



Impianto di pirolisi Greenplasma

Descrizione tecnica

Sommario

1.	Introduzione	2
2.	Principio di funzionamento dell'impianto	2
3.	Descrizione generale	2
3.1.	Schema del funzionamento dell'impianto	2
4.	Economia dell'impianto	3
4.1.	Flusso di materia	3
4.2.	Bilancio di energia	4
4.3.	Personale	4
5.	Elenco dei componenti	5
5.1.	Cassone intelligente	5
5.2.	Trituratore	5
5.3.	Nastro trasportatore	6
5.4.	Valvola stella	7
5.5.	Reattore	7
5.6.	Sistema di riscaldamento elettrico e termocoppie di controllo	8
5.7.	Filtri e demister	8
5.7.1.	Filtro per Cloro	8
5.7.2.	Filtro per Zolfo	8
5.7.3.	Filtro a Carboni attivi	9
5.7.4.	Demister	9
5.7.5.	Condensatore	10
5.8.	Soffiante (Blower)	11
5.9.	Filtro aspirazione carta	11
5.10.	Analizzatore di syngas MRU SWG	12
5.11.	PLC e controllo remoto	12
6.	Rappresentazione dell'impianto	13
6.1.	Vista frontale	13
6.2.	Vista laterale	13

1. Introduzione

L'incremento della produzione di rifiuti e la crescente necessità di trovare soluzioni sostenibili per la loro gestione hanno portato allo sviluppo di tecnologie innovative in grado di convertire i rifiuti in risorse energetiche. Tra queste, l'impianto di pirolisi Greenplasma rappresenta un'alternativa promettente per il trattamento di rifiuti non riciclabili, trasformandoli in un gas combustibile chiamato syngas. Questo gas può essere utilizzato per produrre energia elettrica e termica, contribuendo a ridurre l'impatto ambientale dei rifiuti e promuovendo un'economia circolare.

Il presente documento di descrizione tecnica fornisce una panoramica dettagliata dell'impianto di pirolisi Greenplasma, illustrandone il principio di funzionamento, la progettazione, l'economia e i componenti principali. L'obiettivo è fornire un quadro comprensivo dell'impianto e delle sue potenzialità, mettendo in evidenza le caratteristiche che lo rendono una soluzione efficace ed efficiente per la gestione dei rifiuti e la produzione di energia sostenibile.

2. Principio di funzionamento dell'impianto



Il principio di funzionamento dell'impianto di pirolisi Greenplasma si basa sulla decomposizione termochimica dei rifiuti in condizioni di assenza di ossigeno. Durante il processo di pirolisi, i materiali di rifiuto sono sottoposti a temperature elevate (superiori a 700°C) all'interno del reattore, dove avvengono una serie di reazioni endotermiche che trasformano le sostanze chimiche complesse in gas più leggeri, costituiti da molecole semplici a catena corta.

Il syngas prodotto è composto principalmente da idrogeno, metano, monossido di carbonio e piccole quantità di idrocarburi C2, C3 e C4. Il potere calorifico del syngas dipende dalla composizione dei rifiuti in ingresso e può variare significativamente. Una volta estratto dal reattore, il syngas viene purificato attraverso un sistema di filtraggio e condensazione per rimuovere eventuali contaminanti e particolato. Successivamente, il gas purificato viene utilizzato come combustibile in un motore a combustione interna collegato a un generatore di energia elettrica.

La gestione delle temperature e delle pressioni all'interno del reattore è fondamentale per garantire un funzionamento efficiente e sicuro dell'impianto. Il sistema di riscaldamento elettrico, le termocoppie di controllo e le valvole di regolazione garantiscono il mantenimento delle condizioni ottimali durante il processo di pirolisi, favorendo la massimizzazione del rendimento energetico e la minimizzazione delle emissioni inquinanti.

3. Descrizione generale

3.1. Schema del funzionamento dell'impianto

L'impianto di pirolisi Greenplasma opera attraverso diverse fasi che garantiscono un processo efficiente, sicuro e sostenibile. Di seguito è presentato uno schema delle principali fasi operative dell'impianto:

Raccolta e pretrattamento dei rifiuti: I materiali di rifiuto non riciclabili vengono raccolti e sottoposti a un processo di triturazione per ridurli a frammenti di dimensioni inferiori a 5 cm. Il cassone intelligente monitora il peso e il volume dei rifiuti per ottimizzare il processo di alimentazione del reattore.

Alimentazione del reattore: I frammenti di rifiuto vengono trasferiti dal cassone intelligente al reattore tramite un nastro trasportatore e una valvola rotativa a tenuta di pressione, che dosa la quantità di materiale immesso nel reattore.

Pirolisi: All'interno del reattore, i rifiuti vengono sottoposti a un processo di pirolisi ad alta temperatura (>700°C), generando il syngas.

Estrazione e purificazione del syngas: Il syngas viene estratto dal reattore tramite una soffiante e inviato a un sistema di filtraggio e condensazione per rimuovere contaminanti, particolato e condensabili. Vengono utilizzati filtri specifici per la rimozione di cloro, zolfo e altri contaminanti residui.

Produzione di energia elettrica: Il syngas purificato viene utilizzato come combustibile in un motore a combustione interna collegato a un generatore di energia elettrica. L'energia prodotta può essere utilizzata per alimentare il reattore o per altri scopi.

