

IMPIANTO AMMONIACA

L'impianto Ammoniaca è costituito da un impianto di produzione così composto:

- una singola linea di preparazione del gas di sintesi (parte della linea RS-2),
- n° 2 linee di sintesi (linea n°1 e linea n° 2) strettamente interconnesse fra loro, che nel normale assetto di marcia funzionano in parallelo.

La potenzialità dell'impianto attuale è pari a 324 t/d.

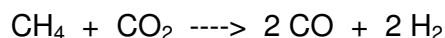
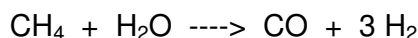
L'impianto è suddiviso nelle seguenti sezioni:

- 1.a) Desolforazione e Reforming*
- 1.b) Conversione, Decarbonatazione e Metanazione*
- 1.c) Compressione*
- 1.d) Sintesi Ammoniaca*
- 1.e) Sezione di Purificazione Idrogeno (Impianto Idrogeno)*

1.a) Desolforazione e Reforming

L'idrogeno necessario per la produzione dell'ammoniaca viene ottenuto mediante "reforming" ("primario" e "secondario") con vapor d'acqua del gas naturale, costituito essenzialmente da metano.

Nel reforming primario avvengono le reazioni seguenti:



Le reazioni sono complessivamente endotermiche, per cui per avere rese soddisfacenti è necessario operare ad almeno 700°C. Non è necessario tuttavia avvicinarsi alla conversione totale del metano in quanto il metano residuo verrà successivamente convertito nel "reforming secondario".

Essendo la reazione endotermica, per mantenere la reazione è necessario fornire calore attraverso una superficie di scambio termico, fenomeno che limita superiormente la temperatura di reazione per problemi connessi alla resistenza dei materiali. In pratica si opera a 700 - 800°C (cui corrisponde una conversione del metano circa dell'80%). L'energia necessaria al mantenimento della combustione viene ottenuta per combustione del gas naturale stesso in appositi bruciatori inseriti nel forno di reforming primario.

A queste temperature la reazione deve essere condotta in presenza di un catalizzatore a base di nichel supportato su ossido di alluminio / ossido di calcio. L'impiego di catalizzatore evita la formazione del nerofumo ma richiede che il gas naturale sia esente da composti solforati che avvelenano in maniera irreversibile il catalizzatore stesso.

Il processo di desolforazione utilizzato consiste nella fissazione su ossido di zinco dei composti solforati sotto forma di solfuri, ad alta temperatura (300 - 400°C).

Un valore elevato del rapporto molare vapor d'acqua / metano favorisce la reazione di reforming e contribuisce alla riduzione della formazione di nerofumo; in pratica si opera mantenendo tale rapporto molare ad un valore vicino a 3.

Il processo è sfavorito da condizioni di pressioni superiori a quella atmosferica, ma per ridurre i volumi delle apparecchiature si opera a pressioni di circa 25÷30 ate. La necessità di fornire calore ad un gas in pressione, rende necessaria l'adozione di un reattore di tipo tubolare, con i tubi riempiti di catalizzatore.

Nel "reforming secondario" viene ridotto il contenuto del metano residuo (presente in misura del 7% circa nella corrente in uscita dal reforming primario) a valori pari a 0.2 - 0.4% mediante post-combustione con aria. In questa fase viene introdotto l'azoto necessario per la sintesi dell'ammoniaca e tutte le operazioni sono condotte in maniera tale che alla fine di tutte le operazioni il rapporto molare fra azoto e idrogeno sia esattamente pari a 3.

L'aggiunta dell'aria determina lo sviluppo di reazioni fortemente esotermiche nella parte superiore del reformer e conseguente aumento della temperatura e delle percentuali di CO₂ ed H₂O. Questi fattori favoriscono, nella parte inferiore del reformer, lo spostamento verso destra delle reazioni endotermiche descritte a proposito del reforming secondario, con conseguente formazione di CO e H₂ e riduzione del tenore di CH₄.

Per facilitare la reazione ed evitare la formazione di nerofumo, la post-combustione con aria viene effettuata in presenza di un catalizzatore, in particolare si utilizza nichel supportato su ossido di alluminio / ossido di calcio.

Dettagli:

Per il reforming si utilizza la sezione di preparazione della linea precedentemente denominata RS-2 (mentre la linea di preparazione RS-1 è attualmente ferma)

Il gas naturale, costituito essenzialmente da metano, proveniente dal gasdotto SNAM, è aspirato dai compressori 6-HF-8 1/2 e dal compressore 10-HG-9.

Il gas compresso a 28 ate e 30°C viene inizialmente riscaldato alla temperatura di 400°C nel serpentino della sezione convettiva del reformer primario H-1101, poi desolfurato nel desolfatore D-1102 ad ossido di zinco. All'uscita da quest'ultimo, il contenuto di zolfo nel gas naturale è inferiore a 0.2 ppm .

All'uscita dal D-1102 il gas naturale è mescolato con il vapore surriscaldato nell'eiettore J-1101, sulla mandata del quale si ha una miscela con rapporto molare vapore / gas naturale pari a 3÷3.2.

