

Allegato D16

Produzione del Polipropilene

Contenuti dell'Allegato:

Documento *“Stesura dei nuovi documenti di riferimento nazionale in materia di migliori tecniche disponibili per le categorie di attività del settore chimico: Produzione del polipropilene”* presentato da Basell Poliolefine Italia Srl al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 16/12/2005.

BASELL Poliolefine Italia

Stesura dei nuovi documenti di riferimento nazionale in materia di migliori tecniche disponibili per le categorie di attività del settore chimico

Produzione del polipropilene

Relazione per GTR "Settore Chimico"

Ferrara, 16 dicembre 2005

Migliori tecniche disponibili per la produzione di Polipropilene

A.	Introduzione	3
A.1.	Informazioni generali sulla produzione di polimeri ed in particolare del polipropilene.....	5
B.	Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili.	9
B.1.	Processi Basell.....	9
B.2.	Catalizzatori usati per la produzione del polipropilene.....	9
B.3.	Processo Spheripol.....	9
B.4.	Processo Spherizone.....	11
B.5.	Processo Catalloy	12
C.	Descrizioni delle analisi elaborate in ambito comunitario per la individuazione delle MTD, con particolare riferimento, ove disponibili, alle conclusioni dei BRef.....	14
C.1.	Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per il settore specifico.....	14
C.2.	Aspetti tecnici e tecnologici dello specifico settore	14
C.3.	Aspetti ambientali: consumi (energetici, idrici, di materie prime)	14
C.4.	Aspetti ambientali: emissioni (in atmosfera, negli scarichi idrici)	15
C.5.	Aspetti ambientali: analisi dei rischi	15
C.6.	Migliori tecniche e tecnologie	15
D.	Approfondimento, ove necessario, delle tecniche analizzate nei BRef comunitari e definizione, ove possibile, del range di prestazione delle diverse tecniche	16
D.1.	Tecniche di uso generale.....	16
D.2.	Tecniche per la produzione del polipropilene	26
E.	Identificazione di eventuali tecniche alternative e definizione, ove possibile, del range di prestazione di tali tecniche.....	31
F.	Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche disponibili per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia.....	32
F.1.	MTD Generiche	32
F.2.	MTD per la produzione di Polipropilene	34
G.	Analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento elencate nel punto precedente, anche con riferimento ai tempi di attuazione.....	37

A. Introduzione

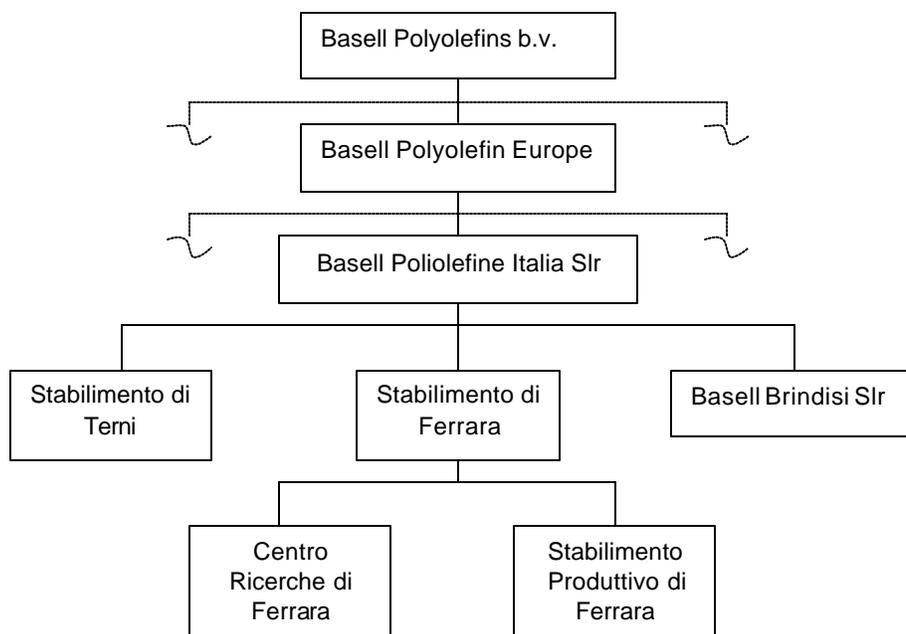
Le informazioni appresso riportate sono relative ai processi di Basell Italia ricadenti nel campo di applicazione del DLgs. 18 febbraio 2005 n. 59 e destinati alla produzione del polipropilene.

Si premette una descrizione essenziale della società .

Basell Poliolefine Italia S.l.r. è una società legalmente registrata (capitale sociale: 180 ML €) che opera nel contesto di Basell Polyolefins b.v.. Fanno parte di Basell Poliolefine Italia S.l.r. :

- gli Uffici Commerciali di Milano;
- lo Stabilimento di Ferrara;
- Basell Brindisi S.l.r., che detiene lo Stabilimento di Brindisi;
- lo Stabilimento di Terni.

Il grafico appresso riportato illustra lo schema organizzativo della società

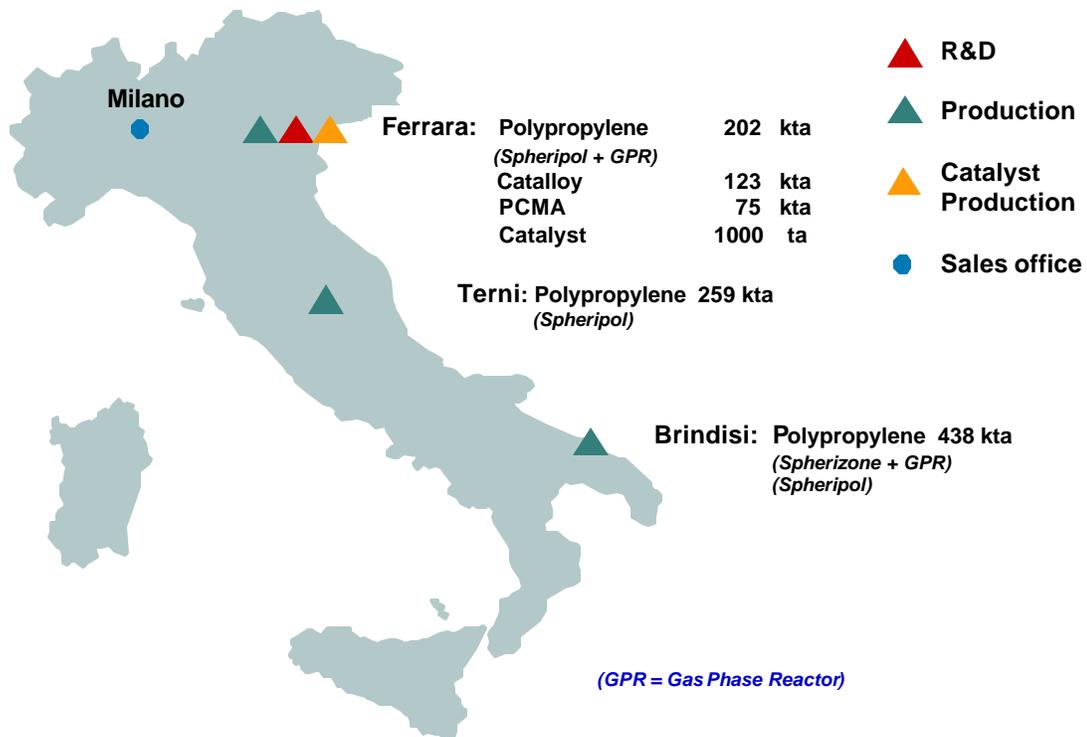


La sede legale di Basell Poliolefine Italia è ubicata in Milano, Via Pergolesi, 25; la sede amministrativa è invece ubicata in Ferrara, P.le privato G. Donegani, 12.

In ciascun Stabilimento sono ubicati uno o più impianti produttivi, in particolare:

Sito	Impianto	Tecnologia	Produzione	Capacità nominale (t/h)	Capacità nominale (t/a)
Ferrara	F-XXIV	Spheripol	PP	23,0	201480
Ferrara	MPX	Catalloy	Catalloy	14,0	122640
Ferrara	F-XXX	PCMA	Compound	8,5	74460
Terni	PP1	Spheripol	PP	29,5	258420
Brindisi	PP2	Spheripol	PP	30,0	262800
Brindisi	P9T	Spherizone	PP	20,0	175200

Le capacità produttive nominali sopra citate sono riferite alla potenzialità di progetto con il prodotto di riferimento, cioè alla capacità produttiva oraria massima; non sono considerati i cambi campagna e le fermate volontarie (per manutenzione programmata o ragioni commerciali) e involontarie (per problemi tecnici o manutenzione non programmata)



dell'impianto nel corso dell'anno.

La presenza di Basell in Italia è così graficamente rappresentata:

Le note che seguono contengono le informazioni per la stesura dei nuovi documenti di riferimento nazionale in materia di migliori tecniche disponibili per la produzione del polipropilene.

A.1. Informazioni generali sulla produzione di polimeri ed in particolare del polipropilene

A.1.1. Proprietà del polipropilene

La polimerizzazione stereospecifica del Polipropilene (PP) ottenuta da G. Natta nel 1954 è stata una scoperta scientifica che ha avuto significato immediato a livello industriale. Oggi il PP è il polimero più usato. La capacità della produzione mondiale ha superato 40 milioni di tonnellate annue e continua ad aumentare con la crescita più alta (6 % per anno) fra i materiali termoplastici nel mondo.

La struttura e proprietà fisico – meccaniche.

Il PP è un polimero termoplastico ottenuto tramite polimerizzazione del propilene con i catalizzatori Ziegler-Natta attraverso la reazione esposta nella fig. 1. Il catalizzatore può essere depositato sul supporto di magnesio cloruro. I co-monomeri tipici sono etilene e butene. Il polimero risulta costituito da una lunga catena ininterrotta di carbonio legato ad idrogeno.

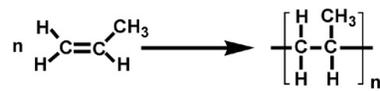


Figura 1 Reazione della polimerizzazione del propilene nel polipropilene.

Nel processo di polimerizzazione del propilene i monomeri possono legarsi alla catena in diverso modo (fig.2.):

- La polimerizzazione testa coda è quando il gruppo CH₃ si trova ogni due atomi di carbonio della catena del polimero.
- La polimerizzazione testa testa, coda coda è quando il gruppo CH₃ è situato su coppie di atomi di carbonio adiacenti.
- La polimerizzazione casuale è quando il gruppo CH₃ è situato a caso lungo alla catena del polimero.

