

Osservatori flessibili

Misura dei profili di temperatura nelle raffinerie



Le sonde flessibili multipoint si sono affermate come lo standard indiscusso per la misura dei profili di temperatura nell'industria petrolchimica

Gli ambienti delle raffinerie presentano spesso delle sfide molto complesse per la strumentazione di misura. Non solo per le severe condizioni in cui la strumentazione si trova a operare, ma anche per le aspettative legate alla sicurezza, all'ottimizzazione dei costi e alle richieste di qualità dei prodotti. Le termocoppie flessibili multipoint riflettono questa tendenza e sono diventate lo standard per una vasta gamma di applicazioni di misura della temperatura nelle raffinerie.

Tornando per un attimo indietro a metà degli anni '80, quasi dieci anni dopo la crisi petrolifera, l'industria petrolchimica era sottoposta a una considerevole pressione economica. Le raffinerie tentavano di ottenere le migliori prestazioni possibili dai loro impianti. La decisione logica fu quella di riprogettare i reattori utilizzando una nuova generazione di catalizzatori attivi.

Dopotutto questi catalizzatori offrivano una migliore selettività e un migliore tasso di conversione, migliorando così la produttività e il livello dei profitti. Allo stesso tempo portavano nuove preoccupazioni: negli impianti di hydrocracking, i catalizzatori con attività più elevata possono portare a reazioni più veloci. Una conseguenza di questi processi esotermici è definita come escursione termica (thermal excursion) o fuga fuori controllo (runaway). La fuga può essere pericolosa se scoperta troppo tardi, perché l'improvviso aumento della temperatura può superare i limiti metallurgici della parete del reattore, provocando un danno catastrofico e la fuoriuscita del prodotto.

Questa nuova situazione ha evidenziato che le sonde multipoint dritte inserite in tubazioni, comuni in queste applicazioni da oltre trenta anni, non erano più adatte perché consentivano un limitato monitoraggio della temperatura nei reattori.



Hotspot o punto caldo

I motivi principali erano:

- **tempo di risposta:** le tubazioni utilizzate negli impianti di hydrocracking e hydrotreatment erano progettate per le alte pressioni. Il loro spessore allungava però il tempo di risposta delle sonde di temperatura, causando quindi una reazione troppo lenta nelle situazioni di runaway;
- **canalizzazione (channeling):** questo effetto negativo è stato rilevato lungo le tubazioni che erano normalmente verticali. Il fluido di processo scorreva più rapidamente nel reattore,

come in un canale, e il catalizzatore non aveva il tempo sufficiente per convertire il prodotto;

- **limitati punti di misura:** i punti sensibili erano distribuiti in modo inadeguato. Erano, infatti, posizionati solo longitudinalmente nelle tubazioni lasciando una parte considerevole del reattore senza misure di temperatura. Alcune aree importanti del reattore non erano quindi adeguatamente monitorate causando una minor durata del catalizzatore e/o un'escursione della temperatura.



Distribuzione lineare dei punti di misura in verticale all'interno di un reattore

In risposta a questi complessi requisiti, Gayesco (oggi un'azienda del gruppo WIKA), cominciò a progettare delle termocoppie flessibili. Queste sonde sono state costantemente adattate ai requisiti dell'industria petrolchimica nel corso degli anni e sono da allora utilizzate in un'ampia gamma di applicazioni nei reattori single-bed e multi-bed con il marchio Flex-R®.

Il principio di funzionamento sul quale si è basata la costruzione delle nuove sonde multipoint è stato il risultato di una stretta collaborazione con gli ingegneri, gli utilizzatori e i licenziatari dei processi: un cavo in ossido minerale specificatamente progettato, estremamente durevole, che permette di andare direttamente a contatto con il processo, lasciando libertà di scelta per il numero punti da monitorare. Il risultato è stato un sistema di misura radiale del profilo di temperatura con un tempo di risposta molto breve di circa 4/8 secondi (piuttosto che 3 minuti, come era nel caso della vecchia costruzione). In questa nuova situazione l'operatore avrebbe avuto quindi il tempo necessario per reagire e per prendere le opportune contromisure nel caso in cui le condizioni di



Distribuzione radiale dei punti di misura in verticale all'interno di un reattore

processo fossero andate fuori controllo. Il sistema offriva inoltre un monitoraggio completo delle aree critiche con una maggiore densità dei punti di misura.

Questa tipologia di termocoppie la cui parte sensibile è posta sulla punta sono installate nel reattore tramite speciali sistemi di fissaggio in modo che il flusso del processo non sia influenzato.

Le sonde di temperatura Flex-R® possono avere una connessione al reattore flangiata oppure, nel caso in cui ci siano problemi d'ingombro, un attacco filettato ad alta pressione (Radial Tap™).