Il vapore disponibile a circa 40 bar viene usato come fluido motore in J-1101 per aumentare la pressione del gas naturale di circa 3.5 bar.

Quindi la miscela fluisce nel serpentino di preriscaldamento principale nella sezione convettiva del reformer primario, dove viene ulteriormente preriscaldato alla temperatura di 566°C.

La miscela è inviata dentro i tubi riempiti di catalizzatore collegati in parallelo e disposti nella sezione radiante del reformer primario H-1101.

In presenza del catalizzatore e sotto l'azione dell'alta temperatura, il gas reagisce con il vapore trasformandosi in idrogeno e ossidi di carbonio.

Il gas riformato esce dai tubi di catalizzatore a circa 780 °C e 29.5 bar.

Essendo endotermica la reazione di reforming primario, il calore di reazione viene fornito alla miscela di reazione dall'esterno, mediante la combustione del gas combustibile. Questo consiste in una miscela di gas naturale e di una parte del gas di spurgo proveniente dall'unità di sintesi, che sono mescolati nel miscelatore D-1108 alla pressione controllata di 4 bar prima di essere inviati ai bruciatori.

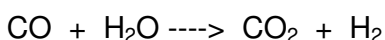
La restante parte dei gas di spurgo è inviata al D-104 per la regolazione di pressione.

Il metano è inviato al reformer primario H-1101 dove, grazie alla presenza di vapore, viene riformato e la miscela che si ottiene, contenente idrogeno, ossido di carbonio, anidride carbonica, acqua e metano, alla temperatura di 765 °C va al reformer secondario R-1101.

In questo reattore, regolando e controllando opportunamente la portata di aria, si ha la quasi completa trasformazione del metano in idrogeno, ed il giusto rapporto tra idrogeno ed azoto necessario per la miscela di sintesi.

1.b) Conversione, Decarbonatazione e Metanazione

L'ossido di carbonio prodotto nelle precedenti reazioni deve essere separato; allo scopo lo si converte inizialmente ad anidride carbonica, mediante la seguente reazione di "shift" con vapor d'acqua:



La reazione, esotermica, è condotta con 2 tipi di catalizzatore, a temperatura relativamente bassa.

Il primo letto fisso lavora a circa 340-360 °C in presenza di un catalizzatore, nel caso specifico ossido ferrico con aggiunta di attivanti a base di ossidi di cromo.

Si ha quindi una serie di 2 letti, D-1112 e R-1102B, con catalizzatore ad ossidi di Rame, a circa 200 °C, denominati LTS (Low Temperature Shift).

Le fasi successive consistono nel separare l'anidride carbonica per assorbimento e l'eliminazione finale dell'ossido di carbonio.

Le due linee si differenziano proprio in queste ultime operazioni, a monte della sezione di produzione dell'ammoniaca, in quanto la linea 1 utilizza la tecnologia di lavaggio Gianmarco Vetrocoke e la linea 2 la tecnologia Benfield.

Dettagli:

Il gas proveniente dalla caldaia del recupero a 330 - 360 °C viene inviato in 3 reattori R-1102 A/B e D-1112 per la conversione di parte dell'ossido di carbonio in idrogeno.

Quindi, dopo aver ceduto calore nel ribollitore della colonna di rigenerazione, viene inviato nei due reattori R1 e R2 (Seletoxo) per ridurre al minimo la concentrazione di

ossido di carbonio, per ossidazione catalitica con aria (catalizzatore Platino su Allumina).

All'uscita dal Seletoxo il gas passa attraverso la torre T-1201 per l'assorbimento dell'anidride carbonica, con una soluzione a base di carbonato (soluzione Benfield), quindi nel reattore di metanazione R-1103, per trasformare l'ossido di carbonio e l'anidride carbonica in metano.

La soluzione Benfield esausta viene rigenerata nelle colonne T-1202 e T-2201 e l'anidride carbonica recuperata viene inviata agli impianti Samac e Bicarbonato Ammonico.

1.c) Compressione

Compressione gas di sintesi:

In questa sezione si utilizzano i compressori della linea RS-1 (ora ferma, per quanto riguarda la preparazione del gas di sintesi) ed i compressori della linea RS-2, già precedentemente connessi con la sezione di preparazione attualmente in marcia.

Sezione RS-1

La sezione di compressione RS-1 è collegata in parallelo con il compressore 10-HG-9 della sez. RS-2.

È costituita da due compressori alternativi multiservice della stessa potenzialità e caratteristiche aventi ognuno 8 fasi di compressione così impegnate:

- n° 1 fase per la compressione del gas naturale,
- n° 3 fasi per la compressione dell'aria,
- n° 4 fasi per comprimere a 700 ate ed inviare il gas alla sez. di sintesi RS-1.

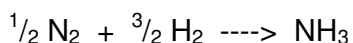
Sezione RS-2

È costituita da un unico compressore alternativo multiservice fornito di 9 fasi di compressione così impegnate:

- n° 2 fasi per la compressione del gas naturale,
- n° 3 fasi per la compressione dell'aria,
- n° 4 fasi per comprimere la miscela e inviarla alla sezione di sintesi RS-2.

