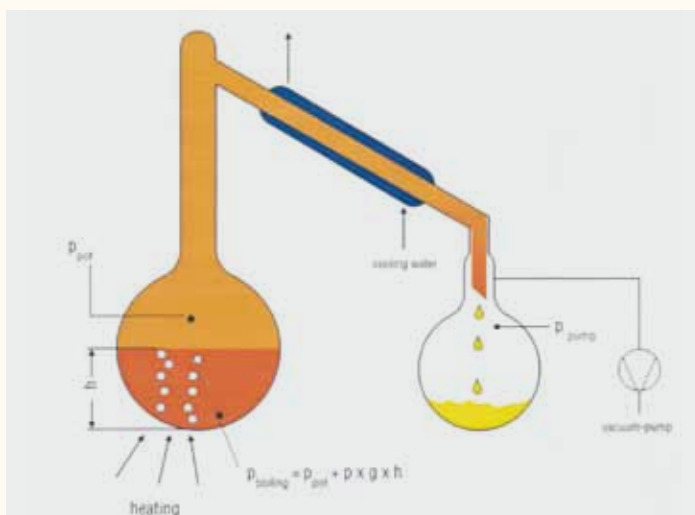
La VTA è specializzata nella tecnica dei processi di evaporazione a film sottile e short path nota anche come distillazione molecolare.

Le apparecchiature e gli impianti per la distillazione molecolare e a film sottile vengono impiegati per la purificazione, la concentrazione, il recupero e la decolorazione di sostanze termolabili, alto bollenti e ad alta viscosità.

Caratteristiche principali degli impianti di distillazione molecolare e a film sottile fornite da VTA:

- **elevata turbolenza** nel film raschiato e quindi buono scambio di calore e di materia;
- **breve tempo di permanenza, inferiore a 1 minuto**, con diminuzione delle sollecitazioni termiche a cui sono sottoposti i prodotti;
- **evaporazione con un solo passaggio**, senza ricircolo del prodotto;
- **spessore limitato del film, inferiore a 1 mm**, senza colonna idrostatica di liquido;
- **assenza di depositi** sulla parete dell'evaporatore grazie al film raschiato meccanicamente;
- **possibilità di servizio a portata ridotta**, alto livello di flessibilità a seconda delle diverse esigenze del prodotto;
- **distillazione di prodotti viscosi** tramite idonei raschiatori;
- **basse pressioni di esercizio** fino a 10-3 mbar per ridurre le temperature di ebollizione.

Tecnologie di evaporazione



Evaporazione in massa (pool boiling)

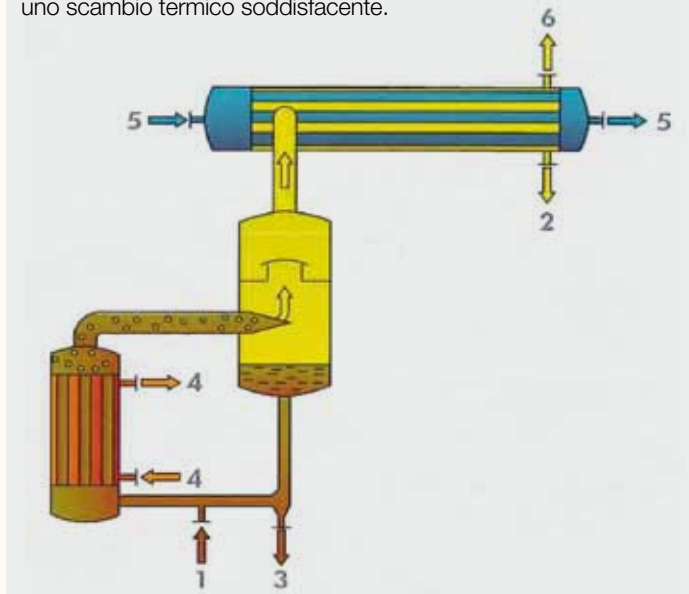
Questo processo non è continuo, comporta un lungo tempo di residenza, il vuoto è limitato a causa del battente idrostatico, con perdite di carico elevate e scarico del residuo difficoltoso. La distillazione discontinua non è adatta per sostanze altobollenti, termolabili e viscosi dato che il tempo di permanenza è troppo lungo. In caso di sostanze viscosi non è possibile generare la turbolenza necessaria per avere uno scambio termico soddisfacente.