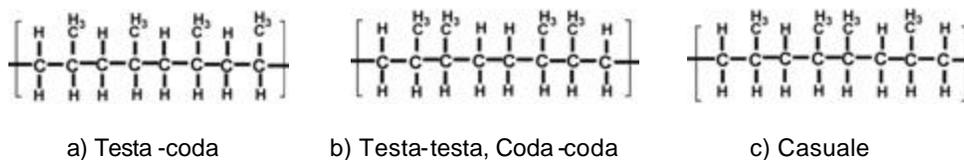


Figura 2 a) Testa-coda b) Testa-tsta, Coda-coda c) Casuale

La disposizione del singolo monomero nel PP è asimmetrica. Quando i gruppi CH₃ si alternano in modo regolare lungo un unico lato, il polimero è detto isotattico (v. fig. 3). Quando i gruppi CH₃ si alternano con regolarità sia su una parte che sull'altra, il polimero è detto sindiotattico. Quando l'orientamento dei gruppi CH₃ è casuale, il polimero è detto atattico.

La regolarità dei polimeri isotattico e sindiotattico permette la cristallizzazione del polimero. Il **PP sindiotattico** ha una temperatura di fusione (T_f) minore del PP isotattico, è più morbido ma nello stesso tempo limpido e con caratteristiche meccaniche buone. È stabile alla raggi

gamma e quindi si presta ad essere utilizzato nelle applicazioni per la medicina. In ogni caso, l'uso commerciale è molto limitato.

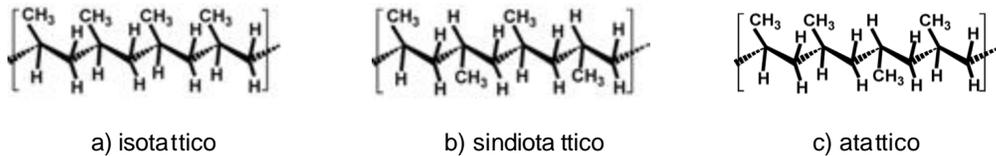


Fig. 3 Illustrazione schematica del PP a) isotattico, b) sindiotattico, and c) atattico

PP Atattico è un polimero morbido, gommoso, pococristallino (5 - 10%) a causa della prevalenza della struttura irregolare. Si usa come film di collante, come laminante della carta e adesivi, come modificante di bitumi. Tali applicazioni non giustificano una sua produzione industriale. Sostanzialmente il PP atattico è sostanzialmente un sottoprodotto del vecchio processo in soluzione.

PP Isotattico è il PP che commercialmente è più diffuso. Possiede alta cristallinità (90-97%) e la T_f è di circa 165°C. Nel caso la quantità isotattica nel materiale aumenti, cresce anche la cristallinità che produce un aumento del modulo di elasticità, della temperatura di rammollimento e della durezza. Nel caso in cui il peso molecolare cresca, la viscosità del fuso e la resistenza all'impatto aumentano, ma la durezza e il punto di rammollimento spesso diminuiscono. Questo è legato alla riduzione della capacità di cristallizzazione con l'aumento del peso molecolare.

Il primo metodo di produzione del PP è stato il processo in sospensione. Ora il polipropilene si produce tramite processi in fase gas e *slurry* liquido. Il peso molecolare medio numerico (M_n) del PP varia da 38.000 a 60.000 e il peso molecolare medio ponderale (M_w) da 220.000 a 700.000. Distribuzione del peso molecolare (M_n/M_w) varia da 2 (solo nel caso dei catalizzatori metallocenici) a 14.

Le proprietà più interessanti del PP sono:

- Leggerezza - è la materia plastica più leggera – densità 0.905;
- Prezzi di vendita competitivi;
- Si trasforma facilmente tramite stampaggio a iniezione, estrusione, filatura e filmatura;
- E' possibile orientare le macromolecole per influenzare le caratteristiche meccaniche
- Resistenza eccellente alle sostanze chimiche;
- Bassa richiesta di coloranti nei processi di compoundizzazione;
- Può essere stabilizzato per una buona resistenza all'invecchiamento termico;
- Buona resistenza a gli agenti ambientali;
- Moderata robustezza e rigidità;
- Buona tenacità nei prodotti modificati in fase di reazione o durante la estrusione;
- Eccellente resistenza alla fatica flessionale
- Modesta trasparenza;
- Bassa costante dielettrica e buon isolante;
- Resistente all'acqua bollente, può essere usato nelle applicazioni dove si richiede la sterilizzazione con vapore;
- Può essere piegato senza dare luogo a cricature e viene quindi utilizzato in applicazioni dove il materiale deve assorbire forti piegature.

La distribuzione del peso molecolare (DPM) influenza la trasformazione. I gradi del PP a DPM larga sono più sensibili alla deformazione di taglio rispetto ai gradi con DPM stretta. Invece una DPM stretta è adatta alla produzione delle fibre. I gradi del PP vengono scelti in relazione alla applicazione specifica. Il grado viene classificato secondo un indice di fluidità che dipende sia dal peso molecolare medio sia dalla DPM. I materiali con l'indice di fluidità più basso si usano in produzioni con estrusione. Nelle produzioni con stampaggio/iniezione i materiali con l'indice di fluidità bassa si usano per ottenere pezzi di grosso spessore mentre i materiali con alto indice di fluidità si usano per lo stampaggio di oggetti con pareti sottili.

Generalmente la temperatura usata nel processo di fusione varia da 210 a 250°C. Nel caso in cui è necessaria alta rigidità è possibile caricare nel polimero delle fibre di vetro corte. L'uso di vulcanizzanti in tali carichi aumenta ulteriormente le proprietà meccaniche del prodotto. Altre cariche quali il carbonato di calcio e il talco migliorano la rigidità del PP.

Altri additivi come pigmenti, antiossidanti e agenti nucleanti possono essere aggiunti nel polipropilene con lo scopo di ottenere caratteristiche specifiche. Il carbonio è spesso additivato nelle applicazioni per esterni per aumentare la resistenza ai raggi UV. Agenti scivolanti e antibloccanti sono utilizzati per la produzione di film dove sono richiesti minori attriti superficiali. Nelle applicazioni per imballaggio sono utilizzate cariche di agenti antistatici.

Aggiunte di gomma nel PP aumentano la resistenza all'impatto. La gomma etilene-propilene è l'elastomero più usato. L'elastomero viene mescolato al PP nel processo di compounding creando una fase elastomerica separata. I composti con contenuto di gomma inferiore al 50% sono di particolare interesse come termoplastici modificati. Polimeri con caratteristiche analoghe possono essere ottenuti direttamente in reazione fase gas in processi quali ad es. il Catalloy. I PP resistenti all'impatto possono essere trasformati in film con buona resistenza alla foratura.

Sono anche prodotti **Copolimeri** del polipropilene con l'uso di altri monomeri. Il monomero più usato è l'etilene, seguito da butene.

Ad esempio i copolimeri cosiddetti "random" contengono dall'1 al 7% in peso di etilene distribuito a caso lungo la catena di PP. La presenza dell'etilene disturba la cristallizzazione della catena e aumenta flessibilità dei prodotti. In ogni caso, lo scopo generale della copolimerizzazione del PP con l'etilene è migliorare la trasparenza e/o chiarezza e le proprietà ottiche in generale.

Il butene può essere utilizzato come comonomero, da solo o più spesso in combinazione con etilene, ottenendo polimeri con caratteristiche adatte ad applicazioni speciali.

Nel caso in cui il contenuto dell'etilene cresca, aumenta la flessibilità e il materiale si comporta come un elastomero (gomma etilene-propilene). I copolimeri possono essere usati nelle applicazioni sia per stampaggio a pressione, sia per stampaggio ad iniezione e sia per estrusione.

Le applicazioni

Il polipropilene ha molte applicazioni, vedi tab. 1. La applicazione stampaggio ad iniezione copre una vasta gamma che varia dal settore d'auto (supporti della fanaleria, pannelli, cruscotti, batterie) alle valigie e parti delle lavatrici. Il PP caricato si usa per attacchi e coperchi del motore. Strutture espanse preparate con fibre di vetro vengono usate per la realizzazione della struttura esterna delle lavatrici. PP modificato con elastomero si usa nel settore paraurti per auto, parti di cruscotti e griglie dei radiatori. Nuovi gradi di PP con alto indice di fluidità si usano per lo stampaggio degli oggetti da casa che richiedono materiali ad alte prestazioni. Il film di PP è usato nelle varie applicazioni per imballaggio. Per questi si usa sia film orientato che non orientato. Nastri di film si usano come supporto per tappeti e sacchi. Le lastre espanse trovano diverse applicazioni incluso l'imballaggio termoformato. Un altro settore importante per il PP è quello delle fibre. Fibre di PP si usano sia nella industria dei tessuti e nella fabbricazione dei tappeti grazie al basso prezzo e alla resistenza all'usura.

Tabella 1 Le maggiori applicazioni del PP

Beni durevoli e di consumo	Batterie
	casse e cesti
	Arredamento e mobilio
	casalinghi
	valigeria
	Altri beni
	Articoli sportivi / tempo libero / giocattoli
Imballaggio rigido	contenitori
	Contenitori a parete sottile, da stampaggio a iniezione

	Contenitori a parete sottile, da stampaggio a iniezione per alimenti (coppette gelato, per yogurt, ecc)
	Contenitori / bottiglie soffiate
	Vaschette termoformate
	Articoli medicali
	Tappi e altre chiusure
	Lastre, e lastre corrugate
	Altri imballaggi
Fibre	Fiocco
	fibre estruse con tecnologie "spunbond" e "meltblown"
	Filo continuo e filo continuo cretato
	Raffia per cordame, nastri e reti
	Reggetta per imballaggio
	Altre applicazioni in ambito tessile
Imballaggio flessibile	film biorientato
	film estruso
	film soffiato
	film coestruso
	Altri tipi di film
Impieghi automobilistici	paraurti
	Profilati esterni
	Pannelli per la strumentazione
	Rifiniture interne all'abitacolo
	Applicazioni sotto cofano-motore

B. Descrizione del processo di produzione, degli eventuali sottoprocessi e degli impianti per i quali sono analizzate le migliori tecniche disponibili.

B.1. Processi Basell

I processi utilizzati da Basell per la produzione di Polipropilene comprendono tecnologie diverse tra loro, che consentono la realizzazione di una vasta gamma di prodotti per diverse applicazioni:

- Processo Spheripol: polimerizzazione in sospensione liquida in reattori tubolari riciclati "Loop" con eventuale aggiunta di uno o due reattori fase gas.
Prodotti: Omopolimero, Copolimero Random, Copolimero Eterofasico (Reattore Fase Gas)
- Processo Spherizone: reazione in fase gas secondo il principio del "Multi Zone Circulating Reactor" (MZCR), con ricircolo del polimero in corrente gassosa.
Prodotti: Omopolimero, Copolimero Random, Copolimero Eterofasico.
- Processo Catalloy: Polimerizzazione multistadio in fase gas in letto fluidizzato.
Prodotti: Omopolimero, Copolimero, Specialità con alto contenuto in gomma

B.2. Catalizzatori usati per la produzione del polipropilene

I processi di polimerizzazione del Polipropilene sfruttano le caratteristiche di catalizzatori di tipo Ziegler Natta, il cui sviluppo continuo, in oltre quaranta anni, ha garantito il raggiungimento di: alte rese di produzione, eccellente stereospecificità (contenuto di Polimero atattico inferiore al 2-5%) e controllo della distribuzione dei pesi molecolari (Molecular Weight Distribution).