Monitoraggio e controllo: L'intero processo viene monitorato e controllato attraverso un quadro elettrico dotato di un sistema di controllo PLC Siemens, che consente la supervisione in tempo reale e la gestione da remoto delle variabili operative. L'analizzatore di syngas MRU SWG e il gas washing unit MRU garantiscono un monitoraggio continuo della qualità del syngas e la regolazione delle condizioni di processo.

Questo schema rappresenta una visione semplificata delle fasi operative dell'impianto di pirolisi Greenplasma, evidenziando l'importanza dell'integrazione tra i diversi componenti e sistemi per garantire un funzionamento efficiente e sostenibile.

4. Economia dell'impianto

4.1. Flusso di materia

Il flusso di materia all'interno dell'impianto di pirolisi Greenplasma comprende diverse fasi che coinvolgono la trasformazione dei rifiuti non riciclabili in energia elettrica e calore. Di seguito vengono descritte le principali fasi che caratterizzano il flusso di materia nell'impianto:

Ingresso dei rifiuti: I rifiuti non riciclabili, costituiti principalmente da sostanze organiche, vengono introdotti nel cassone intelligente. Qui, vengono monitorati il peso e il volume dei rifiuti per ottimizzare il processo di alimentazione del reattore.

Pretrattamento dei rifiuti: I rifiuti vengono sottoposti a un processo di triturazione per ridurli a frammenti di dimensioni inferiori a 5 cm, adeguati per l'alimentazione del reattore.

Trasporto al reattore: I frammenti di rifiuto vengono trasferiti dal cassone intelligente al reattore tramite un nastro trasportatore e una valvola rotativa a tenuta di pressione.

Reazione di pirolisi: All'interno del reattore, i rifiuti subiscono una reazione di pirolisi ad alta temperatura, producendo syngas, una miscela di gas combustibili costituiti principalmente da idrogeno, metano, monossido di carbonio e piccole quantità di idrocarburi C2, C3 e C4.

Estrazione del syngas: Il syngas viene estratto dal reattore tramite una soffiante e inviato al sistema di filtraggio e condensazione per rimuovere contaminanti, particolato e condensabili.

Purificazione del syngas: Il syngas viene filtrato attraverso filtri specifici per la rimozione di cloro, zolfo e altri contaminanti residui, oltre a demister e condensatori per la separazione dei condensabili.

Utilizzo del syngas: Il syngas purificato viene utilizzato come combustibile in un motore a combustione interna collegato a un generatore di energia elettrica. L'energia prodotta può essere utilizzata per alimentare il reattore o per altri scopi.

Recupero energetico: L'energia termica generata dai fluidi che vengono raffreddati può essere recuperata e utilizzata per riscaldare il reattore, migliorando l'efficienza energetica dell'impianto.

Queste fasi illustrano il percorso della materia all'interno dell'impianto di pirolisi Greenplasma, mettendo in evidenza come i rifiuti non riciclabili vengano trasformati in energia utile attraverso un processo efficiente e sostenibile.

4.2. Bilancio di energia

Il bilancio di energia dell'impianto di pirolisi Greenplasma riveste un ruolo cruciale nel garantire un funzionamento efficiente e sostenibile. Il bilancio di energia tiene conto dei contributi energetici sia positivi che negativi associati al funzionamento dell'impianto e mira a massimizzare il recupero di energia e minimizzare i consumi energetici. Di seguito sono riportati i principali fattori che influenzano il bilancio di energia dell'impianto:

Consumo energetico: Il consumo energetico è principalmente legato al sistema di riscaldamento del reattore e dei filtri. L'energia assorbita dall'impianto per il suo funzionamento rappresenta un contributo negativo al bilancio di energia. La scelta del tipo di sistema di riscaldamento, che può essere a resistenza elettrica, ad induzione magnetica o plasma, incide sui consumi energetici e, di conseguenza, sul bilancio di energia complessivo.

Produzione di energia elettrica: L'energia elettrica prodotta dal generatore collegato al motore a combustione interna, alimentato dal syngas, costituisce un contributo positivo al bilancio di energia. Il potere calorifico del syngas e la quantità di energia elettrica prodotta possono variare in base alla tipologia di rifiuti immessi nel reattore.

Recupero energetico: Il recupero di energia termica dai fluidi di raffreddamento e dal reattore contribuisce positivamente al bilancio di energia. L'utilizzo di un sistema di riscaldamento ad induzione magnetica, ad esempio, può consentire un miglior recupero termico rispetto a quello con resistenze elettriche.

Efficienza energetica: L'efficienza energetica dell'impianto viene ottimizzata attraverso il monitoraggio e il controllo dei processi, l'automazione e l'utilizzo di tecnologie avanzate come i sistemi di controllo PLC e la manutenzione predittiva. Questi strumenti consentono di regolare e ottimizzare il funzionamento dell'impianto per massimizzare l'efficienza energetica e ridurre i consumi energetici.

In sintesi, il bilancio di energia dell'impianto di pirolisi Greenplasma tiene conto di tutti i contributi energetici positivi e negativi associati al funzionamento dell'impianto. Attraverso l'ottimizzazione dei processi, il recupero energetico e l'utilizzo di tecnologie avanzate, l'impianto mira a massimizzare l'efficienza energetica e minimizzare i consumi energetici, garantendo un processo sostenibile ed eco-compatibile.

