



**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

**645 614**

⑯ Numero della domanda: 6182/80

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

⑯ Data di deposito: 15.08.1980

⑯ Inventore/Inventori:  
Laganà, Vincenzo, Milano (IT)  
Saviano, Francesco, Segrate (IT)  
Cavallanti, Virginio, Vilate/Cremona (IT)

⑯ Priorità: 17.10.1979 IT 26546/79

⑯ Brevetto rilasciato il: 15.10.1984

⑯ Fascicolo del  
brevetto pubblicato il: 15.10.1984

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

⑮ Procedimento per eliminare l'esplosività dei gas di spурgo da impianti per la produzione di urea.

⑮ Procedimento per eliminare l'esplosività di gas di spурго da impianti per la produzione di urea consistente nel mescolare detti gas di spурго con una o più delle correnti disponibili in impianti per la produzione dell'ammoniaca aventi come costituenti H<sub>2</sub> dallo 0,1 al 77% in volume, N<sub>2</sub> dallo 0,1 al 29% in volume, CO e/o CO<sub>2</sub> e/o Ar e/o He dallo 0,1 al 50% in volume e metano fino al completamento del 100%.

## RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per eliminare l'esplosività dei gas di spурgo da impianti per la produzione di urea caratterizzato dal fatto che detti gas di spурgo vengono mescolati con una o più delle correnti disponibili in impianti per la produzione dell'ammoniaca aventi come costituenti H<sub>2</sub> dallo 0,1 al 77% in volume, N<sub>2</sub> dallo 0,1 al 29% in volume, CO e/o CO<sub>2</sub> e/o Ar e/o He dallo 0,1 al 50% in volume e metano fino al completamento del 100%.

2. Procedimento come da rivendicazione 1, dove la corrente disponibile in impianti per la sintesi dell'ammoniaca è scelta tra:

- a) corrente di gas naturale, essenzialmente costituita da metano;
- b) corrente proveniente da steam reforming del metano, essenzialmente costituita da H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>;
- c) corrente di gas proveniente da steam reforming privato della CO<sub>2</sub>;
- d) corrente di azoto ed idrogeno satura di ammoniaca ed eventualmente acqua contenente Ar, He e CH<sub>4</sub> spurgata dall'impianto di produzione dell'ammoniaca.

La presente invenzione riguarda un procedimento per eliminare l'esplosività dei gas di spурgo da impianti per la produzione di urea. Come è noto l'urea viene prodotta a partire da ammoniaca ed anidride carbonica per sintesi diretta in un reattore operante ad alta pressione (da 51 a 459 × 105 Pa) e ad alta temperatura (da 170 a 220°C).

Il prodotto di reazione costituito da urea, carbammato d'ammonio ed acqua esce dal reattore insieme con l'ammoniaca utilizzata in eccesso per la sintesi e viene inviato ad un decompositore che opera a sostanzialmente la stessa pressione della sintesi ed in tale decompositore ad alta pressione il carbammato che si trova nella soluzione di urea viene decomposto in ammoniaca ed anidride carbonica.

L'ammoniaca e l'anidride carbonica di decomposizione vengono inviate ad un condensatore ad alta pressione che opera a sostanzialmente la stessa pressione della sintesi e colà vengono condensate in maniera da formare nuovamente carbammato d'ammonio che è riciclato al reattore di sintesi dell'urea.

La soluzione di urea priva della maggior parte del carbammato viene scaricata dal decompositore ad alta pressione ed alimentata ad un decompositore a media pressione dove una ulteriore parte del carbammato viene decomposto in ammoniaca ed anidride carbonica che vengono condensate in un condensatore ad una pressione sostanzialmente uguale a quella del decompositore a media pressione (per media pressione intendiamo una pressione da 25,5 a 10,2 × 105 Pa, preferibilmente di circa 18,4 × 105 Pa) dove viene condensata la maggior parte dei prodotti condensabili.

Dal condensatore a media pressione la corrente di condensati ed incondensati definiti nel seguito di questa descrizione viene inviata ad una colonna di rettifica della cui testa si ottiene ammoniaca pura ed incondensabili e dal cui fondo viene scaricata una corrente di carbonato d'ammonio che è riciclata al condensatore del carbammato ad alta pressione; l'ammoniaca recuperata dalla rettifica viene ugualmente riciclata alla sintesi.