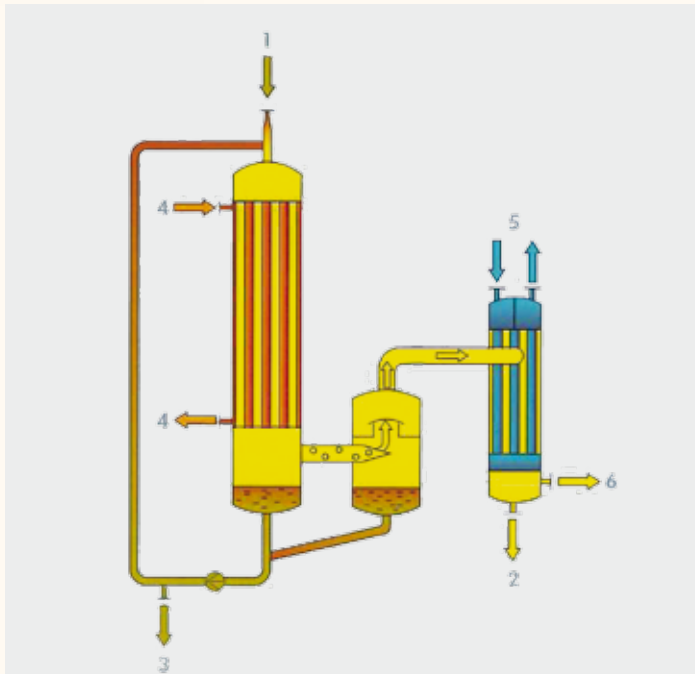
L'evaporazione interessa una massa di liquido stagnante in cui la superficie di riscaldamento è costantemente a contatto con la massa sottoposta a distillazione come nei reattori chimici in cui si eseguono processi batch con reazioni e distillazioni.

Evaporatore a circolazione

Questo processo è continuo, a circolazione naturale, con lungo tempo di residenza, con migliore scambio termico rispetto al pool boiling ma con vuoto limitato e basso gradiente di concentrazione. La distillazione mediante evaporatori a circolazione naturale o forzata non è adatta per sostanze altobollenti, termolabili e viscosi dato che il tempo di permanenza è troppo lungo.

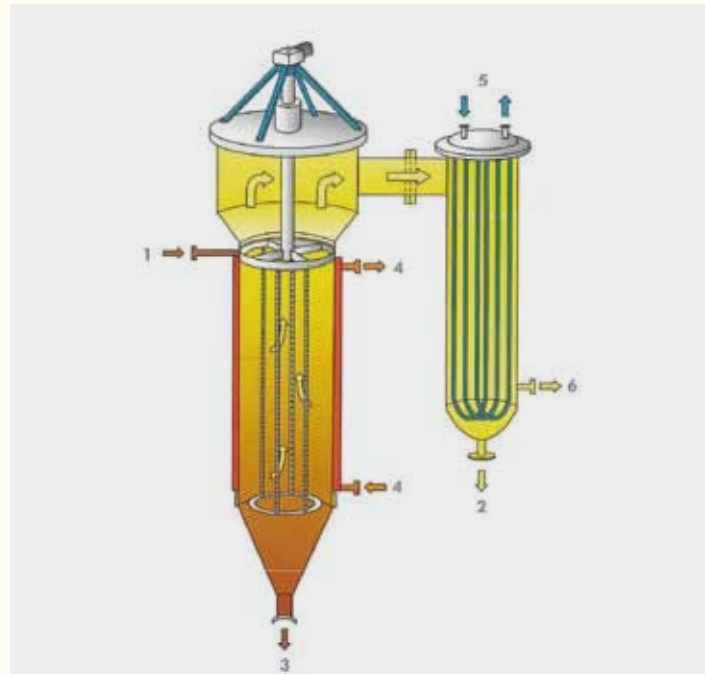
La pressione assoluta non può venire ridotta a sufficienza a causa dell'altezza idrostatica della colonna del liquido e in caso di sostanze viscosi non è possibile generare la turbolenza necessaria per avere uno scambio termico soddisfacente.