4.3. Personale

Il personale operativo dell'impianto di pirolisi Greenplasma è essenziale per garantire un funzionamento sicuro ed efficiente del sistema. La gestione e la supervisione delle diverse fasi del processo, nonché la manutenzione e il controllo dell'impianto, richiedono la presenza di personale qualificato e competente. Di seguito sono descritte le principali responsabilità e le esigenze di personale nell'impianto:

Operatore dell'impianto: Per il corretto funzionamento dell'impianto, è necessario almeno un operatore. L'operatore è responsabile delle attività manuali, come il carico dei rifiuti, il controllo visivo dell'impianto e la gestione e la programmazione dei processi. L'operatore può anche controllare e monitorare l'impianto da remoto.

Fasi di avviamento e regolazione: Durante l'avviamento e la regolazione dell'impianto, è necessaria l'assistenza di tutto il personale addetto. In queste fasi, l'impianto non è produttivo e richiede un monitoraggio attento per garantire un avvio sicuro e senza problemi. Tuttavia, una volta che il sistema raggiunge una condizione stabile, il personale può assentarsi per brevi periodi.

Automazione e riduzione del personale: L'automazione delle fasi di carico e scarico dei rifiuti può ridurre ulteriormente la necessità di personale. L'introduzione di sistemi di controllo avanzati e automazione dei processi può contribuire a migliorare l'efficienza operativa e ridurre la dipendenza dal personale per le attività di routine.

Formazione e competenze: Il personale che lavora nell'impianto di pirolisi Greenplasma deve avere una formazione adeguata e competenze specifiche relative al funzionamento e alla manutenzione del sistema. Ciò

include la conoscenza delle procedure di sicurezza, l'uso corretto delle apparecchiature e la capacità di risolvere eventuali problemi che possano sorgere durante il funzionamento dell'impianto.

In conclusione, il personale dell'impianto di pirolisi Greenplasma svolge un ruolo fondamentale nel garantire un funzionamento sicuro ed efficiente del sistema. Attraverso la formazione adeguata, l'automazione dei processi e la gestione attenta delle diverse fasi del processo, l'impianto può operare con un numero ridotto di personale senza compromettere la sicurezza o l'efficienza operativa.

5. Elenco dei componenti

5.1. Cassone intelligente

Il cassone intelligente è un componente fondamentale dell'impianto di pirolisi Greenplasma, progettato per gestire e monitorare il materiale di rifiuto in ingresso. Esso svolge un ruolo cruciale nel garantire un funzionamento efficiente e sicuro dell'impianto. Di seguito sono descritte le principali caratteristiche e funzioni del cassone intelligente:

Controllo di peso e umidità: Il cassone intelligente è dotato di barre pesatrici e sensori volumetrici che misurano il peso e l'umidità dei rifiuti introdotti. Queste informazioni sono essenziali per determinare la quantità di materiale da alimentare al reattore e per garantire che il processo di pirolisi si svolga in condizioni ottimali.

Adattabilità ai diversi tipi di rifiuti: Il cassone intelligente è progettato per accogliere diverse tipologie di rifiuti solidi e liquidi, tra cui materiali non riciclabili e sostanze organiche. La sua flessibilità consente all'impianto di adattarsi a diverse composizioni di rifiuti e di processare una vasta gamma di materiali.

Integrazione con altri componenti dell'impianto: Il cassone intelligente è integrato con il trituratore e il nastro trasportatore, che lavorano in sincrono per ridurre i rifiuti a frammenti di dimensioni adeguate (<5 cm) e trasportarli alla tramoggia di alimentazione del reattore. Questo processo automatizzato garantisce un flusso costante di materiale all'interno dell'impianto e riduce la necessità di intervento manuale da parte del personale.

Monitoraggio e controllo: Il cassone intelligente è collegato al sistema di controllo dell'impianto, che permette di monitorare e regolare in tempo reale le variabili chiave del processo, come il peso e l'umidità dei rifiuti. Questo monitoraggio costante consente di ottimizzare l'efficienza dell'impianto e di prevenire eventuali problemi legati al trattamento dei rifiuti.

In sintesi, il cassone intelligente è un componente chiave dell'impianto di pirolisi Greenplasma, che contribuisce a garantire un funzionamento efficiente e sicuro dell'impianto. Grazie alle sue funzioni avanzate di controllo e monitoraggio, il cassone intelligente consente di ottimizzare l'utilizzo dei rifiuti e di adattare l'impianto alle diverse tipologie di materiali in ingresso.

5.2. Trituratore



Il trituratore è un componente essenziale dell'impianto di pirolisi Greenplasma, il cui compito principale è ridurre i rifiuti solidi a frammenti di dimensioni più piccole, per facilitarne il trattamento all'interno del reattore. Di seguito sono descritte le principali caratteristiche e funzioni del trituratore:

Riduzione delle dimensioni dei rifiuti: Il trituratore è progettato per ridurre i rifiuti solidi a frammenti di dimensioni adeguate, generalmente inferiori a 5 cm. Questo processo

è fondamentale per garantire un'efficace pirolisi all'interno del reattore, poiché una granulometria uniforme e adeguata del materiale migliora l'efficienza della conversione e la qualità del syngas prodotto.

Versatilità: Il trituratore è in grado di processare una vasta gamma di tipi di rifiuti, tra cui materiali organici, plastica, carta, legno e altri materiali non riciclabili. La sua versatilità consente all'impianto di adattarsi a diverse composizioni di rifiuti e di processare un'ampia varietà di materiali.