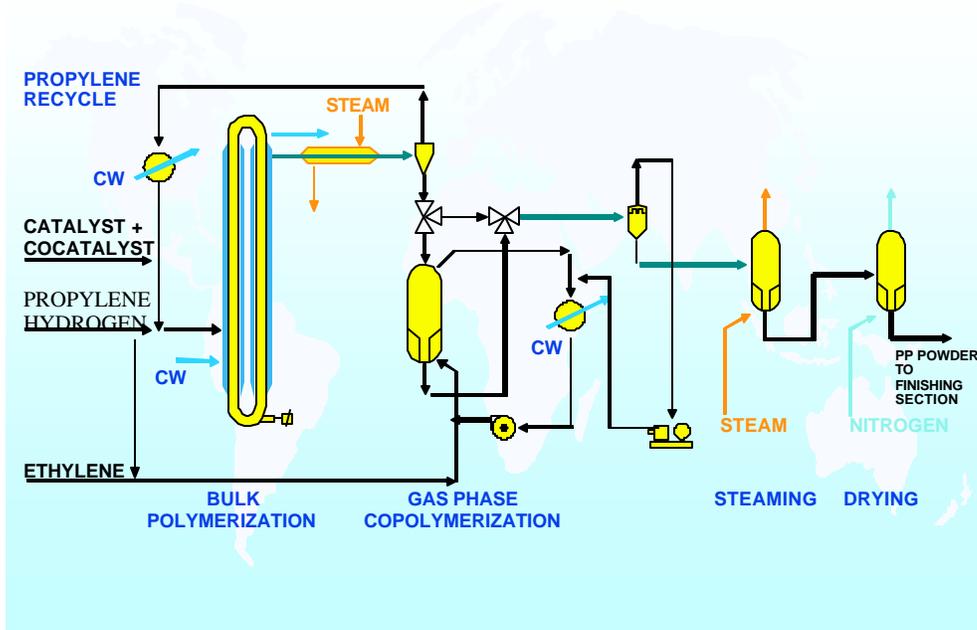
Sono in fase di sperimentazione industriale anche produzioni di polipropilene basate sull'impiego di catalizzatori single-site o Metalloceni attraverso l'applicazione degli stessi processi Basell sopra citati.

B.3. Processo Spheripol

Il processo *Spheripol* può essere usato per la produzione di Omopolimeri e Copolimeri, in funzione del tipo di catalizzatore alimentato e della configurazione di impianto usata.

L'alta reattività e la stereospecificità del sistema catalitico riducono a livelli minimi la presenza di catalizzatore e polipropilene atattico nel prodotto finale, rendendo così superflua un'eventuale sezione di separazione dal polimero.

SPHERIPOL PROCESS



La polimerizzazione avviene a temperature di circa 70°C e pressioni tipicamente intorno ai 35-40 bar in propilene liquido, che è fatto circolare in uno o più reattori tubolari chiusi ("Loop"), disposti in serie.

Una pompa assiale per ogni Loop assicura alte portate volumetriche e quindi un buon coefficiente di scambio termico attraverso le pareti del reattore, provviste di un sistema di raffreddamento ad acqua. Questo continuo ricircolo previene anche la precipitazione delle particelle di polimero dalla sospensione. La concentrazione di polipropilene nei Loop è di solito intorno al 40-50% in peso.

Il catalizzatore, il cocatalizzatore ed uno stereoregolatore (che costituiscono il sistema catalitico), sono alimentati in continuo nel reattore. Le prime fasi di polimerizzazione con il catalizzatore fresco (altamente reattivo) sono decisive per l'andamento della reazione. Per questo motivo gli impianti sono provvisti di uno stadio di prepolymerizzazione operato in continuo, in cui il catalizzatore reagisce a bassa temperatura e bassa concentrazione nel monomero (e quindi con reattività depotenziata).

Il sistema catalitico prepolymerizzato è quindi trasferito nei Loop (operati in serie) per il completamento della reazione, che avviene con tempi di permanenza di circa 1-2 ore per reattore.

La sospensione viene scaricata continuamente dai reattori, attraverso un sistema riscaldato che vaporizza il monomero liquido, in un ciclone. Quest'ultimo, in caso di produzione di omopolimero, è direttamente connesso (previa filtrazione) con lo stadio di disattivazione/desorbimento; in questo caso lo step di Copolymerizzazione è bypassato.

Il monomero non reagito e vaporizzato viene quindi separato nel ciclone, condensato con acqua di raffreddamento e riciclato nei reattori.

Il polimero è trattato con vapore, per disattivare completamente il catalizzatore e ultimare la separazione dal monomero residuo.

Il prodotto umido proveniente dalla sezione di "steaming" (desorbimento in corrente di vapore), dopo uno stadio di essiccazione con azoto caldo, è trasferito in un silo di

stoccaggio e quindi inviato ad estrusione oppure, in qualche caso, stabilizzato per essere venduto tal quale.

In caso di produzione di Copolimero, il prodotto scaricato dal ciclone è alimentato in un reattore a letto fluidizzato dove avviene la Copolimerizzazione; il prodotto finale è scaricato verso lo “steaming” (sempre previa filtrazione) ed alle sezioni successive, come sopra descritto.

B.4. Processo Spherizone

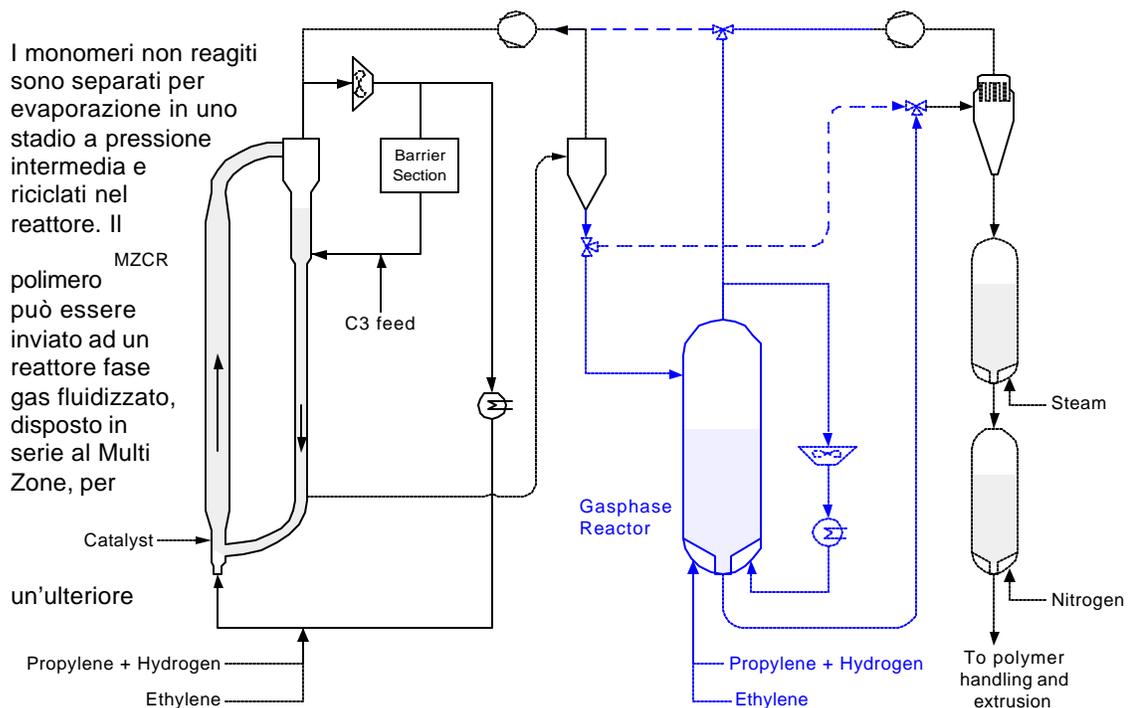
Il processo *Spherizone* si basa sul principio di “Multi Zone Circulating Reactor” (MZCR).

All’interno del reattore, operato a circa 30 bar e 80°C, le particelle di polimero in accrescimento circolano continuamente attraverso due zone interconnesse: nella prima, il polimero si muove verso l’alto in corrente gassosa, da qui, separato il gas, è trasferito nella seconda zona, in cui si muove verso il basso con un flusso continuo in letto impaccato ed è quindi reintrodotta nella prima zona.

La peculiare caratteristica fluidodinamica della seconda zona, in cui il polimero si muove come una fase densa in un flusso a pistone, permette di variare notevolmente la composizione del gas rispetto all’idrogeno (terminatore di catena) e ai monomeri. Questo si ottiene iniettando i monomeri dall’esterno in uno o più punti della seconda zona.

Grazie a questa configurazione, due polimeri differenti si accrescono in torno allo stesso granulo. Mentre i granuli circolano continuamente tra le due zone, polimeri (fasi) differenti (per MFR – “melt flow rate” -e contenuto/tipo di comonomero) vengono generati in modo ciclico tramite polimerizzazione continua. Si ottiene così in un singolo reattore una miscelazione intima di polimeri diversi che conferisce al prodotto un alto grado di omogeneità.

SPHERIZONE PROCESS



Dal separatore intermedio (o dal Reattore Fase Gas), il polimero è trasferito ad un altro stadio di separazione a bassa pressione, per il recupero del monomero non reagito, quindi inviato a trattamento con vapore (per la disattivazione del catalizzatore e l'eliminazione totale dei monomeri adsorbiti) e ad essiccamento con azoto caldo.