1.d) Sintesi Ammoniacca

L'ammoniaca si prepara per reazione tra azoto e idrogeno:



La reazione è esotermica per circa 13.000 kcal/kmol, è interessata da equilibrio chimico e non è possibile la formazione di prodotti di reazione secondari.

Per avere rese all'equilibrio sufficientemente elevate sarebbe necessario operare a temperatura inferiore a 200°C; non si conoscono però catalizzatori attivi in queste condizioni.

In pratica il catalizzatore utilizzato (ternario, costituito da ferro, ossido di alluminio e ossido di potassio) è attivo a partire da 450 °C.

L'uso di questo catalizzatore impone che le quantità di ossido di carbonio, anidride carbonica e composti solforati siano ridotte a poche ppm in quanto veleni permanenti del catalizzatore stesso.

Il limite superiore della temperatura è condizionato dalla stabilità del catalizzatore e dalla resistenza dei materiali: in generale non si superano i 600 °C.

A queste temperature la resa all'equilibrio è relativamente bassa, a meno di operare sotto pressione; nel processo adottato dalla NTIC si opera a 700 bar.

Poiché la conversione per passaggio non è completa, allo scopo di ottenere rese elevate in ammoniaca, è necessario riciclare i gas non reagiti, dopo aver separato l'ammoniaca. È perciò necessario contenere al massimo al 10% il quantitativo di inerti (metano e argo principalmente) presenti nell'alimentazione fresca.

Per evitare l'accumulo degli incondensabili, parte della corrente riciclata viene spurgata ed inviata al trattamento effluenti gassosi.

Trattandosi di una reazione esotermica interessata da equilibrio, per favorire la resa la reazione andrebbe condotta in un reattore in cui la temperatura diminuisca lungo il letto catalitico. In realtà questo procedimento viene approssimato impiegando un reattore con raffreddamenti intermedi.

Il processo utilizzato nello Stabilimento NTIC prevede l'utilizzo del reattore Ammonia-Casale, a flusso assiale. I gas in ingresso vengono preriscaldati a scapito del contenuto energetico dei gas reagiti uscenti dal primo letto catalitico, realizzando così il raffreddamento intermedio.

L'adozione di questi reattori richiede una pressione di esercizio intorno a 550 - 600 bar. La compressione dei gas viene effettuata con compressori alternativi multistadio, che però presentano il problema del trascinarsi d'olio, il quale viene eliminato per filtraggio.

Il ricircolo dei gas non reagiti viene realizzato mediante un eiettore che utilizza il gas di sintesi fresco compresso come fluido motore.

L'ammoniaca viene separata sotto forma di liquido dalla corrente in uscita dal reattore per successivi raffreddamenti condotti a livelli di pressione decrescenti.

Dettagli:

Sintesi Ammoniaca

Sezione di Sintesi Ammoniaca RS-1

La sezione di sintesi RS-1 è collegata in parallelo con la RS-2.

Il gas alla pressione di 700 ate viene inviato al reattore di sintesi R-401, in uscita dal quale, dopo aver recuperato calore nella caldaia E-1403 (comune alla linea n° 2), viene raffreddato fino a far condensare parte dell'ammoniaca formatasi nel reattore.

L'ammoniaca viene poi degasata in successivi recipienti che operano a pressioni decrescenti e quindi inviata allo stoccaggio.

Sezione di Sintesi Ammoniaca RS-2

La miscela di sintesi, costituita da idrogeno (75%) e da azoto (25%) viene inviata dal compressore 10-HG-9 ad una pressione di 700 ate all'eiettore separatore V-1401 e quindi al reattore di sintesi R-1401.

Il gas in uscita alla temperatura di 240°C attraversa la caldaia E-1403 (comune alla linea n° 1) per il recupero del calore, e viene poi raffreddato fino a far condensare parte dell'ammoniaca formatasi nel reattore.

L'ammoniaca anidra prodotta viene poi degasata in successivi recipienti che operano a pressioni più basse, V-1402 (alla pressione di 60 ate) e D-501 (pressione operativa di 25 ate) da cui è inviata allo stoccaggio.

1.e) Sezione di Purificazione Idrogeno (Impianto Idrogeno)

Le correnti di gas di spurgo delle due linee di produzione ammoniacca, contenenti principalmente idrogeno, vengono inviate all'impianto Idrogeno.

L'impianto Idrogeno è una sezione dell'impianto Ammoniaca, in cui si ha la purificazione di H₂, che viene poi riciclato alla sezione di sintesi di NH₃.

L'impianto ha lo scopo di produrre idrogeno gassoso ad elevata purezza tramite separazione criogenica dai gas di spurgo della miscela di sintesi dell'impianto ammoniacca.

La capacità produttiva è pari a circa 28.000 Nm³/giorno utilizzato per usi interni.

Descrizione del processo

Il gas di alimentazione dell'impianto è costituito dagli spurghi della sintesi dell'impianto ammoniacca, avente la seguente composizione media:

H₂ ≅ 65 %

N₂ ≅ 21 %

CH₄ ≅ 6 %

Ar ≅ 8 %

La miscela gassosa contenente tracce di umidità e di ammoniacca, alla pressione di 58 kg/cm² e con temperatura di 30°C, si raffredda fino a 20°C nello scambiatore HE-1 alimentato con un ciclo frigorifero, quindi passa nel separatore di condensa S-3 e poi alla fase di essiccamento.