Integrazione con altri componenti dell'impianto: Il trituratore è integrato con il cassone intelligente e il nastro trasportatore. Dopo che i rifiuti sono stati pesati e misurati nel cassone intelligente, il trituratore riduce le dimensioni dei materiali, che vengono poi trasportati al reattore tramite il nastro trasportatore. Questo processo automatizzato assicura un flusso costante di materiale all'interno dell'impianto e riduce la necessità di intervento manuale da parte del personale.

Manutenzione e sicurezza: Il trituratore è dotato di sistemi di sicurezza e protezione che ne garantiscono un funzionamento sicuro ed efficiente. Inoltre, il componente è progettato per facilitare la manutenzione e la pulizia, riducendo al minimo i tempi di fermo dell'impianto e garantendo una lunga durata operativa.

In sintesi, il trituratore è un componente fondamentale dell'impianto di pirolisi Greenplasma, che contribuisce a garantire un'efficace trattamento dei rifiuti e un'ottimale produzione di syngas. Grazie alla sua versatilità e alla sua integrazione con gli altri componenti dell'impianto, il trituratore assicura un funzionamento efficiente e sicuro dell'intero sistema.

5.3. Nastro trasportatore



Il nastro trasportatore è un componente fondamentale dell'impianto di pirolisi, poiché ha il compito di trasferire il materiale pretrattato dal cassone intelligente alla tramoggia di alimentazione del reattore. Esso è costituito da una struttura di supporto e da una cinghia senza fine, realizzata in materiale resistente all'usura e alle condizioni operative, che scorre su rulli e pulegge motrici.

Il nastro trasportatore è progettato per lavorare in modo continuo e affidabile, garantendo un flusso costante di materiale verso il reattore. La sua velocità e capacità di trasporto possono essere regolate in base alle esigenze dell'impianto e alla tipologia di rifiuti da trattare. Inoltre, il nastro trasportatore è dotato di sistemi di sicurezza e protezione, come dispositivi di arresto d'emergenza e sensori che monitorano la presenza di materiali estranei o sovraccarichi.

La manutenzione del nastro trasportatore è generalmente semplice e consiste nella verifica periodica delle condizioni della cinghia, nella lubrificazione delle parti meccaniche e nella pulizia dei rulli e delle pulegge. Inoltre, è importante garantire che il nastro sia allineato correttamente e che la tensione sia adeguata per evitare usura prematura o malfunzionamenti.

5.4. Valvola stella



La valvola stella, nota anche come valvola rotativa o valvola a tenuta di pressione, è un dispositivo chiave nell'impianto di pirolisi. È installata tra la tramoggia di alimentazione e il reattore, e ha il compito di dosare il materiale in ingresso al reattore, garantendo una tenuta ermetica per prevenire perdite di gas e mantenere la pressione all'interno del sistema.

La valvola stella è costituita da un corpo cilindrico con un albero rotante al suo interno, sul quale sono montate delle pale a forma di stella. Quando l'albero ruota, le pale permettono il passaggio del materiale dalla tramoggia al reattore in modo controllato, evitando che il gas prodotto dalla pirolisi fuoriesca dalla camera di reazione.

La velocità di rotazione della valvola stella può essere regolata per adeguarsi al flusso di materia richiesto dal processo di pirolisi. È importante selezionare una valvola stella con una capacità di trasporto e una tenuta adeguata alle esigenze dell'impianto e alla tipologia di materiale da trattare.

La manutenzione della valvola stella consiste nella verifica periodica delle condizioni delle pale e dell'albero, nella lubrificazione delle parti meccaniche e nella pulizia dell'intera struttura. Inoltre, è importante monitorare l'usura delle guarnizioni e sostituirle quando necessario per garantire una tenuta ermetica efficiente.

5.5. Reattore

Il reattore di pirolisi è il cuore dell'impianto Greenplasma e la componente principale del processo di trasformazione dei rifiuti in syngas. Si tratta di una camera di reazione progettata per resistere a temperature molto elevate (>700°C) e a leggera depressione, dove avviene la decomposizione termochimica dei materiali organici in assenza di ossigeno.

La camera di reazione è realizzata in materiali refrattari e resistenti alla corrosione, come acciaio inossidabile o leghe speciali, per garantire una lunga durata e resistenza alle elevate temperature e alle sostanze chimiche presenti nel processo. Il design del reattore può variare a seconda delle dimensioni dell'impianto e della tipologia di materiale da trattare, ma generalmente include zone per il carico del materiale, la pirolisi, e lo scarico del syngas prodotto.

Durante il processo di pirolisi, il materiale viene introdotto nel reattore tramite la valvola stella, dove viene sottoposto a temperature elevate per un tempo sufficiente a consentire la decomposizione delle molecole complesse in gas più leggeri e semplici. Questo processo avviene in assenza di ossigeno per evitare la combustione del materiale e per favorire la produzione di syngas con elevato potere calorifico.

Il sistema di riscaldamento del reattore può essere basato su diverse tecnologie, come resistenze elettriche, induzione magnetica o plasma, a seconda delle specifiche del progetto e delle esigenze di trattamento. Il controllo della temperatura all'interno del reattore è fondamentale per garantire un processo di pirolisi efficiente e una qualità ottimale del syngas prodotto.

