



## QUANDO UNO È MEGLIO DI DUE

Nell'ambito del progetto europeo INSERT (INtegrating SEparation and Reactive Technologies), EniTecnologie ha applicato l'intensificazione di processo per sviluppare nuovi impianti chimici più efficienti e sicuri. Un primo risultato di tale approccio è la produzione di dimetiletere da metanolo tramite colonna di distillazione reattiva.

**M**igliorare sia i processi che i prodotti cercando di ottenere tecnologie più sicure e più economiche: questo lo scopo principale dell'ingegneria di processo. Ciò può avvenire diminuendo i costi di impianto e di esercizio o la formazione di inquinanti o di sottoprodotti indesiderati. Generalmente, questo tipo di approccio viene denominato "intensificazione di processo". Negli ultimi anni particolare attenzione è stata riservata ai reattori multifunzionali, cioè apparecchiature che uniscono più di una funzione (generalmente detta operazione unitaria) che in precedenza erano effet-

tuate in differenti unità dell'impianto. Si realizza così una "separazione reattiva" ossia l'integrazione in un'unica unità di impianto dei due passaggi chiave nei processi di conversione: la reazione e la separazione dei prodotti desiderati da eventuali impurezze. Un impianto di conversione tradizionale, schematizzato nella figura 1a, può essere suddiviso in due gruppi, ognuno dei quali è adibito a una precisa operazione unitaria. I reagenti in alimentazione vengono trasformati in prodotti nell'unità reattiva, mentre in quella di separazione viene effettuata una serie di operazioni per la purificazione del prodotto desiderato. In figura 1b è invece rappresen-

tata una colonna di separazione reattiva, in cui le due operazioni descritte precedentemente avvengono in un'unica unità; per tale motivo non si può parlare di apparecchiature adibite a svolgere una sola funzione. Il contemporaneo svolgimento dei due fenomeni in un unico dispositivo ha portato alla denominazione di "reattore multifunzionale". Nel caso più semplice (quando la reazione non influenza la separazione e il processo di separazione non influisce sulla reazione), l'integrazione ha luogo facendo avvenire le due operazioni in un'unica apparecchiatura senza introdurre alcuna nuova interrelazione funzionale fra le operazioni interessate.

Il risultato economico è un costo di impianto e di esercizio minori. In pratica, da questo approccio non-interattivo deriva la costruzione di impianti più piccoli e meno costosi, a pari produzione finale. Comunque, nella maggior parte dei casi, i processi di reazione e di separazione sono uniti allo scopo di trarre benefici da eventuali interazioni tra i due fenomeni. Più precisamente, si può ottenere uno spostamento della composizione dei prodotti di reazione oltre l'equilibrio chimico grazie alla loro rimozione (separazione) all'interno della stessa apparecchiatura o, viceversa, si può avere un aumento dell'efficienza di separazione dovuta alla reazione chimica. In questo caso i vantaggi economici possono andare oltre quelli legati alla gestione dell'impianto e possono riguardare il rendimento e la qualità dei prodotti [1, 2].

## Il punto di partenza

Processi di separazione reattiva sono già esistenti nel mondo industriale. Tali integrazioni di tipo interattivo sono adottate nel caso di produzione di metilacetato a elevata purezza [3], mentre quelle di tipo non interattivo si ritrovano, per esempio, nel processo Urea 2000plus, sviluppato da Stamicarbon B.V. [4]. Il risultato è stato un cambiamento sostanziale rispetto ai processi convenzionali. Nel primo caso l'intensificazione di processo ha portato a una diminuzione del carico di catalizzatore del 50% con il contemporaneo aumento del rendimento del prodotto, mentre nel secondo caso si è avuta

una riduzione dello sviluppo in altezza dell'impianto da 50 m nella sua configurazione convenzionale a 22 m con la tecnologia integrata.

In entrambi i casi l'intensificazione di processo è stata effettuata tramite l'integrazione di singole unità in un'unica unità multifunzionale, nella quale è presente un alto grado di integrazione dei singoli passaggi di processo.

Lo scopo del progetto europeo INSERT (*INtegrating SEparation and Reactive*

motivo il progetto nasce da una stretta collaborazione tra enti industriali e accademici allo scopo di:

- approfondire la conoscenza dei processi di separazione reattiva sviluppando modelli predittivi in modo da individuare il grado di integrazione ottimale tra la reazione e la separazione all'interno della stessa apparecchiatura;
- realizzare modelli e metodi generici (*short cut*) per una rapida scelta, tra le molteplici alternative, delle due o tre

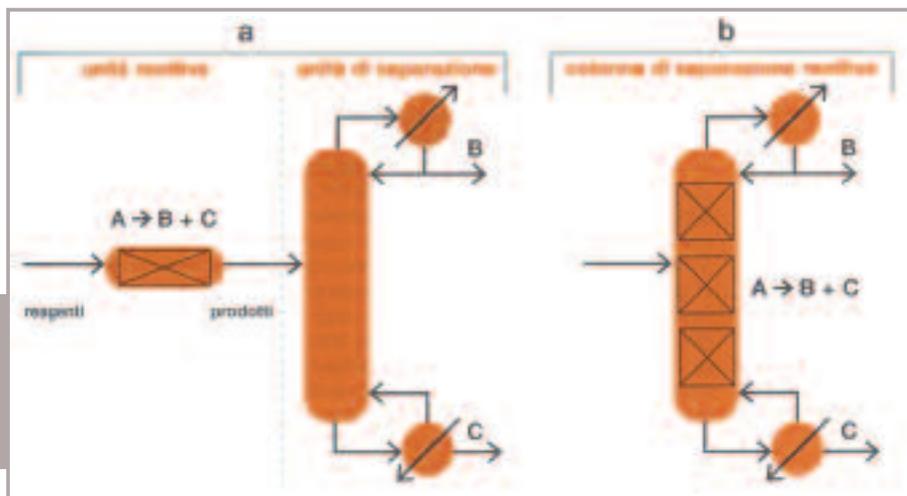


Fig. 1 – Rappresentazione schematica di un impianto per un processo di conversione (a) e di una colonna di separazione reattiva (b)

*Technologies*) [5], al quale EniTecnologie partecipa insieme ad altri gruppi di ricerca e università europee, è proprio volto alla determinazione di una metodologia che permetta lo sviluppo sistematico di reattori multifunzionali.