Gli essiccatori sono costituiti da due vessel contenenti setacci molecolari (VE-2 e VE-3), dei quali uno è nella fase di adsorbimento, mentre l'altro è in fase di rigenerazione.

Il ciclo è automatico è viene regolato da un timer che prevede una fase adsorbente di 12 ore ed una rigenerazione di 11 ore e mezza.

La rigenerazione è effettuata utilizzando una parte del gas che normalmente si scarica all'atmosfera, costituito da azoto con piccole percentuali di idrogeno, il quale viene riscaldato a 140°C in H-1 ed inviato in controcorrente nel vessel in rigenerazione.

Dopo 5 ore si disinseriscono le resistenze di riscaldamento di H-1 ed il gas continua a fluire per 6 ore e mezza raffreddando così tutta l'apparecchiatura.

Il gas uscendo dagli adsorbitori secco e privo di ammoniaca entra nello scambiatore a passaggi multipli HE-7 e si raffredda a -172°C a spese delle frazioni uscenti costituite da idrogeno, azoto, metano e argon.

In HE-7 si ottiene una miscela liquida di azoto, argon e metano che si raccoglie nel separatore VE-5, dal quale con l'ausilio di un controllore automatico di livello (L1-V) va ad alimentare lo scambiatore HE-7 nel quale vaporizza cedendo le frigorifiche necessarie a raffreddare il gas in ingresso, poi è inviata al gasometro.

La frazione non condensata in VE-5 entra in un secondo scambiatore a passaggi multipli HE-8, dove si raffredda ulteriormente fino a -205°C a spese dell'idrogeno prodotto e dell'idrogeno proveniente dall'espansore.

Con questa operazione si riesce ad ottenere la liquefazione totale di azoto, argon e metano i quali si separano nel VE-6, mentre la frazione incondensabile, costituita da idrogeno ad alta purezza, viene fatta espandere in un espansore adiabatico fino alla pressione di 10 kg/cm², in questo modo si hanno disponibili le frigorifiche necessarie al bilancio termico dell'impianto.

La frazione liquida dal VE-6, in controllo di livello con L2-V, passa nello scambiatore HE-7 nel quale evapora e raffredda così il gas che fluisce in controcorrente.

Dall'espansore EE-1 l'idrogeno prodotto rientra nel cold-box e alimenta gli scambiatori HE-8 e poi HE-7 fino a riscaldarsi a temperatura ambiente.

Tutte le apparecchiature costituenti l'impianto sono racchiuse nel cold-box il quale è riempito con materiale isolante allo scopo di evitare scambio di calore con l'ambiente esterno.

L'idrogeno attualmente è utilizzato per usi interni di stabilimento: il compressore K-101 provvede ad inviare tutto il gas prodotto, ad una pressione di circa 30 kg/cm² e mediante una tubazione apposita, all'alimentazione dell'impianto Ammoniaca.

IMPIANTO ACIDO NITRICO

L'impianto Acido Nitrico Diluito (processo Kuhlmann) è costituito da una unica linea di produzione la cui potenzialità massima è pari a 290 t/d di Acido Nitrico (espresso al 100%), in soluzione acquosa al 54% e al 70%, per un consumo medio di:

- 80 t/d di ammoniaca anidra;
- 1300 t/d di aria;
- 115 t/d di acqua demineralizzata.

L'impianto è costituito dalle seguenti sezioni:

- 2.a) *Ossidazione catalitica dell'ammoniaca*
- 2.b) *Sezione recupero di calore e compressione*
- 2.c) *Assorbimento ossidi di azoto*
- 2.d) *Abbattimento NOx*

L'Acido Nitrico Diluito si prepara per ossidazione catalitica dell'ammoniaca a monossido di azoto:

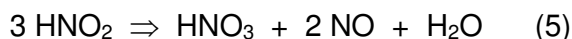
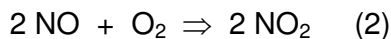


Il catalizzatore, platino o leghe di platino-rodio, si trova all'interno del reattore (tipo Bamag) sotto forma di rete (n° 5 reti), per avere un tempo di contatto brevissimo fra i reagenti. Infatti la reazione di ossidazione dell'ammoniaca non può essere condotta fino al proprio equilibrio termodinamico dato che in questo caso si otterrebbe azoto.

La reazione (1) viene condotta a 830°C in leggero eccesso d'aria: l'ammoniaca in alimentazione è presente nella misura del 11,5% (valore inferiore al LEL).

L'uso del catalizzatore in reti richiede l'impiego di aria esente da polveri che eserciterebbero una azione erosiva.