Una volta installate, le sonde possono rimanere a contatto diretto con il processo senza grandi problemi, permettendo inoltre una riduzione dei costi. Le sonde rimangono all'interno del serbatoio e se ad esempio, durante il ciclo di manutenzione, il catalizzatore è svuotato, i tecnici sono in grado di tarare le termocoppie o di riparare il cavo in MGO se la guaina è danneggiata.

Negli anni che seguirono, furono sviluppate diverse tipologie di sonde di temperature flessibili multipoint simili alle Flex-R®. La maggior parte di questi modelli, che cercavano di emulare la funzionalità del sistema Gayesco, avevano una geometria lineare con diversi punti sensibili in un'unica guaina. Questa soluzione tecnica aveva un vantaggio economico, ma si limitava al monitoraggio dei soli gradienti lineari di temperatura e comportava importanti svantaggi. A causa della complessa struttura interna con multipli punti sensibili in una sola guaina,

se questa era danneggiata, venivano a mancare tutti i punti di misura contemporaneamente. Inoltre le riparazioni in situ si dimostrarono impossibili da eseguire.

Per dimostrare quanto il sistema Flex-R® sia affidabile e funzionale, la prima sonda di temperatura multipoint di questa serie fu installata da Gayesco presso il reattore della raffineria Shell a Woodriver (Illinois) nel 1988. Tutti i 260 punti di misura, posti nei diversi livelli dei letti del catalizzatore, hanno funzionato negli ultimi 26 anni senza problemi e senza un singolo guasto, superando anche i cicli di manutenzione quando il catalizzatore viene svuotato.

I vantaggi della misura di temperatura radiale in un reattore vanno di là della semplice possibilità d'identificare gli hotspots; infatti, questi strumenti consentono di ottenere simultaneamente informazioni sulla cattiva distribuzione del catalizzatore e di prevederne la durata. Inoltre le sonde di temperatura flessibili multipoint possono essere anche utilizzate per la valutazione delle prestazioni "top-of-bed".

Divenne subito evidente che la soluzione multipoint sviluppata da Gayesco aveva una vasta gamma di potenziali applicazioni nelle raffinerie. Tra le altre, essa può essere impiegata per monitorare il catalizzatore nei processi del feniletilene e nelle colonne di distillazione, controllare la rigenerazione del catalizzatore nelle unità di reforming (FCR) o misurare la temperatura nei "diplegs" e "cyclones" durante il processo di fluid catalytic cracking (FCC).

Da questo momento in poi, per diversi anni, le normative sulle emissioni di gas in atmosfera sono diventate in tutto il mondo molto più restrittive con il conseguente impatto sulla qualità dei carburanti, in particolare riguardo al contenuto di zolfo. Come risposta alle esigenze di queste industrie, si è ve-

rificato un aumento considerevole delle sonde di temperatura multipoint sia negli impianti di hydrocracking sia di hydrotreatment. Sfortunatamente, l'elevato numero dei punti misura nei reattori si è rivelato dannoso per la portata e la distribuzione del fluido di processo e di conseguenza della qualità del carburante ottenuto. Per ridurre al minimo le ripercussioni negative nei reattori, Gayesco ha progettato degli speciali supporti a basso profilo adatti per le sonde di temperatura multipoint. La combinazione di questi supporti con il know-how riguardante la geometria del reattore per identificare il percorso migliore delle termocoppie, consente comunque di ridurre questi effetti al minimo.

Gli sforzi degli ingegneri R&D di Gayesco sono costantemente orientati verso il miglioramento delle sonde multipoint per le misure della temperatura radiale. Queste sonde utilizzano



un sistema di sicurezza primario e uno secondario. Esse possono anche includere in opzione una camera di sicurezza ermetica che può essere monitorata, nel caso in cui uno dei suddetti siste-

mi si dovesse guastare. In Gayesco, per i punti di transizione delle termocoppie si utilizzano come standard dispositivi di tenuta speciali. Siccome la dimensione di una termocoppia può variare in funzione dell'applicazione, la durata della stessa è un fattore molto importante. I cavi in ossido minerale (cavo MGO) utilizzati per la costruzione delle termocoppie sono specificatamente ingegnerizzati con materiali e spessori di parete maggiorati.

CONCLUSIONI

Le sonde flessibili multipoint si sono affermate come lo standard indiscusso per la misura dei profili di temperatura nell'industria petrolchimica. Le ragioni principali di questa affermazione risiedono nella loro vasta gamma di applicazioni, all'estrema versatilità e adattabilità alla continua evoluzione dei requisiti delle raffinerie.

I sistemi di misura Gayesco sono prescritti dalla maggior parte dei licenziatari del processo come apparecchiature originali. Questa è una ulteriore prova che una misura affidabile dei profili di temperatura radiale rappresenta un modo efficace per proteggere i costosi reattori delle raffinerie da seri danni e migliorare l'efficienza del processo di raffinazione.



Percorso delle termocoppie all'interno del reattore