

G

GRANDANGOLO

MICHELL INSTRUMENTS

di Alessandro Passadore



Controllo dell'umidità nei **processi** **industriali**

L'umidità risulta essere uno dei principali inquinanti in molti processi. In ambito industriale il controllo costante dell'umidità è essenziale per garantire la qualità della produzione e la rispondenza tecnica a tutte le specifiche di progetto che si vogliono raggiungere. I misuratori di umidità di Michell Instruments sono in grado di garantire misure estremamente accurate per ogni impiego a livello industriale e in qualsiasi ambito di analisi di laboratorio di questa misura.

L'aria secca (misurata alla latitudine di 45°, s.l.m. a 15 C° alla pressione atmosferica di 1013mbar) contiene circa il 21% di Ossigeno, il 78% di Azoto, l'1% di Argon (Ar) e altri componenti in quantità minore. (CO₂, Ne, CH₄, Kr, Xe, O₃).

Oltre a questi componenti risulta presente in questa miscela una quantità di vapore acqueo che viene propriamente definita "umidità". L'aria ambiente che respiriamo è infatti Aria Umida e questa quantità di acqua presente nell'aria dipende fortemente da due principali variabili: la pressione e la temperatura.

A pressione e temperatura costanti viene a crearsi quindi un equilibrio tra le due pressioni. Questo equilibrio (in fase liquida e gassosa) è fortemente influenzato dalla temperatura.

La pressione esercitata dalla parte gassosa è definita pressione di vapore saturo ed aumenta con l'aumentare della temperatura; quindi un aumento di temperatura causa un aumento della capacità dell'aria di contenere vapore

acqueo e quindi un aumento di umidità. Una riduzione di temperatura, al contrario, fa sì che la quantità di vapore acqueo che può essere contenuta nell'aria diminuisca, fino a raggiungere il valore di punto di Rugiada (Dew-Point). Questo rappresenta il punto al quale il vapore acqueo condensa cambiando di stato, trasformandosi quindi da stato gassoso a liquido.

Esistono molte unità di misura e molte definizioni specifiche per identificare sostanzialmente stessi concetti nell'ambito dell'umidità.

Col termine Umidità infatti si identifica la quantità di Vapore acqueo all'interno di un "corpo" prettamente allo stato gassoso. In maniera analoga col termine Moisture si identifica la quantità di vapore acqueo (in forma liquida) presente in un "corpo" allo stato solido o liquido.

Altre terminologie come *trace moisture*, *trace humidity*, *trace water vapour* sono tutti termini utilizzati per mettere in relazione lo stesso tipo di misura.



Igrometro di precisione mod. S8000

La misura dell'umidità

L'umidità può essere misurata tramite molti metodi scientifici, quali l'Elettrolisi, il metodo del Bulbo umido (depressione della temperatura ed evaporazione), la Gas Cromatografia, il Metodo Fondamentale (Misurazione della temperatura di saturazione), la misurazione degli effetti delle modifiche delle proprietà fisiche di alcuni materiali attraverso i sensori ad impedenza e attraverso la rimozione del vapore acqueo e la successiva pesata della parte rimanente. Esistono inoltre molte unità di misura per esprimere la misura dell'umidità. Il "Conference of Directors, International Meteorological Organization, Washington 1947" ha adottato le seguenti unità di misura:

1) Umidità Specifica

E' un rapporto tra masse basato sul rapporto tra la massa di vapor acqueo ($m[H_2O]$) e la massa totale del gas analizzato (massa di aria secca $m[Dry]$ + la stessa massa di aria umida $m[H_2O]$)

$$Q = m[H_2O] / (m[H_2O] + m[Dry])$$

2) Mixing Ratio

Si basa sullo stesso principio dell'umidità specifica sopra descritta con la sola variante che al denominatore si trova solo la massa di aria secca $m[Dry]$. E' infatti il rapporto tra la massa di vapore acqueo $m[H_2O]$ e la massa di aria secca $m[Dry]$ in una determinata quantità di miscela aria-vapore acqueo ad una determinata pressione.