L'Acido Nitrico Diluito si ottiene dal monossido di azoto per ossidazione con aria del NO ad NO₂, e contemporaneo assorbimento di quest'ultimo con acqua. Il complesso delle reazioni descritte è il seguente:



L'ossidazione del NO a NO₂ viene condotta con aria atmosferica opportunamente filtrata. La reazione (2) è favorita dalla bassa temperatura (si opera a 20°C) sia dal punto di vista termodinamico (reazione. esotermica), sia, fatto insolito, dal punto di vista cinetico. Il fatto di poter operare a bassa temperatura è una condizione favorevole per il successivo assorbimento del biossido di azoto.

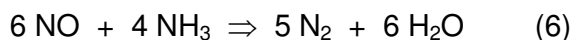
Per tale raffreddamento si utilizzano delle serpentine interne alle colonne in cui l'acido dei piatti cede calore all'ammoniaca liquida. L'ammoniaca gas prodotta costituisce l'alimentazione all'impianto

La reazione (3) di dimerizzazione non è quantitativa alla temperatura di esercizio, ma l'equilibrio viene spostato verso destra a causa delle reazioni di assorbimento in acqua che sottraggono il dimero dalla fase gas.

Per favorire ulteriormente l'assorbimento, si opera in leggera pressione (3,5 bar).

La reazione (5) porta alla formazione di NO, per cui per ottenere una corrente gassosa in uscita dall'impianto con un quantitativo di NO inferiore ai limiti di legge sulle emissioni gassose, sono necessarie due colonne di assorbimento a piatti, nelle quali i processi di ossidazione di NO e di assorbimento di NO₂ avvengono contemporaneamente, e di una successiva colonna a piatti ad alta efficienza.

La purificazione finale del gas viene effettuata in reattore catalitico nel quale il NO viene fatto reagire con ammoniaca, riducendosi così ad azoto:



DESCRIZIONE DEL CICLO OPERATIVO

2.A) OSSIDAZIONE CATALITICA DELL'AMMONIACA

Nei due bruciatori F-130 A/B, in presenza delle reti di platino/rodio che funge da catalizzatore, avviene la combustione controllata fra l'aria ambiente, opportunamente filtrata nel filtro B-121, e l'ammoniaca evaporata in una delle tre colonne di assorbimento o proveniente dal gasometro dell'ammoniaca.

Entrambi i fluidi sono spinti da un unico ventilatore, costituito da due giranti calettate su un unico albero.

La corrente in uscita dai bruciatori, costituita da azoto, ossigeno ed ossidi di azoto, alla pressione di -5÷-10 mm c.d.a. ed alla temperatura di 820 °C, viene inviata alla sezione di recupero calore, sotto l'aspirazione del compressore C-201 collocato a valle.

2.B) SEZIONE RECUPERO DI CALORE E COMPRESSIONE

Questa sezione è costituita dalla caldaia F-403, dove viene prodotto vapore a 18 ate, dal preriscaldatore E-140 dell'aria di ossidazione e infine dal preriscaldatore E-407 dell'acqua che, una volta degasata nel degasatore S-401 e preriscaldata nell'economizzatore E-210, alimenta la caldaia F-403 di cui sopra.

La corrente dei gas di sintesi, ulteriormente raffreddata fino alla temperatura di 30 °C nel refrigerante a pioggia E-150, addizionata dell'aria necessaria all'ossidazione di NO proveniente dai denitrificatori A-242 A/B, arriva all'aspirazione del compressore C-201. La corrente dei gas di sintesi in uscita dal compressore, alla pressione di 3,5 ate ed alla temperatura di 250 °C, viene raffreddata fino a 20 °C passando prima attraverso

l'economizzatore E-210 dell'acqua di alimento della caldaia, poi nello scambiatore di coda E-214 ed infine nel refrigerante ad acqua E-218.

2.C) ASSORBIMENTO OSSIDI DI AZOTO

A questa temperatura il gas entra nella colonna di assorbimento (a piatti) A-225, alla cui sommità viene inviata la corrente liquida prelevata dal fondo della seconda colonna di assorbimento (a piatti) A-230.

Dal fondo della colonna si ottiene l'Acido Nitrico Diluito contenente ancora tracce di ossidi di azoto, che vengono eliminati nei denitrificatori A-242 A/B mediante stripping con aria.

Dal fondo dei due denitrificatori si ottengono due soluzioni di Acido Nitrico Diluito di concentrazione rispettivamente del 70% e del 54%.

I gas uscenti dai denitrificatori sono riciclati all'aspirazione del compressore C-201 (aria secondaria).

Il gas uscente dalla testa della colonna A-225 passa nella seconda colonna di assorbimento A-230, alimentata in testa con la corrente liquida in uscita della colonna ad alta efficienza HEA-301. La corrente liquida in uscita viene riciclata in testa alla colonna A-225.

2.D) ABBATTIMENTO NOX

Il gas non assorbito nella seconda colonna, passa infine nella colonna ad alta efficienza, HEA-301, dove l'acqua demineralizzata in controcorrente assorbe ulteriormente gli ossidi di azoto, ottenendo così una soluzione molto diluita di Acido Nitrico, che viene riciclata in testa alla colonna A-230.

