

PHOTOFINISH

IMPIANTO SPERIMENTALE DI RISTRUTTURAZIONE MOLECOLARE CATALITICA



Sistema non combustivo per l'energia

La Tecnologia Vuzeta consente di trasformare un'ampia varietà di materiali organici, rifiuti e/o materie prime, in un liquido combustibile sintetico, attraverso un processo a bassa temperatura e pressione e dove le emissioni sono pienamente controllate

a cura di prof. Giuseppe Zanoni, Università degli Studi di Pavia

Lo scenario globale attuale mostra tre tendenze a crescente criticità, l'aumento dei costi energetici combinato con rischi prospettici di scarsità dei combustibili basati su idrocarburi, l'incremento delle masse di rifiuti e dei costi di gestione e la contaminazione crescente dell'ambiente a causa sia di emissioni dal ciclo dei carburanti fossili sia da quello di eliminazione termica dei rifiuti stessi. Tali problemi inducono una domanda crescente di più energia a minori costi e più pulita a cui risponde un'offerta di due tipi di energia alternativa: da una parte solare, eolica, idroelettrica, dall'altra i nuovi combustibili ricavati dalla trasformazione di biomasse e/o rifiuti.

La Tecnologia **Vuzeta** consente di trasformare un'ampia varietà di materiali organici, rifiuti e/o materie prime, in un liquido combustibile sintetico attraverso un processo a bassa temperatura e pressione e dove le emissioni sono pienamente controllate.

In sintesi la novità tecnologica è costituita da un sistema che allo stesso tempo elimina i rifiuti organici e produce energia elettrica senza impatto ambientale

DESCRIZIONE SCIENTIFICA DEL PROCESSO

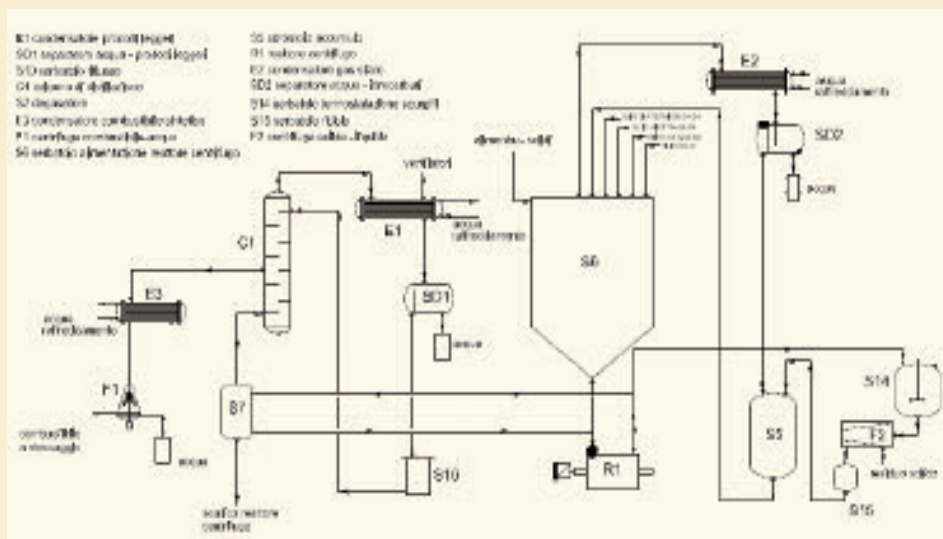
La "ristrutturazione molecolare" dei materiali organici da trattare può così essere descritto. Dato un materiale di formula generica $C_xH_yN_zO_wS_vCl_n$ caratterizzato da un determinato potere calorifico, il processo è in grado di ottenere un combustibile liquido sintetico avente formula $C_{(x+n)}H_{(x+n1)}$ e con un potere calorifico maggiore rispetto al materiale in ingresso. Inoltre, come risulta dalla formula generica, il processo provvede alla rimozione degli eteroatomi (ossigeno, azoto, zolfo ed eventualmente cloro) dal materiale da trattare.

L'operazione chimica di ristrutturazione molecolare viene realizzata in presenza di un opportuno catalizzatore e di un agente neutralizzante che assicura la trasformazione degli eteroatomi nei corrispondenti sali di metalli alcalini e/o alcalino terrosi.

