



Brevetto d'invenzione rilasciato per la Svizzera ed il Liechtenstein  
Trattato sui brevetti, del 22 dicembre 1978, fra la Svizzera ed il Liechtenstein



⑫ FASCICOLO DEL BREVETTO A5

⑪

622 006

⑯ Numero della domanda: 9027/76

⑯ Titolare/Titolari:  
SNAMPROGETTI S.p.A., Milano (IT)

⑯ Data di deposito: 13.07.1976

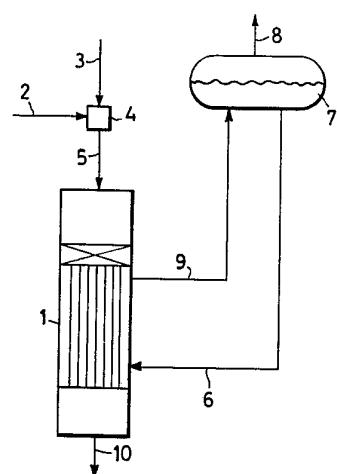
⑯ Inventore/Inventori:  
Umberto Zardi, S.Donato Milanese (IT)  
Vincenzo Laganà, Milano (IT)  
Andrea Bonetti, S.Donato Milanese (IT)  
Giorgio Schmid, Lodi (IT)

⑯ Brevetto rilasciato il: 13.03.1981

⑯ Mandatario:  
Dr. A.R. Egli & Co., Patentanwälte, Zürich

⑯ Procedimento per la condensazione del carbammato in impianti di sintesi dell'urea.

⑯ Il problema tecnico dell'esecuzione della condensazione del carbammato ammonico in impianti di sintesi dell'urea con buoni rendimenti e con soddisfacente ricupero del calore di condensazione, viene risolto provvedendo per la condensazione una zona tubolare orizzontale (7) racchiusa in un condensatore (1) posto sotto un battente statico ( $\Delta P$ ) compreso tra 0,5 e 5 atmosfere.



## RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per la condensazione del carbammato in impianti di sintesi dell'urea comprendente l'operazione di alimentare una zona di condensazione con la miscela formata dalla soluzione di carbonato d'ammonio proveniente dagli stadi a bassa pressione e dai vapori di  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{O}$  provenienti dalla decomposizione del carbammato ad alta pressione caratterizzato dal fatto che la zona di condensazione è una zona di condensazione tubolare orizzontale sotto un battente statico ( $\Delta P$ ).

2. Procedimento come da rivendicazione 1, dove  $\Delta P$  è compreso tra 0,5 e 5 atmosfere.

3. Procedimento come da rivendicazione 1, dove la zona di condensazione tubolare orizzontale è un condensatore a fascio di tubi orizzontali munito di battente liquido ( $\Delta H$ ) all'uscita che è superato dalla miscela liquida di carbonato e vapori di  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{O}$  condensati.

4. Procedimento come da rivendicazione 3 dove il rapporto tra il battente di liquido ( $\Delta H$ ) in metri ed il diametro D della circonferenza racchiudente i tubi, più esterni del fascio di tubi orizzontali anch'essa in metri è compresa tra 5 e 30, particolarmente essendo 10.

5. Procedimento come da rivendicazioni 3 e 4 dove il contenuto di liquido della miscela entrante nel fascio di tubi è maggiore del 20%.

6. Procedimento come da rivendicazione 1 dove la condensazione avviene in concomitanza con la produzione di vapore.

La presente invenzione concerne un procedimento per la condensazione del carbammato in impianti di sintesi dell'urea comprendente l'operazione di alimentare una zona di condensazione con la miscela formata dalla soluzione di carbonato d'ammonio proveniente dagli stadi a bassa pressione e dai vapori di  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{O}$  provenienti dalla decomposizione del carbammato ad alta pressione caratterizzato dal fatto che la zona di condensazione è una zona di condensazione tubolare orizzontale sotto un battente statico ( $\Delta P$ ).

Nei vari processi di produzione urea sono normalmente previsti scambiatori per condensare i vapori di  $\text{NH}_3$  +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  prodotti nelle varie fasi di decomposizione o riciclo del carbammato al reattore urea.

I vari procedimenti prevedono sistemi diversi di riciclo del carbammato al reattore in uno o più stadi operanti a differenti pressioni e temperature.

Nei procedimenti di stripping la quasi totalità del carbammato viene ricircolata in un unico stadio operante ad una pressione sostanzialmente uguale a quella del reattore ed i vapori di  $\text{NH}_3$  +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  ottenuti nel distillatore (stripper), pure operante ad una pressione sostanzialmente uguale a quella del reattore, vengono condensati nel condensatore carbammato ad alta temperatura.