Il gas uscente dalla colonna HEA-301 viene prima preriscaldato nello scambiatore di coda E-214 fino alla temperatura di 190°C e poi inviato nel reattore R-301 contenente un catalizzatore a base di anidride vanadica dove, reagendo con ammoniaca vaporizzata nello scambiatore E-302, si ha la trasformazione quasi completa degli ossidi di azoto in acqua ed azoto elementare.

In uscita il gas si espande a pressione atmosferica in una turbina di recupero coassiale col compressore C-201 e quindi scaricato, alla temperatura di 90°C, dal camino dell'impianto.

Questa corrente ha un contenuto in ossidi di azoto pari a 300 ppm, il resto è essenzialmente costituito da azoto, ossigeno e vapor d'acqua.

Ad integrazione della capacità evaporativi delle serpentine ad ammoniaca nella A-225 è stato installato un evaporatore supplementare di NH₃ con vapore, E-303.

IMPIANTO NITRATO DI CALCIO E GRANULAZIONE

L'impianto Nitrato di Calcio è costituito da una unica linea di produzione la cui potenzialità è pari a 360 t/d, per un consumo medio di:

- 460 t/d di acido nitrico al 54%;
- 13 t/h di calcare;
- 3.4 t/d di ammoniaca;
- 7.2 t/d di soluzione di ammoniaca carbonatata.

Il Centro di Granulazione è costituito da una linea di granulazione della potenzialità massima pari a 400 t/d.

L'impianto è in grado di granulare Nitrato di Calcio.

La produzione max è di circa 100000 t/a, costituite da Nitrato di Calcio granulare.

L'impianto è costituito dalle seguenti sezioni per la produzione di Nitrato di Calcio:

3.a) Produzione soluzione

3.b) Concentrazione

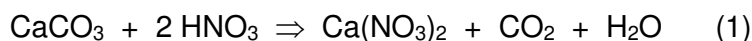
e dalle seguenti sezioni per la granulazione del Nitrato di calcio:

3.c) Granulazione,

3.d) Raffreddamento granulo ed additivazione antimpaccante,

3.e) Abbattimento ad umido delle polveri,

Il Nitrato di Calcio si prepara per semplice reazione tra carbonato di calcio ed acido nitrico diluito al 54%:



L'attacco viene condotto con acido nitrico in eccesso, successivamente neutralizzato con ammoniaca gassosa, in maniera tale che alla fine delle operazioni sul prodotto finito sia presente un quantitativo di nitrato di ammonio pari a circa il 6%.

La presenza di nitrato d'ammonio determina una maggior resistenza all'impiccamento del prodotto finito.

DESCRIZIONE DEL CICLO OPERATIVO

3.A) PRODUZIONE SOLUZIONE

Il calcare in pezzi da 50-80 mm viene stoccato in una apposita fossa di accumulo ed a mezzo di nastro trasportatore MC-104 alimentato alle tramogge ubicate in testa alle torri di attacco calcare T-106 A/B/C/D.

Sul fondo delle torri si alimenta acido nitrico al 54%, regolando la portata in funzione del carico di impianto.

La soluzione di Nitrato di Calcio al 52% risultante fuoriesce per troppo pieno dalle torri e passa al decantatore G-1, mentre l'anidride carbonica sviluppatasi durante la reazione viene aspirata dal ventilatore K-3 ed inviata allo scrubber del Centro Granulazione Fertilizzanti.

Nel decantatore G-1 si separa la maggior parte degli insolubili (silice) presenti nella corrente in uscita dalle torri di attacco.

La soluzione decantata, prelevata dalle pompe J-1 A/B, viene inviata al neutralizzatore F-1, nel quale si miscela con una corrente di ammoniaca gassosa proveniente dall'evaporatore ammoniaca G-7 e/o soluzione ammoniacale carbonatata.

In questa fase l'acido libero si combina con l'ammoniaca per dare nitrato d'ammonio (presente in soluzione al 3-3.5% in peso).

Il ciclo produttivo prevede anche di effettuare una decantazione della soluzione di nitrato per la separazione della silice presente e la produzione di nitrato con tenore di insolubili inferiore a 500 ppm; tale operazione viene effettuata nel decantatore G-10. La soluzione pulita è stoccata in serbatoi intermedi in vetroresina, S-2 e S-3.

3.B) CONCENTRAZIONE

La concentrazione della soluzione è effettuata in tre stadi, dei quali due operanti sotto vuoto ed uno in leggera pressione.

In uscita dai serbatoi S-2 o S-3 la soluzione avente pH 3.5-4.5, passa nel serbatoio-polmone G-2.

Dal polmone G-2 per caduta si alimentano gli scambiatori E-1 A/B del primo concentratore F-3, che viene mantenuto ad una pressione assoluta di 0.149 ata tramite il gruppo vuoto costituito dalla pompa J-11 A e del condensatore barometrico F-7.

Gli scambiatori E-1 A/B utilizzano lato mantello i vapori provenienti dalla testa del secondo concentratore F-4; negli stessi con circolazione naturale in continuo la concentrazione della soluzione passa ad un valore di circa 62%.

La soluzione ripresa dalle pompe J-4 A/B entra nel preriscaldatore E-2 e si riscalda ulteriormente a spese della condensa proveniente dagli scambiatori del 2° e del 3° stadio di concentrazione.