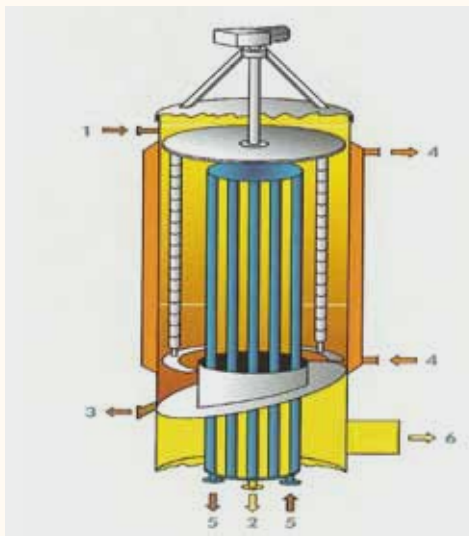
Evaporatore a film cadente

Processo continuo a circolazione forzata, senza battente idrostatico, con lungo tempo di residenza a causa della ricircolazione. La perdita di carico è sensibile e l'efficienza di separazione è scarsa. In questo caso l'evaporazione avviene partendo da una pellicola di liquido che cade lungo le pareti dei tubi di un fascio tubiero riscaldato esternamente. Il tempo di permanenza va da 1 a 3 minuti. Si deve mantenere una portata di liquido superiore a un valore minimo altrimenti ci possono essere decomposizioni dovute alla rottura del film. La portata di liquido necessaria viene garantita dalla pompa di circolazione del prodotto. Gli svantaggi del processo di evaporazione a film cadente derivano dall'impossibilità di operare a portata parziale, dalla bassa trasmissione di calore e di materia nel film, dall'impossibilità di distillare fluidi viscosi e dalla possibilità di formazione di depositi.



Evaporatore a film sottile

Processo continuo con brevissimo tempo di residenza, con scambio termico elevato a causa del film mantenuto in condizioni turbolente e possibilità di raggiungere un vuoto elevato pari a 1 mbar assoluto. In questo tipo di evaporatore il film di liquido viene distribuito sulla parete cilindrica verticale, riscaldabile dall'esterno, tramite un sistema di raschiatori che ha il compito di rimescolare continuamente il film. Ne deriva un eccellente scambio di calore e di materia. I tempi di permanenza necessari per l'evaporazione sono molto brevi, inferiori a 1 minuto. In questo apparecchio, con i sistemi adatti, è possibile anche distillare sostanze viscosi e ottenere residui allo stato solido. La pressione di esercizio minima raggiungibile nell'evaporatore è limitata dalla perdita di carico dei vapori nel passaggio attraverso la tubazione di collegamento dell'evaporatore al condensatore esterno.



L'evaporatore molecolare o a tragitto breve

Processo continuo con brevissimo tempo di residenza, scambio termico elevato a causa del film in condizioni turbolente e possibilità di raggiungere un vuoto elevatissimo pari a 10-3 mbar assoluti per l'assenza di perdita di carico per i vapori poiché il condensatore non è esterno ma è collocato all'interno dell'evaporatore.


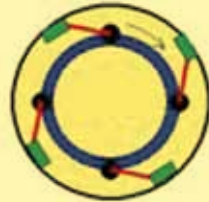
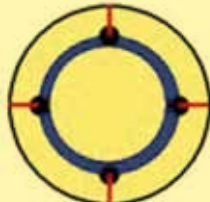

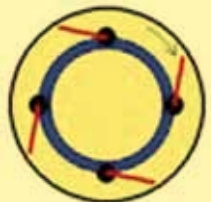
L'evaporatore molecolare o a tragitto breve riunisce in un unico apparecchio l'evaporatore a film sottile ed il condensatore.

Anche in questo caso un sistema di raschiatori distribuisce e mescola la sostanza introdotta sulla parete riscaldata dell'evaporatore. I vapori vengono condensati sulla superficie del condensatore incorporato nell'evaporatore. Il tragitto del prodotto fra l'evaporazione e la condensazione è estremamente breve.