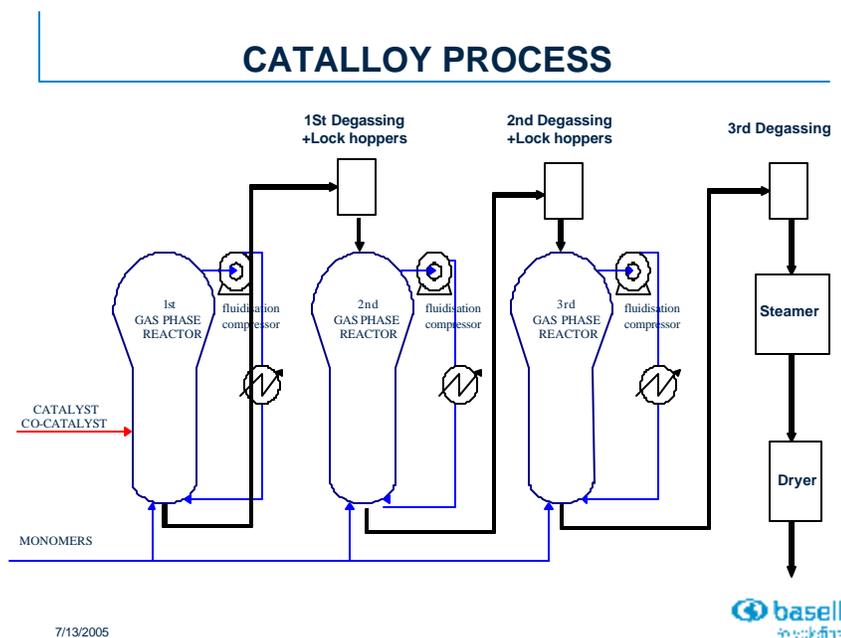
Il prodotto finale, libero da sostanze volatili, è scaricato verso la sezione di finitura (additivazione ed estrusione) ed a stoccaggio.

B.5. Processo Catalloy

Il processo *Catalloy* consta di tre reattori Fase Gas disposti in serie, completamente indipendenti l'uno dall'altro riguardo alle corrispondenti condizioni operative.

Questa configurazione consente di ottenere più fasi polimeriche, con caratteristiche differenti tra loro, nello stesso granulo.

La reazione avviene in fase gas in tre stadi, in regime di fluidizzazione: il catalizzatore prepolymerizzato, è alimentato al primo reattore e da qui il polimero, dopo il necessario tempo di permanenza (che può variare in funzione del prodotto), viene trasferito al secondo ed al terzo reattore tramite un sistema speciale che garantisce l'indipendenza delle condizioni



operative (pressione, temperatura e composizione della fase gas) dei tre reattori.

I monomeri sono opportunamente dosati in ogni stadio di polimerizzazione, in modo da ottenere la composizione desiderata del gas di reazione.

Il calore di reazione viene rimosso tramite un sistema di raffreddamento esterno del gas di ricircolo, che funge a sua volta sia da vettore di reagenti che da mezzo di fluidizzazione del letto di polimero.

Il gas separato all'uscita da ogni stadio di reazione viene compresso e riciclato al processo.

Il polimero scaricato dal terzo reattore è inviato a trattamento con vapore e quindi essiccato con azoto caldo.

Il prodotto finale, libero da idrocarburi residui, può essere trasferito a stoccaggio, previa finitura (additivazione ed estrusione).

C. Descrizioni delle analisi elaborate in ambito comunitario per la individuazione delle MTD, con particolare riferimento, ove disponibili, alle conclusioni dei BRef.

C.1. Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie per il settore specifico

Le migliori prestazioni ambientali sono ottenute tramite sia l'utilizzo della migliore tecnologia produttiva, sia con una corretta scelta/ dimensionamento/ controllo in fase di costruzione/ installazione delle apparecchiature, e sia con una conduzione degli impianti efficace ed efficiente.

Le MTD da utilizzare per il conseguimento dell'obiettivo di cui sopra sono strettamente correlate allo specifico settore produttivo e, all'interno di questo, alle caratteristiche del processo utilizzato. Possono anche influire nella loro scelta le caratteristiche della singola installazione, la sua ubicazione geografica e le condizioni ambientali

Nel caso del polipropilene, in particolare, la vasta gamma di caratteristiche del prodotto da ottenere richiede scelte di tecnologie e processi diversi. Le caratteristiche del prodotto scelto possono richiedere la adozione di un processo con reazione in fase liquida con o senza ulteriore reazione in fase gas per l'ottenimento di copolimeri, ovvero un processo in sola fase gas per ottenere prodotti con pesi molecolari estremi o leghe polimeriche.

Le MTD devono quindi adattarsi allo specifico processo/impianto ottimizzando gli effetti talvolta antitetici che possono indursi sia su diversi aspetti ambientali (ad es. recupero di monomeri non reagiti accompagnato da un aumento di consumo di energia) e sia verso la sicurezza dell'impianto (la reazione fase gas ha un minore impatto sulla sicurezza cui si accompagna un maggiore consumo energetico). Esse devono inoltre rimanere economicamente compatibili e con un accettabile rapporto benefici/costi.

C.2. Aspetti tecnici e tecnologici dello specifico settore

Gli aspetti tecnici e tecnologici connessi con le tecnologie adottate da Basell sono riportati nei punti precedenti.

C.3. Aspetti ambientali: consumi (energetici, idrici, di materie prime)

Sono qui riportati, come esempi di riferimento, i consumi specifici medi relativi a tre diverse tecnologie per la produzione di Polipropilene.

		<i>Spheripol</i>	<i>Spherizone</i>	<i>Catalloy</i>
Monomeri	kg/t	1005 – 1020	1005 – 1015	1010 – 1050
Vapore	kg/t	300-500	200 – 250	400 – 550
Elettricità	kWh/t	250 – 450	400 –500	600 – 800

C.4. *Aspetti ambientali: emissioni (in atmosfera, negli scarichi idrici e rifiuti)*

		<i>Spheripol</i>	<i>Spherizone</i>	<i>Catalloy</i>
Emissioni di polveri	g/t	2 - 8	2 - 8	2 - 8
Emissioni VOC	g/t	500 – 700	180 – 500	1100 – 1300
Emissioni di COD	g/t	10 – 300	10 – 120	20 – 120
Rifiuti non pericolosi	kg/t	0,1 – 1	0,1 – 1	0,1 – 1
Rifiuti pericolosi	kg/t	0,8 – 2,5	0,8 – 2,5	0,8 – 2,5
Rifiuti totali	kg/t	0,9 – 3,5	0,9 – 3,5	0,9 – 3,5

Per quanto riguarda le emissioni sonore, si fa notare che i processi di produzione polipropilene non apportano normalmente un contributo significativo ai livelli di rumore esterno. Essi sono infatti caratterizzati da un numero limitato di macchinari e questi, oltre ad essere per lo più insonorizzati per portare di solito i loro valori di emissione sonora al di sotto degli 85 dB(A), sono per lo più posti non in prossimità del limite dell'impianto o all'interno di fabbricati.

C.5. *Aspetti ambientali: analisi dei rischi*

Gli aspetti ambientali ed i rischi connessi, relativi alla produzione del polipropilene sono del tutto analoghi a quelli della produzione del polietilene. Essi sono descritti nei documenti BREF europei. Ulteriori più dettagliate informazioni sono descritte all'interno delle valutazioni di impatto ambientale eseguite per gli impianti dei siti di Basell. Tali documenti sono a disposizione per consultazione.

C.6. *Migliori tecniche e tecnologie*

Le MTD sono descritte ai successivi punti D e E.

D. Approfondimento, ove necessario, delle tecniche analizzate nei BRef comunitari e definizione, ove possibile, del range di prestazione delle diverse tecniche

D.1. *Tecniche di uso generale.*

D.1.1. Sistema di gestione ambientale

Al fine di condurre con efficacia ed efficienza gli impianti di produzione ed utilizzare tutte le potenzialità delle MTD è necessario implementare un sistema di gestione strutturato. Esso deve essere in grado di indirizzare sia la pianificazione ed attuazione delle attività e delle risorse necessarie per rendere efficaci le MTD, sia il controllo della efficacia della implementazione di tali programmi ed attività e sia l'individuazione delle azioni per conseguire il miglioramento continuo delle prestazioni ambientali dell'intero sistema di gestione.

Un esempio di modello la cui efficacia trova riscontri nelle prassi della industria chimica è quello proposto dalla norma ISO 14001:2004.

D.1.2. Progetto dei componenti di impianto

Descrizione

Le apparecchiature di un processo chimico sono provviste di sfiati per prevenire l'accumulo di gas non necessari al processo stesso, per prevenirne la pressurizzazione a livelli eccessivi, per bonificare le apparecchiature prima di effettuare interventi di manutenzione e per i casi di emergenza.

Tali sfiati sono connessi ad un sistema di controllo delle emissioni inquinanti in atmosfera e nel caso di emergenze sono collettati a sistemi di torcia accesa.

Accorgimenti tecnici per prevenire e/o minimizzare rilasci di inquinanti nell'atmosfera per impianti che utilizzano essenzialmente GPL (quali gli impianti di produzione polipropilene in cui non sono presenti gas tossici) includono:

- Recupero dei monomeri non reagiti (v. D.1.6);
- Allontanamento dei gas inerti dopo abbattimento inquinanti, dove necessario;
- Minimizzazione delle fermate/avviamenti degli impianti (v. D.1.5);
 - Uso di valvole con soffietto o doppio sistema di tenuta (o equivalenti);
 - Pompe con doppio sistema di tenuta e barriera liquida;
 - Compressori con doppio sistema di tenuta;
 - Agitatori con doppio sistema di tenuta e barriera liquida;
 - Minimizzazione del numero di flangie ed uso di flangiature specifiche;
 - Uso di guarnizioni efficienti;
 - Sistemi di campionamento chiusi;
 - Drenaggio di effluenti contaminati in sistemi chiusi;
 - Raccolta di sfiati in appositi collettori.

Benefici ambientali ottenuti

Prevenzione e riduzione delle emissioni di Composti Organici Volatili (Volatile Organic Compounds – VOC).

Effetti Connessi

Non ci sono informazioni al riguardo

Dati Operativi

Non ci sono informazioni al riguardo

Applicabilità

Generalmente applicabile a tutti i processi.

Impatto economico

	Tenuta Meccanica	Trascinamento magnetico	Sommersa	Doppia/Tripla Tenuta + Barriera Liquida
Pompe	100	120 – 170	130 -170	130-250
Compressori	100	N.A.	N.A.	120
Agitatori	100	120 -150	120-150	130-250

Tab. 1: Fattori di Costo per progettazione apparecchiature

In funzione della situazione, l'implementazione può comportare costi differenti.

	Pompa Aggiuntiva per nuovo impianto	Pompa di altro tipo per nuovo impianto	Revamp semplice	Revamp complesso
Costo Acquisto	100	140	100	100
Costi di installazione	160	160	100	230
Ingegneria di base e dettaglio	40	50	40	100
Smantellamento pompa esistente	0	0	20	80
Totale	300	350	260	510
Fattore di Costo	1.0	1.16	0.87	1.7

Nota: il fattore di costo si riferisce al rapporto tra i costi relativi alla prima colonna e la colonna corrispondente.

Tab. 2: Fattori di costo per implementazione di una nuova pompa

D.1.3. Emissioni fuggitive

Descrizione

Le emissioni fuggitive dei monomeri utilizzati nella produzione del polipropilene sono caratterizzate da un significativo aspetto ambientale legato al loro Potenziale di Creazione Fotochimica di Ozono (POCP).