Da E-2 passa nello scambiatore E-3 A del secondo concentratore F-4, il quale lavora ad una pressione di 1.24 ata; l'evaporatore E-3 A è alimentato con vapore di rete.

La soluzione concentrata al 75% si scarica nel G-3 A (1° Frederking) che è mantenuto sotto agitazione ed è riscaldato con vapore.

Da quest'ultimo con le pompe J-5 A/B si invia il sale allo scambiatore E-4 del terzo concentratore F-5; in esso si ottiene la concentrazione finale pari a circa l'85%.

Il concentratore F-5 opera ad una pressione di 0.285 ata mantenuta tramite il condensatore barometrico F-6 e la pompa J-11 B, mentre lo scambiatore E-4 viene alimentato con vapore di rete.

La soluzione concentrata si scarica infine nel G-3 B (2° Frederking), dove è tenuta in agitazione e riscaldata con vapore. Da qui si riprende con le pompe J-6 A/B e si invia al serbatoio S-101 del Centro Granulazione Fertilizzanti.

L'impianto è servito da una rete di vapore la cui temperatura è regolata negli attemperatori E-5 ed E-6; le condense prodotte dalle varie apparecchiature sono recuperate nel serbatoio G-4, dal quale le pompe J-7 A/B le inviano ad E-5 ed E-6, mentre le pompe J-8 A/B le inviano alla rete condense di Stabilimento.

3.c) Granulazione,

Il Nitrato di Calcio arriva ai limiti di batteria sotto forma di soluzione all'85% ed entra nel serbatoio S-101, da dove la soluzione viene ripresa con la pompa P-101 A o B ed inviata come alimentazione al granulatore.

Il serbatoio S-101 viene mantenuto a livello costante da un opportuno sistema di regolazione (così come avviene per la temperatura della soluzione che è mantenuta costante a 138°C tramite semitubo esterno percorso da vapore a bassa pressione).

Il granulatore ME-101 è una combinazione di un granulatore a tamburo e di un granulatore a letto fluido.

Nella parte bassa del granulatore, il liquido spruzzato sulle particelle solide del prodotto da granulare ne accresce le dimensioni.

Il tamburo ruotando porta verso la parte alta del granulatore il prodotto accresciuto, il quale quindi cade sul letto fluido, dove viene rimosso il calore di solidificazione per mezzo di aria proveniente dall'esterno ed inviata attraverso il ventilatore K-1.

Aggiustando la temperatura di questa aria è possibile regolare il grado di umidità del prodotto.

Regolando invece la quantità di prodotto di riciclo si riesce a regolare il grado di accrescimento del granulo. Lo stesso effetto può essere ottenuto agendo sulla vagliatura del prodotto.

Grazie alla combinazione della tecnologia del granulatore a tamburo con quella del granulatore a letto fluido, si è in grado di ottenere un prodotto molto duro e perfettamente sferico.

In uscita dal granulatore, il prodotto viene preso dal nastro MC-101 e poi dall'elevatore a tazze MC-102.

3.d) Raffreddamento granulo ed additivazione antimpaccante

Il prodotto viene quindi vagliato nei vagli MS-101/102/103, da dove il prodotto a specifica viene inviato al letto fluido EA-101, raffreddato e quindi insaccato, mentre il prodotto di dimensioni eccessive viene macinato e quindi riciclato, assieme al vagliato fine, con il nastro trasportatore MC-105 al granulatore.

Questi fini rappresentano il seme che viene usato per il processo di accrescimento del granulo nel tamburo granulatore ME-101/E-101.

Per eliminare il calore di solidificazione e per raffreddare il prodotto viene usata aria ambiente.

Date le caratteristiche del Nitrato di Calcio, non è prevista l'aggiunta di alcun agente antimpaccante, pur mantenendo il passaggio del prodotto attraverso il tamburo di rivestimento MD-200.

3.e) Abbattimento ad umido delle polveri

Tale aria, una volta esaurita la sua funzione, viene inviata alla sezione di abbattimento polveri, costituita da un lavatore ad umido MS-250 e dallo scrubber S-230.

Le polveri abbattute dal lavatore ad umido e dallo scrubber S-230 vengono inviate al recupero sotto forma di soluzione.

L'aria resa all'atmosfera dal ventilatore K-206 ha un contenuto residuo in polveri inferiore a 230 mg/Nm^3 .

Inoltre è previsto un sistema di deumidificazione mediante refrigerazione e post-riscaldamento, dimensionato sia per l'aria necessaria alla refrigerazione del prodotto granulato, sia per l'aria utilizzata per la depolverazione delle apparecchiature (molino, vibrovagli, trasportatori) e per il condizionamento del locale dove è installata l'unità insaccatrice, in modo tale da limitare l'umidità relativa dell'ambiente ad un valore massimo del 40%.

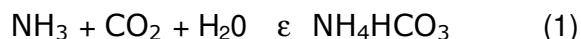
Il prodotto granulato viene raccolto all'uscita del tamburo di ricoprimento e, mediante l'elevatore a tazze MC-250, trasportato nel silo S-205 da cui viene alimentato all'unità insaccatrice ME-206. I sacchi vengono stivati sotto la tettoia fertilizzanti in pallets, e da qui caricati sugli automezzi per la spedizione.