I reagenti che vengono inviati al reattore contengono una certa quantità di gas disciolti; questi gas provengono dall'impianto di produzione dell'ammoniaca e dall'impianto di produzione della CO<sub>2</sub> e sono costituiti essenzialmente da H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, Ar, He.

Nell'impianto urea, nel reattore o nel decompositore vengono inoltre inviate determinate quantità di aria o di ossigeno allo scopo di passivare il decompositore, condensatore e reattore contro l'azione corrosiva del carbammato d'ammonio.

Tutti i gas incondensabili menzionati, sia quelli originariamente contenuti nelle correnti fresche di CO<sub>2</sub> ed ammoniaca sia quelli introdotti per la passivazione delle apparecchiature soggette a corrosione, vengono scaricati dall'impianto di sintesi dell'urea e, dopo essere stati privati dell'ammoniaca di saturazione che li accompagna, costituiscono una miscela esplosiva a causa della presenza dell'ossigeno utilizzato per la passivazione.

Essi vengono generalmente scaricati in parte dal condensatore del carbammato ad alta pressione e di lì vengono preferibilmente inviati alla colonna di rettifica a media pressione per il recupero dell'ammoniaca dove si mescolano con la corrente proveniente dal condensatore del carbammato a media pressione.

Nella colonna di recupero dell'ammoniaca sopra menzionata l'ammoniaca viene recuperata di testa insieme al gas in questione e dopo condensazione dell'ammoniaca detti gas vengono scaricati privi di ammoniaca e costituiscono la corrente esplosiva sopra menzionata.

È ovvio che la corrente di gas incondensabili esplosiva può essere prelevata anche da altri punti dell'impianto senza che venga ad essere modificato il problema.

Il rimedio comunemente utilizzato fino ad ora per evitare l'esplosione della miscela è quello di mescolare la corrente esplosiva di gas con una quantità tale di gas non combustibili da portare la composizione della miscela gassosa al di fuori dei limiti di esplosività.

Si è ora trovato che è possibile eliminare l'esplosività della miscela dei gas di spурgo da impianti per la produzione dell'urea senza tuttavia diluirla con gas incombustibili e quindi senza svalutarne le caratteristiche combustibili e questo è possibile sfruttando delle correnti dell'impianto di sintesi dell'ammoniaca che sono sempre disponibili in impianti per la sintesi dell'urea.

Nella sintesi dell'ammoniaca sono in particolare disponibili le seguenti correnti:

- 1) Corrente di gas naturale, essenzialmente costituita da metano; detta corrente è inviata allo steam reforming per la produzione del gas di sintesi dell'ammoniaca;
- 2) Corrente di gas provenienti da steam reforming essenzialmente costituita da H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO e CO<sub>2</sub>;
- 3) Corrente di gas proveniente da steam reforming privato della CO<sub>2</sub>.

4. La corrente di azoto ed idrogeno satura di ammoniaca ed eventualmente acqua contenente Ar, He e CH<sub>4</sub> spurgata dall'impianto di produzione dell'ammoniaca allo scopo di evitare l'arricchimento di argon, elio e metano nella corrente rinvia alla sintesi dell'ammoniaca.

La composizione tipica delle correnti sopra dette è la seguente:

H<sub>2</sub> dallo 0,1 al 77% in volume  
N<sub>2</sub> dallo 0,1 al 29% in volume  
Gas inerti (CO+CO<sub>2</sub>+Ar+He) dallo 0,1 al 50% in volume  
CH<sub>4</sub> resto al 100% in volume.

5. Nelle correnti 2, 3 e 4 il rapporto molare tra H<sub>2</sub> ed N<sub>2</sub> è inoltre compreso tra 2,5 e 3,3.

Oggetto della presente invenzione è un procedimento per eliminare l'esplosività dei gas di spурgo da impianti per la produzione di urea consistente nel mescolare detti gas di spурgo con una o più delle correnti disponibili in impianti per la produzione dell'ammoniaca aventi come composizione H<sub>2</sub> dallo 0,1 al 77% in volume, N<sub>2</sub> dallo 0,1 al 29% in volume, CO e/o CO<sub>2</sub> e/o Ar e/o He dallo 0,1 al 50%

in volume e metano fino al completamento del 100%. È sorprendente il fatto che, operando in accordo con l'invenzione, l'esplosività è eliminata non soltanto per il cambiamento della composizione della miscela ma anche, e questo era inaspettato, per un restringimento della zona di esplosività.