La manutenzione del reattore di pirolisi include la verifica periodica dell'integrità strutturale, la pulizia delle superfici interne e la sostituzione dei componenti soggetti a usura o corrosione. Inoltre, è importante monitorare le condizioni del sistema di riscaldamento e delle termocoppie di controllo, per garantire un funzionamento ottimale dell'impianto.

5.6. Sistema di riscaldamento elettrico e termocoppie di controllo

Il sistema di riscaldamento elettrico è una componente fondamentale del reattore di pirolisi, poiché fornisce l'energia termica necessaria per innescare la decomposizione dei materiali organici all'interno della camera di reazione. Esso è composto da resistenze elettriche ad alta temperatura, distribuite lungo le pareti interne del reattore, che garantiscono un riscaldamento uniforme e una distribuzione ottimale del calore.

Le resistenze elettriche sono realizzate in materiali adatti a sopportare temperature elevate e con una buona resistenza alla corrosione, come ad esempio leghe di nichel-cromo o leghe di ferro-cromo-alluminio. La potenza elettrica necessaria per il riscaldamento è dimensionata in base alle specifiche del progetto e alle esigenze di trattamento, tenendo conto delle dimensioni del reattore, della tipologia di materiale da trattare e delle condizioni operative.

Le termocoppie di controllo sono sensori di temperatura che monitorano costantemente il profilo termico all'interno del reattore di pirolisi. Sono posizionate in punti strategici lungo le pareti interne e in prossimità delle resistenze elettriche, per garantire un controllo accurato delle temperature e un funzionamento efficiente del processo. Le termocoppie sono solitamente realizzate in materiali resistenti alle alte temperature e alla corrosione, come ad esempio leghe di platino-rutenio o di tungsteno-renio.

Il sistema di controllo del reattore riceve i dati delle termocoppie e regola la potenza delle resistenze elettriche in base alle temperature rilevate, per mantenere il profilo termico desiderato e garantire un processo di pirolisi efficiente e stabile. La manutenzione del sistema di riscaldamento elettrico e delle termocoppie di controllo include la verifica periodica dell'integrità e del funzionamento dei componenti, la pulizia delle superfici e la sostituzione dei componenti soggetti a usura o corrosione.

5.7. Filtri e demister

5.7.1. Filtro per Cloro

Il filtro per cloro è un componente importante all'interno di un impianto di trattamento dei rifiuti che utilizza la pirolisi per produrre syngas. Questo dispositivo è progettato per rimuovere il cloro dai gas di processo, riducendo così la formazione di composti clorurati tossici e potenzialmente dannosi per l'ambiente e per le persone. La presenza di cloro nei gas di processo può derivare dalla presenza di materiale plastico contenente cloruro di polivinile (PVC) o altri composti clorurati nei rifiuti trattati.

Il filtro per cloro funziona attraverso l'uso di un mezzo adsorbente che cattura e trattiene le molecole di cloro presenti nel flusso di gas. Tra i materiali adsorbenti comunemente utilizzati per questo scopo ci sono il carbone attivo granulare e gli ossidi metallici, come l'ossido di magnesio o l'ossido di calcio. Questi materiali presentano un'elevata capacità di adsorbimento del cloro e possono essere rigenerati o sostituiti periodicamente per garantire un'efficace rimozione del cloro nel tempo.

Il filtro per cloro viene posizionato lungo il percorso dei gas di processo, dopo l'uscita del reattore di pirolisi e prima dell'ingresso nel sistema di purificazione e trattamento del syngas. Il design del filtro può variare a seconda delle esigenze specifiche dell'impianto, ma solitamente prevede un contenitore cilindrico o rettangolare riempito con il mezzo adsorbente e dotato di ingressi ed uscite per il flusso di gas.

L'efficienza del filtro per cloro dipende da vari fattori, tra cui la temperatura di funzionamento, la concentrazione di cloro nel gas di processo e le caratteristiche del mezzo adsorbente utilizzato. La manutenzione del filtro per cloro include la verifica periodica delle condizioni del mezzo adsorbente, la pulizia delle superfici e la sostituzione del mezzo adsorbente quando necessario.

5.7.2. Filtro per Zolfo

Il filtro per zolfo è un componente essenziale all'interno di un impianto di trattamento dei rifiuti che utilizza la pirolisi per produrre syngas. Il suo scopo principale è rimuovere le sostanze contenenti zolfo dai gas di processo, come l'acido solfidrico (H₂S) e il biossido di zolfo (SO₂), che possono essere dannosi per l'ambiente e per le persone, oltre a causare corrosione nelle apparecchiature e tubazioni.

Il filtro per zolfo funziona attraverso l'utilizzo di un mezzo adsorbente specifico, che cattura e trattiene le molecole di zolfo presenti nel flusso di gas. Tra i materiali adsorbenti comunemente utilizzati per questo scopo ci sono il carbone attivo impregnato, gli ossidi metallici (come l'ossido di ferro o l'ossido di zinco) e le zeoliti. Questi materiali hanno un'elevata capacità di adsorbimento dello zolfo e possono essere rigenerati o sostituiti periodicamente per garantire un'efficace rimozione dello zolfo nel tempo.

Il filtro per zolfo viene installato lungo il percorso dei gas di processo, dopo il reattore di pirolisi e il filtro per cloro, ma prima dell'ingresso nel sistema di purificazione e trattamento del syngas. La struttura del filtro può variare a seconda delle esigenze specifiche dell'impianto, ma solitamente prevede un contenitore cilindrico o rettangolare riempito con il mezzo adsorbente e dotato di ingressi ed uscite per il flusso di gas.