IMPIANTO BICARBONATO DI AMMONIO

L'impianto Bicarbonato di Ammonio è costituito da una unica linea di produzione la cui potenzialità è pari a 14.4 t/d, per un consumo medio di:

- 10 t/d di anidride carbonica,
- 2.5 t/d di ammoniaca anidra,
- 3.9 t/d di soluzione ammoniacale al 17%.

Il Bicarbonato di Ammonio si prepara per semplice reazione di neutralizzazione dell'ammoniaca con anidride carbonica:



L'essiccamento e la movimentazione del prodotto finito vengono realizzati con aria, la quale deve essere depurata dal solido trascinato; si usano proficuamente dei filtri a maniche.

L'impianto è costituito dalle seguenti sezioni:

- 4.a) Produzione slurry*
- 4.b) Essiccamento prodotto*
- 4.c) Additivazione antimpaccante ed insacco prodotto*

DESCRIZIONE DEL CICLO OPERATIVO

4.a) Produzione slurry

L'ammoniaca gassosa, proveniente dalla rete, viene assorbita nelle torri di ammonizzazione T-1 A/B, dotate di scambiatore di calore interno, da una soluzione ammoniacale a basso titolo (17%).

La soluzione arricchita in ammoniaca viene inviata, mediante la pompa P-2, in testa alle tre colonne di bicarbonatazione C-1 A/B/C, dal fondo delle quali entra l'anidride carbonica proveniente dalla rete. Le colonne sono raffreddate mediante acqua in circuito chiuso fatta fluire all'interno di una camicia che avvolge le colonne stesse.

La corrente gassosa uscente dalle torri di carbonatazione, insieme a quelle provenienti dai vent di impianto, viene convogliata ad una colonna a riempimento nella quale l'eventuale ammoniaca evaporata o non reagita viene abbattuta in controcorrente da acqua.

Dal fondo delle tre colonne C-1 A/B/C si preleva in continuo uno slurry di Bicarbonato d'Ammonio, il quale va ad alimentare dapprima il separatore S-1 e quindi la centrifuga MS-1.

4.b) Essiccamento prodotto

Le acque madri provenienti dalla centrifuga vengono riciclate in testa alle colonne di bicarbonatazione C-1 A/B/C, mentre il prodotto solido viene essiccato nel letto fluido

MD-18 mediante aria calda mossa dal ventilatore K-1 e successivamente inviato alla sezione di additivazione antimpaccante.

Le polveri di bicarbonato d'ammonio trascinate dalla corrente di aria utilizzata per l'essiccamento del prodotto sono trattenute da un filtro a maniche.

Il filtro è munito di un apposito congegno automatico di lavaggio con aria.

L'aria depolverata viene liberata direttamente in atmosfera, mentre il prodotto solido separatosi viene recuperato in impianto.

4.c) Additivazione antimpaccante ed insacco

Il prodotto essiccato viene inviato al tamburo di additivazione antimpaccante MD-6, dove viene aggiunto carbonato di magnesio nell'ordine di 0,4-0,5%, mediante un trasporto pneumatico con aria mossa dal ventilatore K-2. Il solido in uscita da MD-6 viene scaricato in una tramoggia e quindi insaccato.

I sacchi stoccati nel magazzino apposito per essere quindi caricati sugli automezzi per la spedizione.

Le polveri di bicarbonato d'ammonio trascinate dalla corrente di aria utilizzata per il trasporto pneumatico del prodotto finito al tamburo MD-6 vengono trattenute da un filtro a maniche.

IMPIANTO PRODUZIONE E STOCCAGGIO SOLUZIONE AMMONIACALE

L'impianto è costituito da due sezioni:

5.a) Preparazione soluzione ammoniacale

I gas provenienti dalla sfera di stoccaggio ammoniaca anidra TK-601 sono convogliati in un unico collettore ed inviati nella colonna T-601 che opera alla pressione di 2.5 bar.

La sfera che è mantenuta a 0°C e circa 3 bar di pressione genera un flusso continuo di gas derivanti dal flash dell'ammoniaca anidra di produzione.

In T-601 l'ammoniaca gassosa è adsorbita da acqua demineralizzata in controcorrente, inviata sulla testa della colonna formando una soluzione ammoniacale al 25-30% che si raccoglie sul fondo della stessa.

I gas in uscita dalla T-601 costituiti essenzialmente da azoto, metano ed idrogeno sono inviati al gasometro di stabilimento per essere utilizzati come combustibile nella Cgitrale di Cogenerazione Edison ubicata all'interno del sito produttivo.

Mediante la pompa P-604 la soluzione viene in parte riciclata alla stessa colonna dopo essere stata raffreddata negli scambiatori di calore a piastre E-605A/B ed in parte inviata a stoccaggio.

5.b) Stoccaggio soluzione ammoniacale

La soluzione prodotta è stoccata nei serbatoi TK-603 (soluzione al 25%), TK-711 e TK-712 (soluzione al 30%).