La ristrutturazione molecolare, chiave del processo Vuzeta, è basata su reazioni di cracking seguiti da reforming, reazioni di quenching radicalico e di terminazione di catena, eventualmente da reazioni di



cicloaddizione di Diels-Alder. Più in dettaglio, si possono avere processi di cracking termico e di cracking catalitico. Il primo è mediato da radicali liberi prodotti a seguito di scissioni omolitiche di legami C-H, C-C, CO, C-N e O-H e la chimica coinvolta è quella tipica dei radicali al carbonio, ossigeno e idrogeno. Nel caso del cracking catalitico vi sono due diversi meccanismi, uno è quello classico della chimica dei carbocationi che si formano principalmente ad opera dei siti acidi di Brønsted che si trovano nel framework del catalizzatore di alluminio silicato. Il secondo meccanismo è di tipo radicalico ed è responsabile della formazione di olefine attraverso deidrogenazione e/o dealchilazione dei corrispondenti alcani.



La formazione di radicali è promossa dai siti elettron-accettori acidi di Lewis che si trovano in diverse forme di allumina amorfa. Nel processo si realizzano differenti meccanismi di reazioni a seguito sia del riscaldamento, ottenuto per attrito, del materiale a circa 350 °C sia dalla presenza di un opportuno catalizzatore.

Il processo è cataliticamente innescato, a bassa temperatura, utilizzando un catalizzatore zeolitico di silicati misti di alluminio. Il cuore del sistema è rappresentato dal reattore centrifugo a fluido diatermico, che ha la funzione di promuovere la conversione dell'energia cinetica in energia termica con un corrispondente aumento della temperatura del fluido.

L'IMPIANTO DI RISTRUTTURAZIONE MOLECOLARE CATALITICA

L'impianto è costituito da 3 parti principali. Una piattaforma di caricamento costituita da 3 serbatoi completi di sistema di dosaggio e pompa di caricamento nei quali sono inseriti l'olio vettore, il catalizzatore ed il neutralizzante. Le pompe a servizio dei serbatoi inviano i tre prodotti al reattore per il preriscaldamento e l'eliminazione dell'umidità e da qui al polmone di caricamento del reattore centrifugo. La piattaforma è completata dal sistema di caricamento dei materiali da trasformare solidi o liquidi.

I rifiuti solidi in ingresso vengono sottoposti ad un adeguato processo preliminare di

IL LABORATORIO SCIENTIFICO

Il gruppo Vuzeta ha siglato una convenzione con l'Università di Pavia per la ricerca relativa allo sviluppo del processo e del sistema di trasformazione.

Vengono valutate su piccole quantità di materiale fornito dal cliente, le migliori combinazioni catalizzatore neutralizzante-temperatura al fine di ottenere il miglior liquido combustibile sintetico. La permutazione delle variabili in gioco durante la trasformazione può, a seconda delle necessità del cliente, essere indirizzata all'ottenimento prevalente di un particolare tipo di materia prima.

selezione e preparazione, che prevede la riduzione granulometrica, la parziale asciugatura, se necessaria, e l'eliminazione degli inerti (metalli, vetro, sabbia).

Il reattore centrifugo rappresenta il cuore del sistema ed è costruito secondo le tecniche più sofisticate con materiali adatti a resistere alla temperatura di 400°C e alla corrosione indotta dalle miscele di materiali da trasformare. L'attrito tra le particelle della miscela provoca un innalzamento della temperatura della stessa fino a 350°C. Per effetto del livello termico e del catalizzatore si innesca la reazione chimica di produzione degli idrocarburi che a questa temperatura sono allo stato gassoso. Tale miscela gas/liquido viene invia-



Impianto sperimentale di ristrutturazione molecolare catalitica



Sistema di caricamento

ta ad un separatore a ciclone che provoca la separazione fra i liquidi e i gas/vapori, i liquidi ritornano in ciclo nel serbatoio di caricamento del reattore mentre i gas/vapori vengono inviati alla colonna di distillazione;

Dalla colonna di distillazione si estraggono un liquido combustibile sintetico più pesante ed un liquido combustibile sintetico leggero, il primo è raffreddato con uno scambiatore ed inviato al serbatoio di raccolta dopo centrifugazione, il secondo è estratto dalla testa della colonna e parzialmente riflussato dopo la separazione dall'eventuale acqua presente. I residui del processo sono inviati ad un'apparecchiatura che separa la frazione liquida da quella solida, la frazione liquida è riciclata nel processo mentre quella solida è inviata al controllo di qualità per lo smaltimento. Quest'ultima rappresenta circa il 3-8% in peso della miscela introdotta nel processo. I gas prodotti nel sistema sono aspirati da aspiratori che generano una depressione di circa 105 kpa; i gas non condensabili sono inviati ad un serbatoio e quindi, previo passaggio in un sistema di filtri, vengono utilizzati per produrre energia. Il liquido combustibile sintetico prodotto viene inviato a un serbatoio di stoccaggio e successivamente ai vari sistemi per la produzione di energia.