L'efficienza del filtro per zolfo dipende da vari fattori, tra cui la temperatura di funzionamento, la concentrazione di zolfo nel gas di processo e le caratteristiche del mezzo adsorbente utilizzato. La manutenzione del filtro per zolfo include la verifica periodica delle condizioni del mezzo adsorbente, la pulizia delle superfici e la sostituzione del mezzo adsorbente quando necessario. Inoltre, il monitoraggio continuo delle emissioni di zolfo dall'impianto è importante per garantire la conformità alle normative ambientali e per ottimizzare le prestazioni del filtro.

5.7.3. Filtro a Carboni attivi

Il filtro a carboni attivi è un componente fondamentale nell'impianto di trattamento dei rifiuti che utilizza la pirolisi per produrre syngas. Il suo scopo principale è rimuovere le impurità organiche e inorganiche volatili presenti nel gas di processo, come composti organici volatili (COV), odori e altri contaminanti gassosi.

Il filtro a carboni attivi funziona attraverso l'adsorbimento fisico, un processo in cui le molecole dei contaminanti si legano alla superficie del materiale adsorbente. Il carbone attivo è un materiale altamente poroso, costituito principalmente da carbonio, che presenta un'ampia area superficiale interna che fornisce una vasta superficie di adsorbimento per le molecole dei contaminanti.

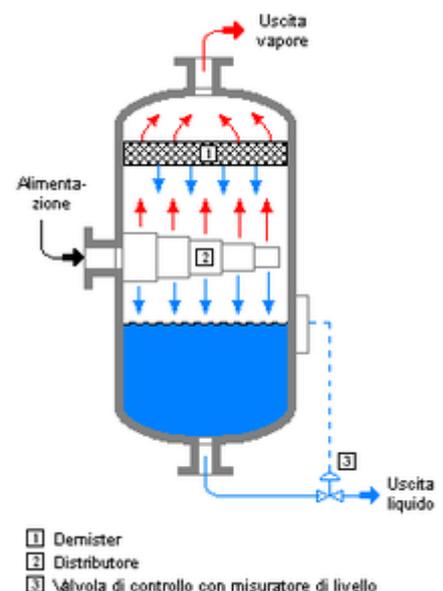
Il filtro a carboni attivi è composto da un contenitore riempito con granuli di carbone attivo o da pannelli rigidi impregnati di carbone attivo. Il gas di processo entra nel filtro e fluisce attraverso il mezzo adsorbente, dove le impurità vengono catturate e trattenute. Alla fine del processo, il gas purificato viene rilasciato dall'uscita del filtro e prosegue verso la fase successiva del trattamento e della valorizzazione del syngas.

L'efficienza del filtro a carboni attivi dipende da diversi fattori, tra cui il tipo e la concentrazione dei contaminanti presenti nel gas, il tempo di contatto tra il gas e il mezzo adsorbente e le condizioni operative del filtro, come la temperatura e l'umidità. Per mantenere l'efficacia del filtro a carboni attivi, è importante monitorare periodicamente le condizioni del mezzo adsorbente e sostituirlo o rigenerarlo quando necessario.

La manutenzione del filtro a carboni attivi include la verifica delle condizioni del mezzo adsorbente, la pulizia delle superfici e la sostituzione o rigenerazione del carbone attivo. Inoltre, il monitoraggio delle emissioni di composti organici volatili e di altri contaminanti dall'impianto è importante per garantire la conformità alle normative ambientali e per ottimizzare le prestazioni del filtro.

5.7.4. Demister

Il demister è un dispositivo utilizzato negli impianti di trattamento dei rifiuti e nella produzione di syngas per rimuovere le goccioline di liquido presenti nel flusso di gas, riducendo così l'umidità e la presenza di aerosol o nebbie. Questo dispositivo è particolarmente importante nella purificazione del syngas, poiché garantisce un gas pulito e asciutto prima di essere utilizzato in ulteriori processi o impianti.



Il demister funziona attraverso l'impiego di un mezzo di separazione, solitamente costituito da maglie metalliche, lamine corrugate o altri materiali strutturati, che forniscono una superficie su cui le goccioline di liquido possono condensarsi e crescere in dimensioni. Mentre il gas attraversa il demister, le goccioline di liquido presenti nel gas impattano con il mezzo di separazione, si uniscono insieme e si depositano sulle superfici solide. Una volta che le goccioline raggiungono una dimensione sufficiente, cadono per gravità nella parte inferiore del demister e vengono raccolte e rimosse dal sistema.

L'efficienza di un demister dipende da vari fattori, come la velocità del gas, la densità delle goccioline e le caratteristiche del mezzo di separazione. Un demister ben progettato e dimensionato correttamente può rimuovere efficacemente goccioline di liquido con dimensioni superiori a 10 micrometri, riducendo significativamente l'umidità e la presenza di aerosol nel gas di processo.

La manutenzione del demister comprende la pulizia e l'ispezione periodica del mezzo di separazione, la verifica dell'integrità delle guarnizioni e la rimozione del liquido accumulato. Per garantire prestazioni ottimali e una lunga durata del demister, è importante monitorare le condizioni operative e assicurarsi che il dispositivo sia adeguatamente dimensionato e progettato per le specifiche condizioni del processo.