Il calore sviluppato in detta condensazione viene rimosso ad alto livello termico per la produzione di vapore.

Nei procedimenti convenzionali il carbammato viene ricircolato in più stadi operanti a pressioni decrescenti, sostanzialmente diverse da quelle del reattore di sintesi. Solo una parte del calore di condensazione del carbammato viene recuperata a livello sufficientemente elevato per produrre vapore nel condensatore carbammato operante a più alta pressione.

In tutti i casi la condensazione dei vapori  $\text{NH}_3$  +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  è un'operazione critica particolarmente nei campi di composizione della miscela  $\text{NH}_3$  +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  con bassi

contenuti di  $\text{H}_2\text{O}$ , che si riscontrano negli stadi di riciclo del carbammato operanti a più alta pressione.

Per rendere possibile detta condensazione, particolarmente quando i vapori di  $\text{NH}_3$  +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  da condensare provengono da uno stadio di distillazione ad alta pressione (e sono pertanto poveri in  $\text{H}_2\text{O}$ ) viene introdotta nel condensatore carbammato, unitamente ai vapori, anche una soluzione di carbonato ricca in  $\text{H}_2\text{O}$  normalmente prodotta negli stadi di condensazione e riciclo del carbammato operanti a più bassa pressione. Alta press. = 100-300 ata; bassa press. 2-50 ata. Detta soluzione funge da mezzo assorbente ed è molto importante che si realizza una uniforme distribuzione tra i vapori  $\text{NH}_3$  +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  e soluzione aggiunta.

Ciò è ottenuto nella tecnica nota con opportuni sistemi di miscelazione e distribuzione dei vapori e della soluzione di carbonato aggiunta.

Nella tecnica nota allo scopo di ottenere una uniforme distribuzione dei vapori + liquido assorbente i condensatori carbammato operanti alle più alte pressioni sono generalmente realizzati del tipo verticale con i fluidi di processo all'interno dei tubi. La condensazione è effettuata secondo l' allegato schema di fig. 1, che riproduce la tecnica nota. I vapori di  $\text{NH}_3$  +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  vengono alimentati tramite la linea 3 e nel miscelatore 4 si mescolano con la soluzione di carbonato d'ammonio proveniente dagli stadi a bassa pressione alimentata attraverso la linea 2. La miscela tramite la linea 5 alimenta il condensatore verticale 1 nel cui mantello circola acqua introdotta tramite 6. I vapori di acqua prodotti escono dal mantello del condensatore 1 tramite la linea 9 e vanno nel separatore del vapore 7 dal quale vengono prelevati l'acqua 6 e il vapore prodotto 8.

La soluzione di carbammato d'ammonio condensata è scaricata tramite 10.

Quando il calore viene asportato mediante produzione di vapore come visto è previsto anche un apparecchio di separazione del vapore prodotto opportunamente collegato col condensatore carbammato.

Essendo la distribuzione uniforme liquido + vapori molto critica per un corretto funzionamento del condensatore e per ottenere il calore sviluppato nella condensazione dei vapori  $\text{NH}_3$  +  $\text{CO}_2$  +  $\text{H}_2\text{O}$  al massimo livello possibile, costosi sistemi di distribuzione sono normalmente previsti all'ingresso dello scambiatore.

E' difficoltoso garantire un corretto funzionamento di detti distributori ed impedire vie preferenziali in quanto è facile avere fenomeni di intasamento conseguenti a cristallizzazione del carbammato.

Risulta inoltre molto costoso prevedere uno scambiatore verticale per le strutture di sostegno che esso richiede, particolarmente in impianto di grossa potenzialità e quando sia previsto anche l'apparecchio di separazione del vapore d'acqua prodotto con l'asportazione del calore. Risulta inoltre molto difficoltoso ottenere una uniforme distribuzione quando l'apparecchio è di notevoli dimensioni (impianto ad alta potenzialità).

E' stato sorprendentemente trovato che se si introduce la miscela formata dalla soluzione (compresa) di carbonato d'ammonio proveniente dagli stadi a bassa pressione e dai vapori di  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{O}$  provenienti dalla decomposizione del carbammato ad alta pressione (la pressione di detta miscela va da 50 a 300 atm.) in una zona tubolare orizzontale di condensazione a pressione di ingresso da 50 a 300 atm. mantenuta sotto un battente statico  $\Delta P$  tutti gli inconvenienti precedentemente citati vengono facilmente superati.

Il valore del  $\Delta P$  è compreso tra 0,5 e 5 atmosfere e può essere realizzato con qualunque sistema noto nella tecnica tra cui anche una valvola di riduzione ma preferibilmente mediante un battente di liquido all'uscita ( $\Delta H$ ).