I MATERIALI TRATTABILI E I PRODOTTI OTTENUTI

Tra i materiali utilizzabili, appartenenti ad una vasta classificazione merceologica, ovvero a diversi codici del Catalogo Europeo Rifiuti, e/o materie prime, materie prime seconde figurano i rifiuti solidi urbani (RSU) e quelli di materie plastiche, i residui di demolizione delle automobili (car-fluff), gli olii vegetali e i minerali esausti, le parti organiche di rifiuti industriali, i residui di raffinazione, i rifiuti e residui agricoli e animali e i fanghi di depurazione biologica civile e industriale (disidratati ed essiccati)

Il prodotto principale della Tecnologia Vuzeta è un combustibile sintetico liquido avente

una densità media di circa 0,850 Kg/L ed un potere calorifero inferiore di circa 10.000 Kcal/Kg. Il liquido combustibile sintetico si presenta come una miscela di idrocarburi alifatici lineari distribuiti tra C-7 e C-21 con una prevalenza per la frazione C-15÷C-21 (profilo GC-MS). La configurazione dell'impianto consente di selezionare la frazione di idrocarburi più consona al cliente. L'impianto è in grado di trasformare direttamente il liquido combustibile prodotto in energia elettrica grazie ad esempio ad un gruppo elettrogeno collegato. Il rendimento medio è pari a circa 5 kW per litro di combustibile sintetico prodotto.



Serbatoi di stoccaggio

Dal processo di ristrutturazione molecolare catalitica si formano anche idrocarburi a catena corta, tipicamente metano, etano, propano e butani/pentani, che rappresentano la frazione non condensabile della distillazione. Questi gas, dopo opportuno trattamento, possono convenientemente essere inviati ad un sistema per la generazione di energia elettrica o combustibili per il recupero del calore. La ristrutturazione molecolare ha come sottoprodotto acqua che viene efficacemente separata dalla Tecnologia Vuzeta e può essere purificata in modo tale da rientrare nei parametri previsti dalla vigente normativa. Da ultimo non si devono dimenticare i residui solidi, catalizzatori esausti e sali di metalli alcalini e/o alcalini terrosi.

IL PROGETTO DI INNOVAZIONE INDUSTRIALE PER L'EFFICIENZA ENERGETICA

L'obiettivo del progetto, che ha ottenuto il finanziamento da parte del Ministero dello Sviluppo economico in tema di programmi di ricerca e sviluppo nell'ambito del Progetto di Innovazione Industriale per l'Efficienza energetica, è stato quello di mettere a punto un apparato di conversione dei rifiuti e/o biomasse in combustibile sintetico per la generazione di energia elettrica e calore in relazione ai rapporti di resa input/output di ciascun materiale ed alla sua processabilità da parte dell'apparato stesso. La società con propria innovazione denominata Tecnologia Vuzeta, ha messo a punto un sistema (riprogrammazione molecolare catalitica a basse temperature e pressione) che attua la conversione di materiale organico in combustibile sintetico a bassa temperatura, circa 350°C senza l'intervento di processi combustivi. Il "reattore centrifugo", il cuore del sistema, consente un efficiente trasferimento di calore ed evita la formazione di residui solidi. Inoltre, consumando appena il 10% dell'energia ottenibile, il bilancio energetico è fortemente positivo. Il combustibile generato ha una qualità comparabile al diesel commerciale. In sintesi, la tecnologia offre una soluzione ai classici problemi di pirolisi consentendo di trasformare un'ampia varietà di materiali organici, sia materie prime vegetali sia rifiuti, in un liquido combustibile attraverso un processo a basso impatto ambientale. Tale innovazione sarà di livello globale assoluto perché per la prima volta costruirebbe sistemi che allo stesso tempo producono energia e riducono l'impatto ambientale sia dei rifiuti sia dei loro processi di eliminazione. Gli apparati avranno la capacità di produrre cinquecento, mille litri/ora di combustibile