5.7.5. *Condensatore*

Il condensatore è un componente chiave negli impianti di trattamento dei rifiuti e nella produzione di syngas, utilizzato per raffreddare e condensare i vapori presenti nel flusso di gas. Questo dispositivo permette la separazione e il recupero dei componenti liquidi dal gas, migliorando così l'efficienza energetica del processo e riducendo le emissioni di inquinanti.

Il condensatore funziona trasferendo il calore tra il gas caldo e un mezzo di raffreddamento, solitamente acqua o aria. Il gas caldo entra nel condensatore e scorre attraverso una serie di tubi o canali, mentre il mezzo di raffreddamento scorre in contatto con la superficie esterna di questi tubi. Il calore viene quindi trasferito dal gas al mezzo di raffreddamento, causando la condensazione dei vapori presenti nel gas e la loro trasformazione in liquido.

I liquidi condensati vengono poi raccolti nella parte inferiore del condensatore e rimossi dal sistema, mentre il gas raffreddato e purificato esce dalla parte superiore del dispositivo. I condensatori possono essere di diversi tipi e dimensioni, a seconda delle specifiche esigenze dell'applicazione e delle condizioni operative.

L'efficienza del condensatore dipende da vari fattori, tra cui la temperatura e la pressione del gas, il tipo e la quantità di vapori presenti nel gas, e le caratteristiche del mezzo di raffreddamento. Una corretta progettazione e selezione del condensatore, unita a una manutenzione regolare e all'ottimizzazione delle condizioni operative, sono fondamentali per garantire prestazioni elevate e una lunga durata del dispositivo.

La manutenzione del condensatore può includere la pulizia e l'ispezione dei tubi e delle superfici di scambio termico, la verifica dell'integrità delle guarnizioni e delle connessioni, e il controllo del mezzo di raffreddamento per assicurarsi che sia pulito e funzionante correttamente. Inoltre, è importante monitorare le condizioni operative del condensatore per identificare eventuali problemi o inefficienze e prendere le misure appropriate per ottimizzare le prestazioni e la durata del dispositivo.

5.8. Soffiante (Blower)



La soffiante, o blower, è un componente essenziale negli impianti di trattamento dei rifiuti e nella produzione di syngas, in quanto è responsabile del movimento del gas attraverso il sistema. Le soffianti sono progettate per generare un flusso d'aria o di gas costante e controllato, fornendo la pressione necessaria per spostare il gas attraverso i vari componenti dell'impianto, come filtri, reattori, condensatori e scambiatori di calore.

Le soffianti possono essere di diversi tipi, tra cui soffianti a lobi, a canale laterale, a vortice o centrifughe. La scelta della soffiante più adatta dipende dalle specifiche esigenze dell'applicazione, dalle caratteristiche del gas da trattare e dalle condizioni operative dell'impianto.

Le soffianti a lobi sono caratterizzate da due o più lobi rotanti che spostano il gas attraverso la camera di compressione. Queste soffianti sono adatte per applicazioni a bassa pressione e offrono un flusso costante e uniforme.

Le soffianti a canale laterale utilizzano un impeller a pale multiple per generare un flusso d'aria o di gas ad alta pressione. Queste soffianti sono particolarmente indicate per applicazioni che richiedono una pressione elevata e una capacità di aspirazione elevata.

Le soffianti a vortice utilizzano un impeller a pale curve per generare un flusso d'aria o di gas ad alta velocità. Queste soffianti sono adatte per applicazioni che richiedono elevate velocità del flusso e una capacità di aspirazione elevata.

Le soffianti centrifughe utilizzano un impeller a pale radiali per generare un flusso d'aria o di gas ad alta pressione. Queste soffianti sono adatte per applicazioni che richiedono una pressione elevata e un flusso costante e uniforme.

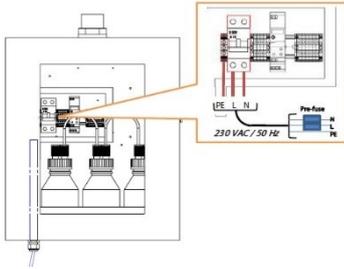
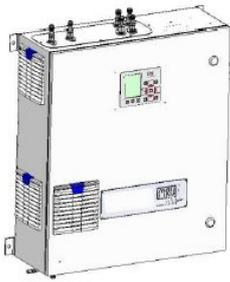
La manutenzione della soffiante è cruciale per garantire prestazioni ottimali e una lunga durata del dispositivo. Questo può includere la pulizia e l'ispezione delle pale dell'impeller, la verifica dell'integrità delle guarnizioni e delle connessioni, e il controllo del sistema di lubrificazione per assicurarsi che funzioni correttamente. Inoltre, è importante monitorare le condizioni operative della soffiante per identificare eventuali problemi o inefficienze e prendere le misure appropriate per ottimizzare le prestazioni e la durata del dispositivo.

5.9. Filtro aspirazione carta

Il filtro di aspirazione in cellulosa è un componente essenziale per proteggere la soffiante all'interno di un impianto di trattamento dei rifiuti. Questo filtro è specificamente progettato per rimuovere le impurità, come polveri e particolato fine, dal flusso d'aria che entra nella soffiante. La cellulosa utilizzata nel filtro garantisce un'elevata efficienza di filtrazione, proteggendo la soffiante e prolungandone la durata.