In particolare il propilene è caratterizzato da un potenziale pari 1,123 rispetto all'etilene che è anche esso utilizzato nel processo (produzione di copolimeri)¹.

In generale si hanno emissioni fuggitive di idrocarburi da sfiati di processo, dal loro stoccaggio e movimentazione e dalle perdite degli accoppiamenti dei componenti di impianto a causa della progressiva perdita di efficienza nelle tenuta.

Le emissioni fuggitive da ogni singolo accoppiamento sono di entità molto modesta, ma essendo il loro numero elevato negli impianti tipici di polimerizzazione, la perdita totale dei monomeri può diventare significativa.

Tipicamente, ai fini delle valutazioni delle perdite i diversi accoppiamenti vengono raggruppati nelle seguenti categorie: tenute sugli steli delle valvole di intercettazione e di controllo, flangie/conessioni, sfiati e drenaggi, valvole di sicurezza, tenute di pompe e compressori, passi d'uomo delle apparecchiature e prese campioni.

- Valvole: le perdite dagli steli sono influenzate dalla qualità della tenuta, dalla lavorazione dell'accoppiamento stelo/tenuta, dalla accuratezza dell'assieme della valvola, dall'invecchiamento della tenuta, dalla presenza di fenomeni di corrosione/abrasione. In alcuni casi può essere giustificato l'utilizzo di altri tipi di valvole più costose, quali valvole a sfera con due distinte tenute. L'uso di valvole a soffietto è efficace, ma la riduzione di emissioni che si ottiene può non essere sufficiente per giustificare l'incremento di costo rispetto ad una valvola a stelo di buona qualità. L'incremento di costo varia nell'ordine da due a quattro volte rispetto ad una buona valvola convenzionale in funzione delle dimensioni.
- Valvole di regolazione: a causa del continuo azionamento le valvole di regolazione sono più inclini a dare luogo a perdite rispetto alle valvole di intercettazione. L'utilizzo di più costose valvole rotanti o a soffietto aiuta a ridurre le emissioni.
- Flangie: in un impianto tipico le perdite dalla singola flangia sono di entità relativamente bassa, ma a causa del loro numero elevato le perdite complessive possono contribuire significativamente al totale delle emissioni. Perdite sono spesso causate da disallineamenti e possono essere ridotte con un attento utilizzo delle tecniche di serraggio. La attenta scelta della geometria della flangia e del tipo di guarnizione è efficace per ottenere e mantenere in esercizio una buona tenuta.
- Sfiati e drenaggi di tubazioni ed apparecchiature, prese campioni: sono dotati di valvole (normalmente chiuse) e possono dare luogo a perdite significative. I drenaggi per ridurre le emissioni possono essere dotati di tappi o cieche. Gli sfiati/drenaggi utilizzati con regolarità possono essere dotati di doppia valvola. Per minimizzare le perdite le prese campioni possono essere equipaggiate con una valvola a stantuffo o con valvola a spillo e valvola di blocco.
- Valvole di sicurezza: le perdite, che possono essere relativamente significative, sono usualmente convogliate a sistemi di torcia. L'utilizzo di valvole bilanciate con soffietto si giustifica normalmente nel caso di sostanze corrosive o tossiche.
- Pompe: il numero di pompe installate in un impianto tipico è limitato, tuttavia le perdite dalle tenute sugli alberi possono essere di entità relativamente elevata. Le emissioni fuggitive possono essere minimizzate con l'utilizzo di tenute meccaniche di buona qualità o di costose doppie tenute meccaniche con fluido di barriera. Le pompe dotate di trascinamento magnetico eliminano le tenute rotanti e sono giustificate quando i fluidi trattati sono tossici.
- Compressori: le caratteristiche, sotto l'aspetto delle emissioni fuggitive, sono analoghe alle pompe. Le perdite da compressori di grosse dimensioni possono essere significative particolarmente negli alternativi. Nel caso dei compressori alternativi è possibile convogliare le perdite verso stadi di pressione più bassa o verso il sistema di torcia.

¹ V. DLgs 372/99 – Linea guida GTRE&CM

Benefici ambientali conseguibili

Un programma sistematico di misura delle perdite e di manutenzione dei componenti sopra elencati conduce a significative riduzioni delle emissioni fuggitive.

Un riferimento efficace è offerto dal Metodo 21 della americana EPA. Tale documento fornisce le modalità per la misura delle perdite, le caratteristiche degli analizzatori portatili da utilizzare, i criteri per la stima delle perdite per singolo componente, i criteri statistici per pianificare efficacemente numero e frequenza delle misure da eseguire (LDAR, "Leak Detection And Repair programme").

Applicabilità

Applicabile a tutti gli impianti di poliolefine

Effetti economici

Il costo di un programma di LDAR è connesso con la dimensione dell'impianto. Riferito al singolo punto di misura il costo, per il primo ciclo di controlli, è dell'ordine 4,5 €. Tale costo include la mappatura dei punti di emissione, la costituzione di un database comprensivo di dati sul tipo e dimensioni di ciascun punto e sulle emissioni, la definizione del programma di LDAR, la misura prima e dopo la riparazione, la registrazione delle misure eseguite, la riparazione.

I costi unitari per i successivi cicli di controllo si riducono all'ordine di 2,5 €

Fattori traenti per la implementazione

Ragioni per la implementazione di un programma LDAR sono sia la riduzione dell'impatto ambientale e sia i vantaggi economici connessi con il risparmio di materia prima.

Letteratura di riferimento

EPA, Method 21

D.1.4. Riduzione delle emissioni di polveri

Descrizione

Le emissioni di polveri nei processi Basell per la produzione del polipropilene provengono dal caricamento nel processo di additivi in polvere, dai trasporti pneumatici del polimero e dai sistemi distribuiti di pulizia sottovuoto.

L'aria e le correnti gassose usate per i trasporti pneumatici del polimero sia sferico che in granuli e quella proveniente dai sistemi di rimozione delle polveri, contengono polveri e sfilacci, la cui formazione è influenzata dalla densità del polimero e dal tipo di trasporto.

Le polveri costituiscono un potenziale inquinante negli effluenti gassosi (o liquidi), mentre gli sfilacci tendono a rimanere con il polimero o sono raccolti come prodotto di scarto.

Le tecniche di seguito riportate e altre buone prassi operative per ridurre l'emissione di polveri, vanno considerate nella determinazione delle Migliori Tecniche Disponibili.

La scelta del tipo di trasporto pneumatico deve essere valutata sia sulla base delle caratteristiche del polimero che del lay-out del sito industriale, considerando che:

- Trasporti densi necessitano di gas di trasporto ad alta pressione ma consentono il movimento del polimero a bassa velocità, riducendo quindi il rischio di produzione di polveri e sfilacci. La massima distanza percorribile tramite un singolo trasporto denso è limitata.
- Trasporti diluiti possono essere suddivisi in due categorie: ad alta pressione ed a bassa pressione, entrambi ad alta velocità. Pertanto su entrambi i tipi di trasporto esiste il rischio di generazione di polveri e sfilacci. La massima distanza percorribile tramite un singolo trasporto diluito è superiore rispetto al trasporto denso.

- Il criterio di scelta si deve quindi basare principalmente sulla criticità del polimero da trasferire (appiccicosità, fragilità, abrasività, etc.) ma deve tenere anche conto di fattori legati alle distanze sussistenti tra i punti di carico e scarico del trasporto ed alle connessioni tra il processo e le aree a valle.
- All'interno dei Processi Basell sono state selezionate in alcuni casi tipologie di trasporto miste, inserendo nelle stazioni intermedie e nei punti di scarico sistemi di filtrazione provvisti di calze in tessuto (con pulizia a scuotimento) che minimizzano le emissioni di polveri in atmosfera e consentono il recupero nel processo delle polveri così separate.
- Il lay-out delle tubazioni del trasporto può essere ottimizzato in modo da avere il minimo numero possibile di curve e utilizzando curve ad ampio raggio o pezzi speciali.
- I costruttori di trasporti pneumatici possono utilizzare tubazioni e curve provvisti di speciali trattamenti interni progettati specificamente allo scopo di ridurre la produzione di polveri e/o sfilacci.
- Utilizzo di cicloni e/o filtri in tutte le stazioni intermedie e finali di trasferimento del polimero in modo da separare la fase solida dal gas in uscita dall'apparecchiatura
- Nel caso di additivazione nel processo di additivi e stabilizzanti la riduzione delle emissioni può essere conseguita mediante la installazione di sistemi fissi di captazione polveri nei punti di emissione (stazioni di caricamento, bilance, dosatori, coclee ...). Le polveri aspirate sono convogliate ad un sistema di abbattimento.
- Analogamente le polveri aspirate dal sistema di pulizia sono convogliate in sistemi di abbattimento.
- Lavaggio di correnti gassose contenenti polveri con liquido in controcorrente("scrubbing").

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione delle emissioni di polveri.

Effetti Connessi

Costi energetici maggiori dovuti all'incremento delle perdite di carico(nei sistemi di separazione).

Dati Operativi

Per trasporti densi, i costi di investimento sono circa del 15% maggiori di quelli per trasporti diluiti. I consumi energetici sono maggiori per sistemi diluiti a causa delle maggiori perdite di carico/portate.

L'applicazione di sistemi in fase densa o diluita dipende anche dal tipo di prodotto: trasporti in fase diluita non sono consigliabili per prodotti sensibili ad attrito, mentre i trasporti densi non possono essere usati per prodotti che tendono ad agglomerare.

D.1.5. Minimizzazione delle fermate/avviamenti degli impianti

Descrizione

Il numero di fermate e riavviamenti degli impianti è ridotto al minimo grazie a condizioni operative rese altamente stabili legate alla affidabilità conseguente alla adozione di standard di buona progettazione ed all'uso di sistemi di controllo e di monitoraggio computerizzati.

Di seguito si elencano i sistemi di controllo di processo utili a tali fini.