Con questo tipo di evaporatore è possibile operare con pressioni di esercizio fino a 10-3 mbar su scala industriale.

Sistemi di raschiatori

Il sistema raschiante assume un'importanza decisiva negli evaporatori molecolari o a film sottile. È infatti necessario realizzare una distribuzione ottimale del film che a sua volta deve presentare un'alta turbolenza per garantire un alto rendimento di evaporazione con tempi di permanenza più brevi possibile. Il sistema ottimale viene scelto sulla base della esperienza maturata dalla VTA nonché delle prove di laboratorio e su impianti pilota nel nostro reparto tecnico. VTA dispone di una vasta serie di sistemi diversi di raschiatori in modo da poter offrire quello migliore in funzione della viscosità e delle caratteristiche del prodotto da separare.

Tipi di raschiatori				
				
Rotore a rulli VTA WRS	Rotore con blocchi raschianti VTA SKR	Raschiatore pendolare VTA PBS	Rotore a lamelle fisse VTA RRS	Rotore a lamelle mobili VTA SBS

Il sistema di raschiatore a rulli VTA tipo WRS - Nel raschiatore a rulli la formazione del film di liquido sulla parete dell'evaporatore viene assicurata da rulli mobili, disposti su barre di guida. Il sistema WRS non richiede la presenza di un supporto inferiore nella zona del prodotto. I singoli rulli vengono bagnati continuamente dal prodotto e dispongono di un sistema di autopulizia. Non ci sono zone morte nelle quali il prodotto si possa decomporre a causa di tempi di permanenza più elevati. Benchè in apparenza sembri che i rulli tocchino la parete, non si verificano praticamente fenomeni di usura, perché i rulli scivolano sulla pellicola di prodotto. Il sistema WRS arriva ai suoi limiti nel caso di alte portate di liquido, di prodotti ad elevata viscosità nonché nel caso di prodotti che tendono alla cristallizzazione o a polimerizzare.

Il sistema di raschiatore a blocchi VTA tipo SKR - Gli elementi del rotore SKR che producono il film sono blocchi dentati i quali, oltre che dalla forza centrifuga, vengono premuti contro il film da lamiere elastiche. La struttura dei denti dei blocchi di raschiatura permette di variare il tempo di permanenza nell'evaporatore. Grazie all'ulteriore forza delle molle è possibile distribuire sulla parete dell'evaporatore anche prodotti a viscosità più elevata ed evitare la formazione di depositi sulla parete stessa. Anche questo sistema non dispone di punti morti e viene impiegato sia nel processo molecolare che in quello a film sottile.

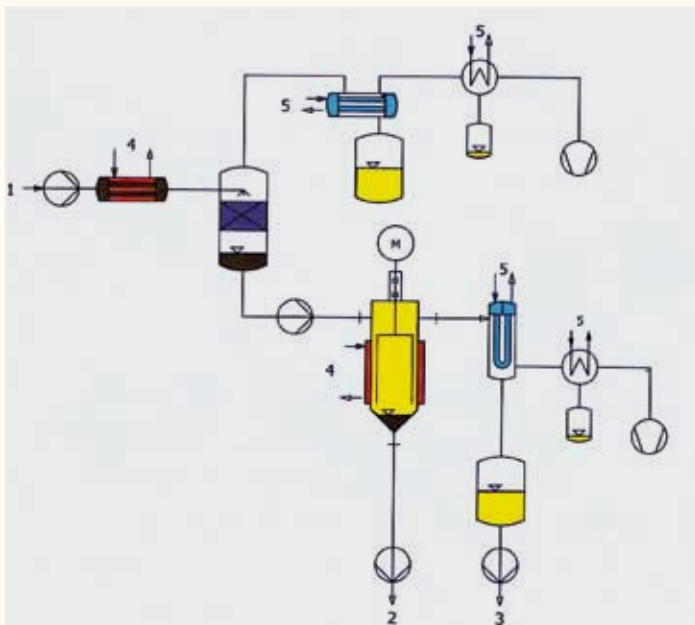
Il sistema di raschiatore pendolare VTA tipo PBS - Il rotore PBS è formato da elementi raschianti verticali mobili, paralleli alla parete dell'evaporatore. Grazie alle elevate velocità del rotore si possono trattare anche fanghi seccandoli completamente. Si può impiegare anche per prodotti che producono molta schiuma dato che i pendoli eliminano la schiuma. Anche il sistema del raschiatore pendolare, come il rotore a lamelle fisse, richiede una base di appoggio e quindi può venire impiegato solo con l'evaporatore a film sottile.