È stato così possibile, operando in accordo con la presente invenzione, non soltanto trasformare in non esplosiva la corrente di gas incondensabile dall'impianto urea, ma anche permetterne lo sfruttamento come gas combustibile in impianto.

Forniremo ora un esempio avente lo scopo di meglio illustrare l'invenzione che tuttavia non deve essere intesa da esso limitata.

#### Esempio

Faremo riferimento allo schema dell'allegata fig. 1. In un impianto per la produzione di 1500 t/d di urea, i gas disciolti nei reagenti sono 410 Nm<sup>3</sup>/h con la seguente composizione:

H <sub>2</sub>	51,47% vol.
N <sub>2</sub>	40,73% vol.
O <sub>2</sub>	7,56% vol.
CO	0,12% vol.
CH <sub>4</sub>	0,12% vol.

Al decompositore ad alta pressione vengono inviati 333 Nm<sup>3</sup>/h di aria di passivazione.

Tutti questi gas si liberano dalla soluzione di reazione e vengono allontanati dall'impianto dalla testa della colonna di rettifica dell'ammoniaca operante a circa 18,4 × 105 Pa. I gas di testa di questa colonna (12), dopo una prima condensazione della maggior parte dell'ammoniaca nello scambiatore 8, vengono separati da questa ammoniaca nel separatore 1, l'ammoniaca così separata è prelevata attraverso la linea 9 ed utilizzata in altre sezioni dell'impianto. I gas saturi di ammoniaca alla temperatura del separatore 1 (35°C) hanno la seguente composizione:

H <sub>2</sub>	211,0 Nm <sup>3</sup> /h
CH <sub>4</sub>	0,5 »
CO	0,5 »
N <sub>2</sub> +Ar	430,0 »
O <sub>2</sub>	101,0 »
NH <sub>3</sub>	2977,0 »

e devono essere inviati attraverso la linea 2 all'assorbitore 6 dove l'ammoniaca viene recuperata assorbendola con acqua che arriva attraverso la linea 7. Depurando questo gas

dall'ammoniaca si ottiene una miscela gassosa con la seguente composizione:

Gas infiammabili	28,54% vol. (di cui	H <sub>2</sub>	28,40%
5		CH <sub>4</sub>	0,07%
N <sub>2</sub> + Ar	57,87 »	CO	0,07)
O <sub>2</sub>	13,59 »		

10 Come si può vedere dal diagramma di fig. 2 (sul quale sono indicati i limiti di esplosività del gas) il punto rappresentativo del gas (punto D) è all'interno dell'area di esplosività. A = 100% O<sub>2</sub>; B = 100% inerti; C = 100% gas infiammabili. Operando secondo la presente invenzione, in 15 vece, i gas della linea 2 vengono miscelati in 11 con i gas di spуро del ciclo di sintesi dell'ammoniaca (ammoniaca prodotta 865 t/d) che arrivano attraverso la linea 3 le caratteristiche di questi gas sono le seguenti:

20 Portata: 7633 Nm <sup>3</sup> /h
Composizione: H <sub>2</sub> 54,86% vol.
CH <sub>4</sub> 10,92 »
H <sub>2</sub> 21,94 »
25 NH <sub>3</sub> 12,28 »
100,00% vol.

Il gas miscelato che attraverso la tubazione 4 è inviato all'assorbitore 6 ha la seguente composizione:

30 H <sub>2</sub>	4398,0 Nm <sup>3</sup> /h
CH <sub>4</sub>	833,5 »
CO	0,5 »
N <sub>2</sub> +A	2105,0 »
35 O <sub>2</sub>	101,0 »
NH <sub>3</sub>	3914,0 »
	11352,0 Nm <sup>3</sup> /h

40 Dopo l'eliminazione dell'ammoniaca il gas avrà la seguente composizione:

H <sub>2</sub>	59,14% vol.
CH <sub>4</sub>	11,21 »
45 N <sub>2</sub> +A	28,30 »
O <sub>2</sub>	1,35 »
	Tot. gas infiamm. 70,35% vol.

Sul diagramma di fig. 3 sono indicati i limiti di esplosività di questo gas ed il suo punto rappresentativo (Punto 50 D) è largamente al di fuori di tali limiti. A, B e C hanno gli stessi significati che nella fig. 2.

**Fig.1**