I settori applicativi comprendono industrie farmaceutiche, biochimiche e naturalmente petrolchimiche. Con INSERT si intende creare una metodologia sistematica per la progettazione di apparecchiature integrate sia per l'ottimizzazione di impianti già esistenti, sia per lo sviluppo di nuove tecnologie. Per tale

sequenze di processo più significative che saranno a loro volta studiate in modo rigoroso per meglio esplorare le interazioni tra i processi di reazione e separazione;

- sviluppare sia processi completamente innovativi, sia nuove configurazioni di processo con prestazioni superiori a quelle dei processi convenzionali, con miglioramenti che possono diminuire il consumo di energia, la formazione di inquinanti, l'impatto ambientale, l'investimento di capitali e/o possono aumentare il rendimento e la qualità dei prodotti;
- validare questa nuova metodologia sulla



	DME	Gas naturale (metano)	GPL (propano)	Metanolo	Diesel
Temperatura di ebollizione [°C]	-25.1	-161	-42.1	64.5	180-370
Tensione di vapore a 25 °C [atm]	6.1	246	9.3	-	-
Densità del liquido a 20 °C [g/cm <sup>3</sup> ]	0.67	NA	0.49	0.79	0.84
Numero di cetano	76	0	5	5	40-55
Gravità specifica del gas	1.59	0.55	1.52	-	-
Punto di ignizione [°C]	235	650	470	450	250
Limiti di esplosione in aria [volume %]	3.4/17	5/15	2.1/9.4	5.5/36	0.6/7.5
Potere calorifico inferiore [kcal/kg]	6900	12000	11100	4800	10200
Potere calorifico superiore [kcal/kg]	7694	13300	12000	5400	10900

Tabella 1 - Proprietà fisiche del DME, confrontate con quelle di altri combustibili

tuto del GPL e in prospettiva per la motorizzazione diesel; in Cina sono stati realizzati diversi impianti con potenzialità intorno alle 100 mila t/a, mentre in Iran è partito un progetto per realizzare un impianto da 800 mila t/a per disidratazione del metanolo (tec-

scopo finale di questo lavoro, potrebbe favorire un ulteriore abbassamento del costo di produzione del DME, facilitando ancora di più la sua penetrazione nel mercato per il suo uso come combustibile sintetico in alternativa al diesel convenzionale e al GPL.

ricorso alle equazioni fondamentali di conservazione (massa, energia, quantità di moto e carica elettrica) e a quelle fenomenologiche (espressioni dei flussi di massa e di energia, leggi cinetiche per le reazioni chimiche) [8]. Tali modelli saranno validati

nologia Topsoe). Da un punto di vista economico, il DME può essere più o meno competitivo con i vettori energetici con cui si confronta (gas naturale, GPL, diesel) a seconda delle condizioni di contorno (scenario energetico, distanze di trasporto). D'altra parte, sviluppare un processo innovativo che riduca i costi di impianto e quelli di esercizio,

### Dalla provetta all'impianto

Il processo convenzionale di produzione del DME è ben noto in letteratura; tuttavia oggi si aprono nuovi spazi di innovazione che EniTecnologie porta avanti nell'ambito del progetto INSERT, a livello sia teorico che sperimentale. Vengono infatti utilizzati modelli di tipo meccanicistico, basati sul

sulla base dei dati sperimentali ricavati da laboratorio e da impianto pilota. Sarà così possibile ottenere informazioni utili per definire i criteri di *scale-up* e giungere a una possibile realizzazione industriale.

Articolo tratto dal n. 2/2005 di *tpoint*, *notiziario di EniTecnologie*

[www.enitecnologie.it](http://www.enitecnologie.it)

### Referenze

- 1] Stankiewicz, A., "Reactive Separation for Process Intensification: an Industrial Perspective", *Chem. Eng. Proc.*, 42, (2003), 137-144.
- 2] Schoenmakers, H.G., Bessling, B., "Reactive and Catalytic Distillation from an Industrial Perspective", *Chem. Eng. Proc.*, 42, (2003), 145-155.
- 3] Agreda, V.H., Partin, L.R., Heise, W.H., "High-Purity Methylacetate via Reactive Distillation", *Chem. Eng. Proc.*, 86 (2), (1990), 40-46.
- 4] "A Low Cost Design for Urea", *Nitrogen*, n. 222, (July-August), (1999), 29-31.
- 5] <http://insert.bci.uni-dortmund.de>. Il progetto INSERT, "INtegrating SEparation and Reactive Technologies", è finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del "6th Framework Programme".
- 6] Naqvi, S., "Dimethylether as Alternative Fuel", PEP Report n. 245, June 2002.
- 7] [http://www.vs.ag/ida/index\\_dmefact.htm](http://www.vs.ag/ida/index_dmefact.htm).
- 8] Noeres, C., Kening, E.Y., Gòrak, A., "Modelling of Reactive Separation Processes: Reactive Absorption and Reactive Distillation", *Chem. Eng. Proc.*, 42, (2003), 157-178.