Il rotore a lamelle fisse VTA tipo RRS - Questo sistema di raschiatura dispone di lamelle fisse a distanza fissa dalla superficie di scambio termico dell'evaporatore. Il sistema RRS non dispone di parti mobili ed è adatto per un elevato rendimento di evaporazione ed alte viscosità. Richiede una base di supporto e perciò può venire impiegato solo nell'evaporatore a film sottile.

Il rotore a lamelle mobili VTA tipo SBS - Questo sistema è dotato di lamelle raschianti singole in metallo, fissate in modo mobile, che con la forza centrifuga si immergono nel film con una particolare inclinazione. Le lamelle mobili producono un film molto sottile e quindi la trasmissione di calore è ottimizzata. Grazie all'effetto detergente delle lamelle si possono anche distillare prodotti che tendono alla formazione di depositi o alla cristallizzazione. Questo sistema di raschiatura è utilizzabile sia per gli evaporatori molecolari che a film sottile.

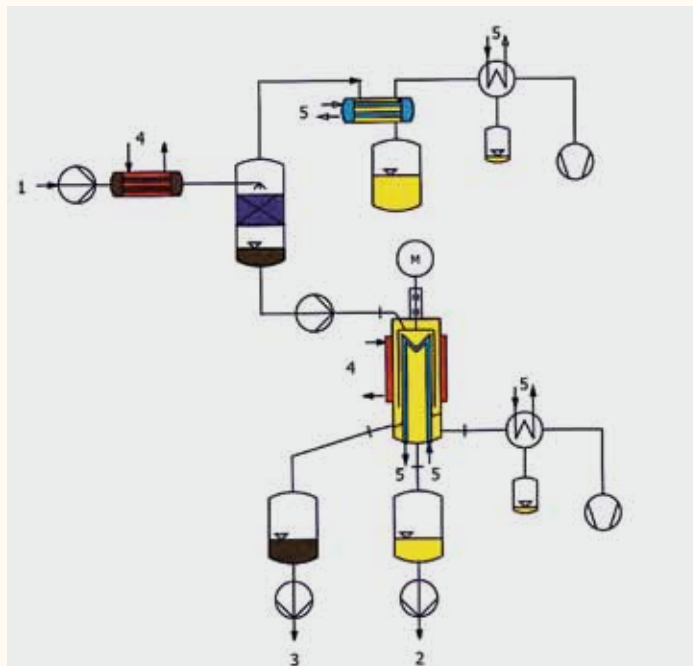


Configurazione degli impianti



Impianto di distillazione a film sottile a stadio singolo

Il prodotto grezzo è riscaldato ed sottoposto a una fase preliminare di degasaggio dove viene eliminata l'aria. I componenti da degasare si condensano parzialmente ed il prodotto degasato viene distillato sotto vuoto nel successivo evaporatore a film sottile. La fuoriuscita del prodotto concentrato avviene dal cono inferiore dell'evaporatore a film sottile. Range di applicazione per pressioni assolute da 1 fino a 5 mbar.



Impianto di evaporazione molecolare a stadio singolo

Dopo il degasaggio il prodotto viene convogliato nell'evaporatore molecolare. Il prodotto evaporato viene condensato nel condensatore interno e viene estratto dall'evaporatore separatamente dal concentrato. Range di applicazioni fino a pressione assoluta di 10-3 mbar.



Il reparto tecnico VTA e le sue prestazioni - I calcoli puramente teorici, nel caso di una complessa miscela di sostanze, non bastano a progettare un impianto industriale e ad offrire le necessarie garanzie per i processi e per i materiali. È per questo che i processi ed i componenti vengono sviluppati e progettati dalla VTA sulla base dei risultati ottenuti da prove sperimentali effettuate con impianti di laboratorio ed impianti pilota sul prodotto reale.