- L'utilizzo di sistemi di controllo distribuiti (DCS = Distributed Control Systems) consente il monitoraggio in tempo reale delle condizioni operative dell'impianto, sulla base dei parametri di processo definiti. I sistemi DCS contengono algoritmi di calcolo preimpostati che consentono il controllo automatico del processo produttivo, riducendo al minimo la possibilità di errore da parte degli operatori al quadro. Questi sistemi sono inoltre in grado di ricevere ed elaborare i segnali provenienti dall'impianto attraverso modelli matematici di simulazione che possono pertanto inviare al processo parametri operativi corretti sulla base dei modelli stessi. Questi modelli matematici possono essere resi flessibili dal gestore per il mantenimento delle condizioni dell'impianto all'interno delle finestre operative di sicurezza del processo e di qualità del prodotto (APC: Advanced Process Control).
- In aggiunta, i sistemi DCS supportano l'introduzione e l'attivazione automatica di procedure (IS = Interlock Systems) in grado di gestire sia le sequenze di operazioni routinarie e sia le emergenze di processo i cui effetti conseguenti ad instabilità dei parametri di processo vengono così controllati e minimizzati. L'impiego di piattaforme di controllo di tipo PLC (Process Logic Controller), in grado di applicare procedure di sicurezza di tipo "fail-safe" e "fault-tolerant", consentono di incrementare il livello di sicurezza dei sistemi che gestiscono le più severe emergenze di processo,.
- Le fermate di emergenza possono pertanto essere evitate o minimizzate attraverso una tempestiva identificazione di condizioni di funzionamento anomale, seguita dall'applicazione di procedure (sia automatiche che manuali) che portino ad una fermata controllata.
- L'alimentazione elettrica dei sistemi DCS e PLC con un sistema di back-up (UPS) consente la gestione, per il tempo necessario ad effettuare la fermata controllata, dei parametri operativi dell'impianto anche nel caso in cui l'alimentazione elettrica principale al sistema DCS e PLC viene a mancare.
- Le posizioni che le valvole, i macchinari, gli apparecchi e i sistemi di controllo devono assumere vanno considerate in sede di progettazione al fine di minimizzare le possibili conseguenze di fermate accidentali..

Benefici ambientali ottenuti

Attraverso la minimizzazione del numero di avviamenti e delle fermate (comprese quelle di emergenza), si riducono le emissioni all'atmosfera.

D.1.6. Sistemi di contenimento delle emissioni

Descrizione

Gli scarichi operativi che si verificano durante gli avviamenti e le fermate, comprese quelli di emergenza, sono inviati ad un sistema di contenimento al fine di evitare il loro scarico nell'ambiente. Il materiale raccolto consiste essenzialmente in monomero non reagito e polimero in polvere:

- Il monomero non reagito viene nella maggioranza dei casi inviato in maniera controllata verso un sistema di torcia per essere bruciato; in altri casi verso un sistema di contenimento (es. gasometro) che possa consentirne un recupero successivo come gas combustibile o da riciclare.
- Il polimero scaricato viene invece contenuto all'interno di un serbatoio dedicati (blow-down) in cui viene trattato con vapore, inertizzato con azoto e quindi scaricato. Tale polimero può quindi essere inviato a smaltitori autorizzati – qualora risulti essere di qualità apprezzabile – venduto come prodotto di seconda scelta.

Benefici ambientali ottenuti

Attraverso un sistema di contenimento degli scarichi, si evita l'emissione incontrollata all'ambiente di polveri ed idrocarburi.

Effetti Connessi

Il gas raccolto può essere riciclato nel processo e/o immesso nella rete di fuel-gas.

D.1.7. Prevenzione dell'inquinamento delle acque

Descrizione

I sistemi di fognatura e di drenaggio degli effluenti nell'impianto sono realizzati con materiali resistenti a corrosione e progettati per prevenire fughe e ridurre il rischio di perdite da tubazioni interrate.

Per facilitare le operazioni di ispezione e riparazione, i sistemi di raccolta delle acque effluenti nei nuovi impianti (ed in quelli aggiornati/"revampati") hanno:

- tubazioni ed impianti disposti al di sopra del terreno, ovvero
- tubazioni interrate comunque accessibili per ispezioni e riparazioni.

Le misure per la prevenzione di inquinamento delle acque comprendono sistemi di raccolta separati per:

- Effluenti acquosi di processo contaminati.
- Acque potenzialmente contaminate da fughe ed altre perdite, comprese le acque di raffreddamento e da superfici in aree di processo. Questo sistema è spesso comune con quello di cui al punto precedente.
- Acque non contaminate.

Benefici ambientali ottenuti

Migliore gestione e controllo delle acque reflue.

Effetti Connessi

Non ci sono informazioni al riguardo.

Dati Operativi

Non ci sono informazioni al riguardo.

Applicabilità

Generalmente applicabile a tutti i nuovi impianti di produzione dei polimeri. La implementazione di sistemi di raccolta separati può essere complesso in impianti/siti già esistente.

D.1.8. Sistemi di candela e minimizzazione dei flussi

Descrizione

La maggior potenziale sorgente di emissioni discontinue, nei processi di produzione di polimeri, è rappresentata dai reattori. Tali emissioni discontinue avvengono durante gli avviamenti (a causa degli spurghi necessari alla gestione dei transitori), le fermate programmate e le fermate di emergenza.

Il sistema di candela (o Torcia) è usato per trattare le emissioni discontinue.

Per la candela, bruciatori ad alta efficienza, combustione in eccesso di aria e sistemi di iniezione di vapore, sono utilizzati allo scopo di minimizzare le emissioni di incombusti.

Possibili correnti inviate in candela comprendono:

- Sfiati gassosi di Idrocarburi durante avviamenti e fermate.
- Spurghi di processo per evitare l'accumulo di sostanze inerti nel sistema di reazione.
- Vapori di Idrocarburi dalle sezioni intermedie dell'impianto (degasaggio, steaming, ecc).

Le portate di Idrocarburi da inviare a torcia possono essere in generale minimizzate in diversi modi:

- Spurghi di processo (contro l'accumulo di inerti):
 - Invio ad una unità di trattamento degli idrocarburi leggeri per il loro riciclo.
 - Invio degli spurghi (etilene, propilene, ecc) nella rete di fuel-gas.
 - Installazione di un'unità di purificazione (distillazione) per rimuovere gli inerti ed i componenti pesanti. Tecnica che non elimina gli spurghi a candela, ma li riduce notevolmente.
- Vapori di Idrocarburi da sezioni intermedie:
 - Gli spurghi intermedi possono essere notevolmente ridotti mediante l'installazione, in processi in cui è presente il solvente, di un sistema chiuso di azoto e/o di un sistema di condensazione.

Benefici ambientali ottenuti

Mediante l'uso di un sistema di torcia adeguato, si evitano le emissioni di idrocarburi all'atmosfera.

Effetti Connessi

La combustione in candela comporta la emissione di CO₂. Altro aspetto significativo è il rumore prodotto durante la combustione di portate rilevanti.

Impatto economico

Il costo totale dipende dal numero di unità di polimerizzazione da connettere a torcia e può variare da 3 a 5 milioni di Euro per sistemi di grandi dimensioni (altezza)

D.1.9. Recupero del calore di reazione

Descrizione

In relazione alle quantità di energia in gioco nei processi Basell per la produzione di polipropilene e viste le basse temperature di lavoro, non esiste una reale convenienza economica o opportunità di processo nell'effettuare recuperi di calore tra differenti sezioni degli impianti.

In taluni casi, ove sono presenti sezioni di purificazione dei monomeri freschi, si effettuano alcuni recuperi energetici (tipicamente preriscaldamenti) tra le varie sezioni.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione dei consumi energetici.

D.1.10. Estrusione

Descrizione

La disponibilità da diversi anni di macchine ad elevata capacità consente di utilizzare un unico estrusore anche negli impianti di alta potenzialità produttiva. Ciò consente di conseguire allo stesso tempo i vantaggi di efficienza energetica e semplicità impiantistica.

L'utilizzo di sili intermedi di stoccaggio dedicati alla raccolta del polimero in polvere, con funzione di polmone consente di poter effettuare interventi di piccola e media manutenzione

in area estrusione, evitando la fermata generale dell'impianto e quindi gli spurghi in torcia connessi.

In relazione alla natura dei processi Basell, dei catalizzatori impiegati e alle capacità produttive, la estrusione per l'ottenimento di compounds deve essere realizzata in impianti distinti. Un numero di leghe polimeriche altrimenti ottenibili tramite compoundizzazione con elevato consumo energetico, può essere ottenuto direttamente in reazione in processi quali i quelli in fase gas di Basell.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione del numero delle fermate di emergenza e quindi delle emissioni di CO₂ dovute agli spurghi di emergenza in candela.

Effetti Connessi

Efficienza energetica per la produzione delle leghe polimeriche in reazione e l'utilizzo di estrusori di elevata capacità .

D.1.11. Uso di pompe ad ingranaggi in combinazione con gli estrusori

Descrizione

Le pompe ad ingranaggi rispetto agli estrusori presentano una maggiore efficienza energetica, per ottenere l'aumento di pressione necessario per la granulazione del prodotto.

La necessità di fondere il polimero ed ottenere la dispersione omogenea degli additivi nel polimero stesso limita il campo di applicazione di tali pompe al solo incremento di pressione del polimero.

Tuttavia il loro l'utilizzo in combinazione con gli estrusori, introduce alcune criticità in relazione agli accessori richiesti (riduttori meccanici, sistemi di lubrificazione, sistemi di termostatazione, etc.) che creano problemi di lay-out di installazione e soprattutto aumentano la complessità dell'impianto.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione dei consumi energetici.

Applicabilità

Questa tecnica può essere applicata dopo aver ottenuto la fusione del polimero.

D.1.12. Riutilizzo dei rifiuti

Descrizione

I rifiuti potenzialmente generabili dagli impianti di polimerizzazione del polipropilene contengono oli esausti, imballaggi, residui catalitici, cere di polimero, solventi, scarti di polimero.

I processi Spheripol, Spherizone e Catalloy consentono, per la loro natura, di evitare la produzione di rifiuti di cere, di solventi. L'uso di catalizzatori Ziegler-Natta ad alta efficienza permette di mantenere il catalizzatore all'interno del prodotto e di evitare la produzione di rifiuti catalitici.

Gli scarti di polimero e gli oli possono essere inviati a recupero.

Benefici ambientali ottenuti

Minimizzazione dei rifiuti potenziali e recuperi energetici.

D.1.13. Accumulo dell'acqua di scarico

Una capacità sufficientemente ampia installata a monte dell'impianto di trattamento e destinata ad accogliere le acque di processo inquinate assicura una conduzione stabile dell'impianto di trattamento stesso.

Tale capacità può servire anche come accumulo per le acque che non soddisfano i limiti di accettabilità prima dello scarico in vista del successivo trattamento prima dello scarico.