Il filtro di aspirazione in cellulosa contribuisce a mantenere elevate prestazioni della soffiante, riducendo la necessità di manutenzione ordinaria e assicurando una maggiore affidabilità dell'intero impianto. Grazie a questo filtro, la soffiante può funzionare in modo più efficiente, garantendo un flusso costante di syngas pulito all'interno del sistema e facilitando la successiva conversione dell'energia in elettricità e calore.

5.10. Analizzatore di syngas MRU SWG



L'analizzatore di syngas MRU SWG è un dispositivo di monitoraggio e controllo fondamentale per garantire la qualità del syngas prodotto all'interno di un impianto di trattamento dei rifiuti. Questo strumento è progettato per analizzare la composizione del syngas in tempo reale, misurando con precisione la presenza di vari componenti come monossido di carbonio (CO), diossido di carbonio (CO₂), idrogeno (H₂), metano (CH₄) e altri gas presenti nel syngas.

L'utilizzo dell'analizzatore MRU SWG permette di monitorare costantemente la qualità del syngas e di ottimizzare il processo di pirolisi, contribuendo ad aumentare l'efficienza energetica dell'impianto e riducendo l'emissione di sostanze inquinanti nell'ambiente. Grazie ai dati forniti dall'analizzatore, gli operatori possono regolare le condizioni di lavoro del reattore di pirolisi e del sistema di purificazione dei gas per ottenere un syngas di qualità adeguata all'utilizzo in un cogeneratore o in un bruciatore ibrido.

Inoltre, l'analizzatore MRU SWG è dotato di un'interfaccia user-friendly e di un software di gestione dati che permette di registrare e analizzare le informazioni raccolte, facilitando il controllo del processo e la manutenzione dell'impianto.

5.11. PLC e controllo remoto



Il sistema di controllo basato su un Programmable Logic Controller (PLC) è un elemento fondamentale per la gestione e il monitoraggio di un impianto di trattamento dei rifiuti. Il PLC è un dispositivo elettronico programmabile che consente di controllare e coordinare i vari componenti dell'impianto, come il trituratore, il nastro trasportatore, il reattore di pirolisi, il sistema di filtraggio e l'analizzatore di syngas, garantendo il corretto funzionamento dell'intero processo.

Il controllo remoto è una caratteristica importante per la gestione di un impianto di questo tipo, poiché permette agli operatori di monitorare e controllare

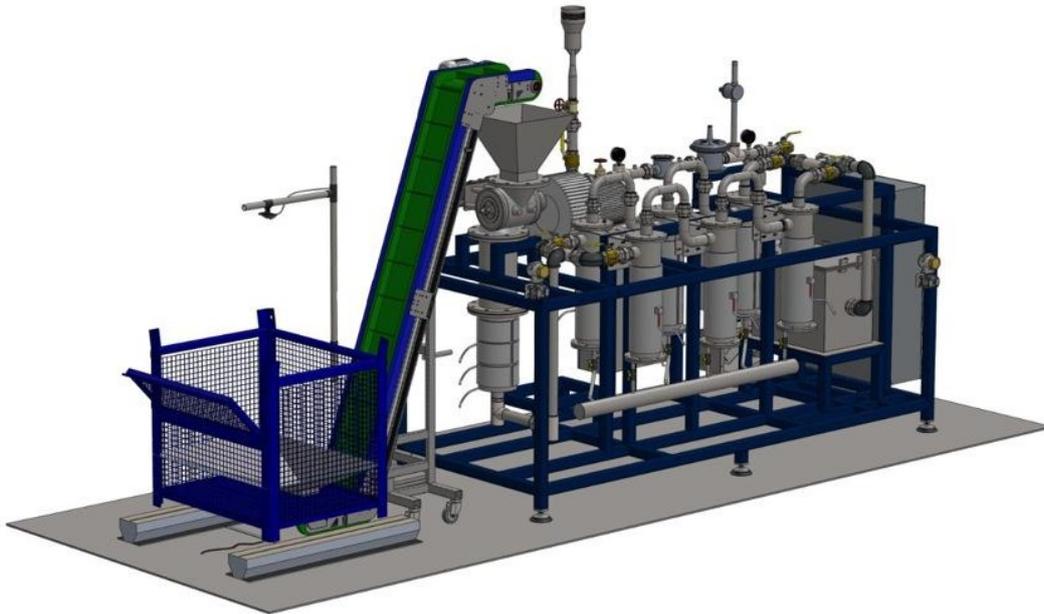
il funzionamento dell'impianto a distanza, tramite un'interfaccia grafica accessibile da un computer o uno smartphone. Questa funzione offre numerosi vantaggi, tra cui la possibilità di intervenire tempestivamente in caso di anomalie o guasti, riducendo i tempi di fermo e migliorando l'efficienza dell'impianto.

Inoltre, il controllo remoto consente di raccogliere e analizzare i dati provenienti dal PLC e dai vari sensori presenti nell'impianto, come le termocoppie e l'analizzatore di syngas. Queste informazioni possono essere utilizzate per ottimizzare il processo di trattamento dei rifiuti e monitorare le prestazioni energetiche dell'impianto, contribuendo a ridurre i costi operativi e l'impatto ambientale.

In sintesi, il PLC e il controllo remoto sono componenti essenziali per garantire un'efficace gestione dell'impianto di trattamento dei rifiuti, migliorando la sicurezza, l'efficienza e la sostenibilità dell'intero processo.

6. Rappresentazione dell'impianto

6.1. Vista frontale



6.2. Vista laterale