Il processo secondo la presente invenzione come definito nella rivendicazione 1, può essere vantaggiosamente realizzato con un condensatore a fascio di tubi orizzontali munito di battente liquido all'uscita in cui il rapporto tra il battente di liquido  $\Delta H$  ed il diametro D della circonferenza racchiudente in tubi più esterni del fascio di tubi orizzontali è preferibilmente compreso tra 5 e 30, particolarmente essendo di 10. La soluzione con un contenuto di liquido maggiore del 20% entra nei tubi e condensa e la soluzione è scaricata dal condensatore mentre il calore di condensazione viene sfruttato per produrre vapore nel mantello del condensatore. L'invenzione viene ora descritta con riferimento alla fig. 2 la quale non deve in alcun modo essere intesa come limitativa.

Al condensatore a tubi orizzontali 1 viene inviata la soluzione di carbonato (2) proveniente dagli stadi di decomposizione a bassa pressione e la miscela gassosa (3) costituita di  $\text{CO}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  proveniente dalla decomposizione del carbammato ad alta pressione. L'evaporatore orizzontale è fornito di un tubo 5 di scarico che permette di mantenere il  $\Delta H$  desiderato 6 che è superato dalla miscela di carbonato e vapori di  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{O}$  condensati. Il vapore prodotto lascia l'evaporatore 1 tramite il tubo 4.

I vantaggi del processo secondo l'invenzione, come definito nella rivendicazione 1, sono:

1. Riduzione degli investimenti (eliminazione sistema di distribuzione, riduzione strutture di sostegno, eliminazione apparecchio di separazione del vapore, nel caso in cui il calore sia asportato con produzione di vapore).

2. Garanzia di funzionamento nelle condizioni ottimali senza cristallizzazioni e vie preferenziali.
3. Asportazione del calore al massimo livello (produzione di vapore più pregiato) quando la condensazione avviene ad alta pressione.

Verrà ora fornito un esempio avente lo scopo di illustrare l'invenzione.

*Esempio*

10. Si consideri uno scambiatore a fascio tubiero orizzontale 1 di tipo Kettle (vedi fig. 2).

I vapori 3 alla pressione di 150 Ata (Temperatura = 190°C; portata = 60t) provenienti dalla sezione (non mostrata) di dissociazione del carbammato costituiti da  $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  vengono condensati all'interno dei tubi 7 del fischio tubiero previa miscelazione con una soluzione acquosa 2 di carbonato ammonico riciclata dalla sezione a bassa pressione e precedentemente pompata a 150 Ata (Temperatura soluzione = 70°C; portata = 25 t).

15. Il calore viene tolto mediante l'ebollizione di una fase liquida lato mantello con conseguente produzione di vapore 4.

Viene mantenuto un  $\Delta H/D = 10$  ed in queste condizioni i tubi del condensatore a tubi orizzontali risultano completamente pieni di liquido e la condensazione avviene senza 25 difficoltà.

Il vapore prodotto ha una temperatura di 147°C mentre con un apparecchio convenzionale non si può produrre vapore ad una temperatura superiore a 138°C.

Fig.1

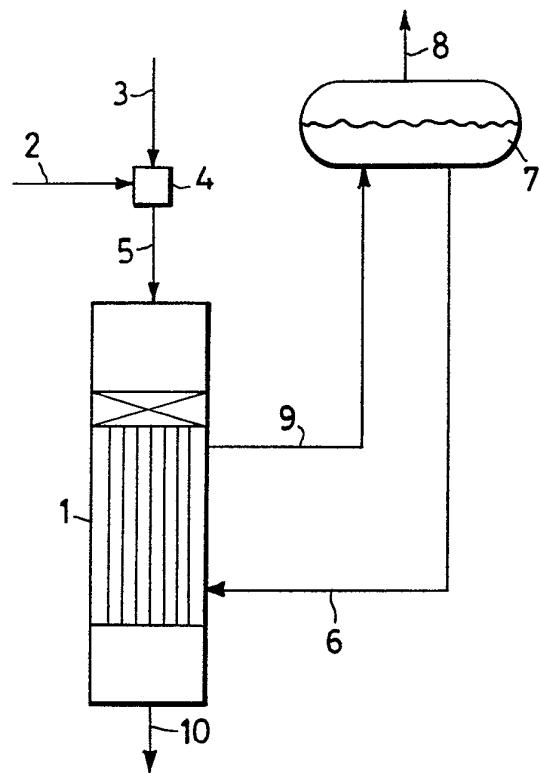


Fig.2