Benefici ambientali ottenuti

Qualità costante delle acque da trattare che facilita l'ottenimento di prestazioni costanti dall'impianto di trattamento

D.1.14. Trattamento biologico dell'acqua di scarico

La sezione principale di un impianto di trattamento delle acque è il processo di trattamento aerobico biologico. In funzione di tale trattamento viene eseguita una serie complessa di operazioni di preparazione e susseguente separazione. Il complesso dell'impianto di trattamento è costituito da:

- una capacità per la equalizzazione dei volumi
- una stazione di mixing dove vengono additivati i prodotti per la neutralizzazione e la flocculazione
- un chiarificatore primario dove il floccolato viene rimosso
- una unità di trattamento biologico comprendente:
 - un bacino di aerazione dove viene additivato il nutrimento dei batteri aerobici
 - una torre biologica
 - uno stadio di nitro/denitrificazione (opzionale) e di eliminazione dei fosfati
- un chiarificatore intermedio nel caso sia presente un secondo stadio di trattamento biologico
- un chiarificatore finale con riciclo parziale dei fanghi e invio dei fanghi non riciclati al trattamento
- ulteriori sistemi opzionali di trattamento quali biofiltri
- ulteriore sistema dopo la chiarificazione finale quale la flottazione con aria
- trattamento opzionale dei fanghi quali
 - digestore
 - ispessitore
 - deumidificatore
 - inceneritore

D.2. Tecniche per la produzione del polipropilene

D.2.1. Polimerizzazione in sospensione di liquido o fase gas

Descrizione

La polimerizzazione del propilene in sospensione di liquido, presenta alcuni vantaggi rispetto ai processi in fase gas.

L'alta densità del sistema reagente e l'assenza di volumi non sfruttati ha come conseguenza una riduzione del volume dei reattori ed un incremento delle rese catalitiche ottenibili.

Un altro vantaggio è rappresentato dagli alti coefficienti di trasferimento di calore, che consentono un'ottimizzazione del sistema di raffreddamento e quindi una ottimizzazione delle portate di fluido di raffreddamento.

Inoltre al ricircolo di una sospensione in liquido sono associati consumi energetici inferiori rispetto al riciclo di correnti gassose.

D'altra parte, i processi in fase gas richiedono minori consumi di vapore per la separazione del monomero non reagito dal polimero scaricato (nel caso di polimerizzazione in fase gas).

Entrambi i processi di cui sopra consentono di evitare l'utilizzo di solventi minimizzando la produzione di rifiuti, di evitare la produzione di cere polimeriche e di non richiedere una unità di distillazione e recupero solventi con risparmi energetici e la minimizzazione delle emissioni all'atmosfera di inquinanti.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione dei consumi energetici.

Effetti Connessi

Necessità di un sistema di evaporazione/separazione del liquido non reagito.

D.2.2. Recupero monomero non reagito

Descrizione

Il monomero non reagito scaricato dai reattori, può essere recuperato e riciclato in reazione. Diverse tecniche sono disponibili.

Nel caso di processi in fase gas, in cui sono presenti degli inerti che tendono ad accumularsi nel sistema, il gas separato dal prodotto può essere in parte ricompresso e rimandato nei reattori ed in parte inviato ad una sezione di condensazione o di distillazione, allo scopo di massimizzare, nella residua corrente gassosa, la concentrazione di inerti da espellere e quindi minimizzare l'entità degli spurghi.

Nel caso di processi in fase liquida, il monomero non reagito viene prima separato per evaporazione dal polimero e poi condensato ed alimentato di nuovo ai reattori.

In questo modo si riduce notevolmente l'entità degli spurghi, costituiti da una corrente gassosa residua ad alta concentrazione di inerti.

Gli inerti possono essere inviati a recupero (fuel gas) o in torcia.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione delle emissioni dall'impianto (spurghi in candela o verso sistema di recupero)

Effetti Connessi

Riduzione del monomero scaricato.

D.2.3. Alta concentrazione del polimero in reazione

Descrizione

L'alta concentrazione di polimero in reazione minimizza la quantità di monomero scaricata con il prodotto e quindi determina:

- minori consumi energetici per separare e riciclare il monomero non reagito.
- minori costi di investimento e di esercizio (riduzione delle capacità richieste ai compressori e/o alle pompe di riciclo, minore volume richiesto per i reattori).

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione dei consumi energetici

Effetti Connessi

Riduzione delle dimensioni delle tubazioni di scarico

Applicabilità

Generalmente applicabile a tutti i processi di polimerizzazione, con eccezione dei processi in soluzione, per i quali la concentrazione del polimero dipende anche dalle caratteristiche (miscibilità) del sistema polimero-monomero-solvente (caso quest'ultimo non applicabile ai processi Basell in oggetto – Spheripol, Catalloy, Spherizone)

D.2.4. Utilizzo di catalizzatori ad alta resa ed alta stereospecificità

Descrizione

I sistemi catalitici ad alta resa/alta stereospecificità, usati per la produzione di polipropilene, consentono di ridurre a livelli minimi il polimero atattico (2-5%) ed il contenuto di residui di catalizzatore nel prodotto finale. Di conseguenza non è necessario prevedere, nell'impianto di produzione, una sezione di separazione/recupero/smaltimento del catalizzatore e/o del polimero atattico.

Come risultato si ha una notevole riduzione dei prodotti di scarto del processo e dei consumi specifici.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione dei consumi energetici, eliminazione dei prodotti di scarto.

D.2.5. Polimerizzazione in assenza di Solvente

Descrizione

L'assenza di un solvente nei reattori permette di eliminare un'eventuale sezione dedicata alla separazione di quest'ultimo dal prodotto e quindi riduce notevolmente i consumi energetici dell'impianto ed elimina gli eventuali spurghi legati alla presenza di solvente.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione dei consumi energetici, eliminazione degli spurghi di solvente ed in generale riduzione delle emissioni in candela.

Effetti Connessi

Riduzione dei costi di investimento (non sono più necessarie sezioni di separazione e/o recupero del solvente). Riduzione della complessità e della criticità del processo produttivo.

D.2.6. Sistema raffreddamento apparecchiature in ciclo chiuso

Descrizione

Gli impianti di produzione di Polipropilene hanno bassi consumi di acqua di processo.

L'acqua di processo può essere usata nelle torri di raffreddamento, nei sistemi di raffreddamento dei pellet estrusi, per la produzione di vapore. Per ridurre questi consumi, gli impianti possono essere provvisti di un sistema in ciclo chiuso di torri di raffreddamento.

Gli impianti Basell sono provvisti di una rete di recupero del vapore condensato, che viene impiegato principalmente come reintegro dell'acqua di processo in ciclo chiuso per il raffreddamento dei reattori e dell'acqua di taglio/raffreddamento in area estrusione.

In alternativa, alcuni impianti, posti in prossimità della costa o di corsi d'acqua, possono utilizzare acqua di mare o di fiume in un sistema aperto (ad un passaggio) per lo smaltimento del calore dei circuiti d'acqua a ciclo chiuso.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione dei consumi di acqua.

Effetti Connessi

Possibilità di monitorare (e contenere) il tenore di inquinanti (idrocarburi) nell'acqua di raffreddamento.

D.2.7. Prodotto consegnato in forma originale

Descrizione

Questa tecnica (che può essere applicata ai processi in fase gas e in sospensione di liquido) è stata adottata nel passato ma ha trovato una applicazione limitata per problemi sia qualitativi e di mercato e sia di processo (la minore densità apparente, rispetto al polimero in granuli, comporta maggiori costi di stoccaggio e di energia per il trasporto; inoltre, non avendo il prodotto in forma originale una granulometria uniforme ed essendo caratterizzato da una maggiore percentuale di polveri, ci sono problemi nel manipolarlo).

Nonostante ciò, alcuni impianti polipropilene a tecnologia Basell tuttora impiegano il processo che prevede la produzione di polimero in forma originale (sferica, con dimensione media delle sferette pari a circa 2,5 mm)

D'altra parte, la consegna del prodotto nella forma originale riduce il numero di apparecchiature necessarie per la lavorazione finale (estrusore) ed i consumi ad esse relativi.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione dei consumi energetici e del numero di apparecchiature necessarie.

Effetti Connessi

Aumento dei costi di trasporto, possibili problemi di sicurezza.

D.2.8. Recupero di monomero dai compressori rotativi/alternativi

Descrizione

Nei compressori centrifughi o alternativi che hanno necessità di utilizzare gas di processo come fluido di flussaggio alle tenute, tale gas è normalmente convogliato in torcia. È perciò opportuno, ove possibile, prevedere il recupero verso il processo del gas proveniente dal labirinto di tenuta, in modo da minimizzare o annullare le perdite verso il sistema di torcia.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione delle emissioni in candela

Effetti Connessi

Recupero di monomeri tramite riciclo nel processo.

D.2.9. Emissioni dalle sezioni di finitura e stoccaggio

Descrizione

Gli impianti Basell per la produzione di Polipropilene sono equipaggiati di un sistema (Steaming) atto ad eliminare dalle sferette di polimero ottenute dalla polimerizzazione i residui di idrocarburi prima dell'invio ai sili di stoccaggio intermedio. Tale sistema è basato sul contatto – per un tempo determinato – tra polimero e vapore a bassa pressione in un serbatoio agitato opportunamente progettato. Il gas uscente, saturo di vapore e contenente gli idrocarburi strappati dal polimero, viene essiccato, compresso e riciclato al processo (o – se necessario – spurgato in torcia), mentre il polimero umido di vapore condensato viene inviato (per gravità) ad un sistema di essiccamento a letto fluidizzato in azoto caldo a circuito chiuso (Drying).

Nel trasferimento pneumatico in azoto del polimero tra il sistema di essiccamento ed i sili intermedi sono installati analizzatori di idrocarburi (con allarmi ed eventualmente blocchi) per la verifica del corretto funzionamento dei trattamenti sopra elencati.

Con questi accorgimenti i processi Basell non necessitano di sistemi di raccolta e/o trattamento di emissioni provenienti dalle sezioni di finitura e stoccaggio.

Tramite il processo descritto, l'emissione viene eliminata alla sorgente, risultando in una efficienza pari a circa il 100%.

Benefici ambientali ottenuti

Eliminazione delle emissioni di Composti Organici Volatili (VOC).

Impatto economico

Non risultano impatti economici aggiuntivi. Il sistema è parte integrante del know-how Basell.

D.2.10. Rimozione degli idrocarburi residui a monte della sezione di estrusione

Descrizione

A seconda dei processi di produzione, il livello di idrocarburi residui nel polimero da estrudere può essere abbassato in diversi modi:

Per processi in fase gas o in sospensione si può ricorrere a sistemi di desorbimento/stripping con azoto in ciclo chiuso e/o vapore.

Nel caso di processi in soluzione, si può effettuare una devolatilizzazione del polimero a bassa pressione o sotto vuoto.

Come descritto nella precedente sezione D.2.9, i processi Basell adottano la combinazione dei processi di Steaming, per la rimozione degli idrocarburi residui dal polimero, e di Drying, per il successivo essiccamento del polimero stesso in letto fluidizzato con azoto caldo.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione delle emissioni di VOC dai silo di stoccaggio.

D.2.11. Ottimizzazione dello stripping dei monomeri

Descrizione

L'ottimizzazione dello stripping si può ottenere tramite il trattamento del polimero con vapore, fatto allo scopo di completare la disattivazione del catalizzatore e, soprattutto, effettuare il desorbimento del gas residuo dal prodotto. Queste operazioni sono realizzate in un vessel dotato di agitatore (Steamer) nel quale il polimero incontra in controcorrente un adeguato flusso di vapore a bassa pressione; in questa apparecchiatura si ottiene una buona omogeneità delle condizioni operative ed un'ottimizzazione del coefficiente di trasferimento (Massa/Calore) del sistema solido-vapore, responsabili di un efficace strippaggio dei monomeri residui.

Attraverso una successiva condensazione e separazione, gli idrocarburi residui sono riciclati nel processo, riducendo così gli spurghi in candela e quindi le emissioni di CO₂; in assenza del sistema descritto, questi gas devono essere inviati a recupero (come combustibile a impianti termoelettrici) o in torcia).

La sezione di steaming, con una rimozione pressoché totale degli idrocarburi residui dal prodotto, non rende più necessaria un'ulteriore separazione dei VOC durante e/o dopo l'estrusione.

A differenza di processi che impiegano azoto per effettuare la rimozione dei residui di idrocarburi dal polimero, la tecnica di steaming risulta essere molto efficace in quanto completa il processo in tempi che risultano essere ampiamente ridotti (inferiori ai 30 minuti, vs. un minimo di 2-3 ore richieste con azoto, in dipendenza dalla morfologia del polimero). Ciò si traduce sia in una riduzione dei volumi richiesti (con conseguente risparmio sull'investimento e sulla gestione dei flussi) sia in un trattamento più efficace dei gas esausti provenienti dal processo, con possibile separazione semplificata e riciclo al processo. Nel caso di trattamento effettuato con azoto, gli idrocarburi possono essere recuperati attraverso separazione con membrane semipermeabili, le quali tuttavia funzionano con una efficienza che non consente il reimpiego di tali flussi nelle zone ad alta pressione del processo.

Benefici ambientali ottenuti

Riduzione delle emissioni di CO₂

Effetti Connessi

Aumento dei consumi energetici a causa dell'introduzione della sezione di recupero.

Sezione di recupero semplificata (condensazione, compressione, essiccamento con setacci molecolari)

Recupero di monomeri tramite riciclo nel processo.

E. Identificazione di eventuali tecniche alternative e definizione, ove possibile, del range di prestazione di tali tecniche

Al momento non si conoscono tecniche alternative a quelle descritte ai precedenti punti del capitolo D.

F. Definizione (sulla base dell'approfondimento e dell'estensione delle analisi svolte in sede comunitaria), della lista delle migliori tecniche disponibili per la prevenzione integrata dell'inquinamento dello specifico settore in Italia

F.1. MTD Generiche

F.1.1. MTD significa adottare un Sistema di gestione ambientale strutturato. (v. D.1.1)

Un esempio di modello di sistema di provata efficacia è fornito dalla norma ISO 14001.

F.1.2. MTD significa ridurre le emissioni inquinanti tramite tecniche avanzate di progettazione dei componenti di impianto (v. D.1.2).

Le tecniche per prevenire e/o minimizzare emissioni di inquinanti comprendono , tra le altre:

- Pompe con doppio sistema di tenuta e barriera liquida o pompe ad azionamento magnetico o pompe sommerse.
- Compressori con doppio sistema di tenuta ,
- Agitatori con doppio sistema di tenuta e barriera liquida.
- Minimizzazione del numero di flange ed uso di flangiature specifiche.
- Uso di guarnizioni efficienti.
- Sistemi di campionamento chiusi.
- Drenaggio di effluenti contaminati in sistemi chiusi.
- Raccolta di sfiati inappositi collettori .

F.1.3. MTD significa ridurre le emissioni fuggitive implementando un programma LDAR (Leak Detection And Repair) (v. D.1.3).

F.1.4. MTD significa ridurre le emissioni di polveri tramite una combinazione delle seguenti tecniche (v.D.1.4).

- Uso di sistemi di trasporto densi (più efficienti dei trasporti diluiti nel prevenire l'emissione di polveri).
- Riduzione delle velocità nei sistemi di trasporto pneumatico.
- Trattamenti della superficie interna e lay-out appropriato delle tubazioni nei sistemi di trasporto.
- Uso di cicloni e/o filtri nelle unità di separazione di polveri dalle correnti gassose; l'uso di tessuti filtranti è più efficace, specialmente per polveri fini.
- Lavaggio di correnti gassose contenenti polveri con liquido in controcorrente("scrubbing").

F.1.5. MTD significa minimizzare il numero di avviamenti e fermate degli impianti (per ridurre le emissioni transitorie ad essi connesse) mediante sistemi di controllo e monitoraggio computerizzati efficaci, che garantiscano una maggior stabilità delle condizioni operative ed affidabilità del processo (v. D.1.5).

F.1.6. MTD significa utilizzare sistemi di contenimento degli spurghi di emergenza (in particolare dai reattori), evitando così emissioni di polveri e/o idrocarburi all'ambiente (v. D.1.6).

Fa parte delle MTD il riciclo o riutilizzo come combustibile di quanto raccolto.

F.1.7. MTD significa prevenire l'inquinamento delle acque tramite una progettazione opportuna dei sistemi di fognatura e di drenaggio degli effluenti (v. D.1.7).

Per facilitare le operazioni di ispezione e riparazione, i sistemi di raccolta degli effluenti, nei nuovi impianti come in quelli sottoposti a modifica/aggiornamento , hanno:

- Tubazioni ed im pianti disposti al di sopra del terreno.
- Tubazioni disposte comunque in canali accessibili per ispezioni e riparazioni.

F.1.8. MTD significa utilizzare sistemi di raccolta separati (v. D.1.7) per:

- Effluenti acquosi di processo contaminati.
- Acque potenzialmente contaminate da fughe ed altre perdite, comprese le acque di raffreddamento e meteoriche da superfici in aree di processo. Questo sistema è spesso comune con quello di cui al punto precedente.
- Acque non contaminate.

- F.1.9. MTD significa usare sistemi di Candela (Torcia) per il trattamento di spurghi discontinui dai reattori (v. D.1.8).
- F.1.10. MTD significa minimizzare gli spurghi inviati in candela (solo spurghi discontinui) tramite riciclo nel processo o l'uso di questi come combustibile in caldaie/inceneritori (v. D.1.8).
- F.1.11. MTD significa recuperare, ove possibile, il calore di reazione per il preriscaldamento di correnti di processo e/o per altri usi interni o esterni (v. D.1.9.).
- F.1.12. MTD significa utilizzare un unico estrusore con sileria intermedia e dove possibile ottenere leghe polimeriche in fase di polimerizzazione (v. D.1.10.).
- F.1.13. MTD significa riutilizzare i rifiuti (v. D.1.12).
- F.1.14. MTD significa realizzare una capacità di accumulo delle acque di scarico (v. D.1.13).
- F.1.15. MTD significa inviare a trattamento biologico le acque di scarico contaminate (v. D.1.14).

F.2. MTD per la produzione di Polipropilene

- F.2.1. MTD significa eseguire la polimerizzazione in sospensione di liquido o fase gas (v. D.2.1)
- F.2.2. MTD significa recuperare i monomeri non reagiti e riciclarli nei reattori (v. D.2.2).

In questo modo si riesce a minimizzare gli spurghi di processo e le perdite di monomero.

- F.2.3. MTD significa tenere la più alta concentrazione possibile di polimero nei reattori (v. D.2.3).

L'applicazione di questa tecnica aumenta l'efficienza energetica del processo di produzione.

F.2.4. MTD significa utilizzare sistemi catalitici ad alta resa e alta stereospecificità (v. D.2.4).

L'uso di questi sistemi catalitici riduce notevolmente i consumi specifici e non rende necessaria l'implementazione di una sezione di separazione di sottoprodotti.

F.2.5. MTD significa polimerizzare senza solvente (v. D.2.5).

Questa configurazione permette di eliminare la sezione dedicata alla separazione del solvente dal prodotto e quindi riduce i consumi energetici ed in generale gli scarichi in candela.

F.2.6. MTD significa usare sistemi di raffreddamento in ciclo chiuso (v. D.2.6).

L'uso di sistemi chiusi con torri per l'acqua di raffreddamento permette di ridurre i consumi di acqua di processo.

F.2.7. MTD significa consegnare, dove possibile, il prodotto in forma originale (v. D.2.7).

F.2.8. MTD significa recuperare, dove possibile, i gas di tenuta dei compressori (v. D.2.8).

F.2.9. MTD significa eliminare o ridurre le emissioni di VOC dai sili di emissione/stoccaggio (v. D.2.9).

La tecnica più efficace per ottenere questo risultato è ~~sono~~ minimizzare il livello di idrocarburi residui prima dell'ingresso del polimero nella sezione di estrusione. ~~(vedi C.2.9.1)~~

Per processi in fase gas o in sospensione si può ricorrere a:

- "Stripping" (con azoto in ciclo chiuso).
- "Steaming" (con annessa sezione di recupero dei monomeri separati) e successivo "Drying" con azoto caldo.

Il secondo metodo risulta essere più efficace del primo e comporta una riduzione dei volumi richiesti e un trattamento più efficace dei gas e sausti provenienti dal processo

F.2.10. Emissioni e consumi associati alle MTD

D'iseguito si riportano i valori di emissione e consumi associati alle MTD applicate ai processi Basell

		<i>Spheripol</i>	<i>Spherizone</i>	<i>Catalloy</i>
Monomeri	kg/t	1005 – 1020	1005 – 1015	1010 – 1050
Vapore	kg/t	300-500	200 – 250	400 – 550
Elettricità	kWh/t	250 – 450	400 – 500	600 – 800

Emissioni di polveri	g/t	8	8	8
Emissioni VOC	g/t	180 – 500	180 – 500	180 – 500
Emissioni di COD	g/t	10 – 300	10 - 120	20 – 120
Rifiuti non pericolosi*	kg/t	1,1	1,1	1,1
Rifiuti pericolosi**	kg/t	2,5	2,5	2,5
Rifiuti totali	kg/t	3,6	3,6	3,6

(*) Rifiuti non pericolosi inviati a discarica o ad incenerimento

(**) Rifiuti pericolosi inviati a discarica o ad incenerimento

G. Analisi dell'applicabilità ad impianti esistenti delle tecniche di prevenzione integrata dell'inquinamento elencate nel punto precedente, anche con riferimento ai tempi di attuazione

Le MTD elencate al capitolo precedente sono già applicate negli impianti Spheripol, Spherizone e Catalloy presenti nei siti Basell.

La implementazione della MTD relativa del programma "Leak Detection and Repair" (LDAR), già applicato nel sito di Brindisi, verrà estesa ai siti di Terni e Ferrara a partire dal 2006.