$$R = m[H_2O] / m[Dry]$$

3) Umidità assoluta

Rappresenta la concentrazione di vapore acqueo ed è il rapporto tra la massa di vapore acqueo $m[H_2O]$ (solitamente espresso in grammi) ed il volume che

tale gas occupa nello spazio (generalmente espresso in m^3)

$$d[H_2O] = m[H_2O] / Volume$$

4) Umidità Relativa (%Rh)

Rappresenta il rapporto tra la pressione di vapore acqueo $e[H_2O]$ e la pressione di Saturazione della stessa miscela $eSAT[H_2O]$ (ad una data temperatura calcolata in percentuale) e dipende strettamente dalla temperatura.

$$\%Rh = e[H_2O] / eSAT[H_2O] \times 100$$

Da ultimo è importante citare la misura della Concentrazione di umidità misurata in ppmV o ppbV o pptV

Essa è data dalla seguente formule:

$$\frac{m[H_2O]}{m[Dry]} = \frac{P_{H_2O}}{P_{Dry}} = \frac{P_{H_2O}}{P_{Total} - P_{H_2O}}$$

Molti strumenti, però, non sono in grado di rilevare la pressione totale, che va quindi inserita manualmente.

DewPoint e Frost Point

In modo analogo è possibile definire il DewPoint e Frost Point. Per DewPoint si intende la temperatura (misurata in °C o °F) alla quale si verifica il passaggio da stato gassoso a stato liquido.

La stessa cosa vale per il FrostPoint dove però avviene il passaggio da stato gassoso a stato solido (trattandosi di vapore acqueo si ha la trasformazione diretta in cristalli di ghiaccio)

L'aria nei processi industriali

L'aria compressa rappresenta una delle più versatili forme di energia da utilizzare nei processi industriali. Pur potendo essere impiegata in molteplici applicazioni, è, comunque, necessario filtrare queste grandi quantità di masse d'aria da eventuali impurità, sia solide che liquide.

Per quanto riguarda le applicazioni industriali, l'aria compressa trova largo impiego nell'ambito dei controlli pneumatici, ovvero in tutti quegli impianti ove sia richiesta la movimentazioni di carichi gravosi (Valvole pneumatiche, sistemi di sicurezza, interruttori, attuatori in genere) anche in considerazione del fatto che l'utilizzo di aria compressa, oltre ad essere in alcuni applicazioni industriali più sicura dei dispositivi elettrici è anche molto semplice da installare ed eventualmente da mantenere.

L'utilizzo dei dispositivi ad aria compressa nelle più diverse applicazioni comporta



Igrometro a specchio raffreddato mod. Optidew Sensor

però la necessità di aver sotto controllo la qualità di questa aria, che, se non trattata adeguatamente, può causare problemi di una certa entità a molti processi. Uno dei problemi più rilevanti in questi impianti è sicuramente la presenza di inquinanti quali l'umidità.

Se si prendono ad esempio in considerazione gli impianti di compressione, è possibile notare che una compressione dell'aria all'interno dei sistemi di compressione provoca anche un aumento della temperatura, motivo per il quale non vi è presenza di condensa durante questa fase. Ai refrigeranti finali tuttavia, ed in tutta la linea di distribuzione dove la temperatura diminuisce sensibilmente, si ha la formazione di condensa, che per effetto del trascinamento dovuto ai flussi d'aria viene "propagata" a tutto l'impianto.

E' bene sottolineare come l'aria ancora "umida", il cui vapore acqueo non sia ancora condensato nelle linee, una volta raggiunti i vari utilizzatori, cali ulteriormente di temperatura generando nuova condensa e quindi nuova formazione di particelle d'acqua.

Il problema permane, nonostante vari tecnici abbiano tentato di progettare con sempre maggior criterio impianti con filtri su ciascun utenza, dreni, o trappole per separare il contenuto d'acqua.

Ancora oggi il controllo di questo fattore "inquinante" è ritenuto di secondaria importanza, ma anche se può sembrare irrilevante, questa "non curanza" può causare danni estremamente rilevanti a molte applicazioni, con ovviamente un dispendio di tempo, energia, fermo macchina e manutenzioni. Il tutto si riflette in ultimo anche con forti perdite economiche.

Basti pensare a tale proposito alla formazione di emulsione di acqua condensata a contatto con gli olii lubrificanti negli utilizzatori, che ostruiscono i passaggi degli



Strumentazione serie "Rense" per la misurazione dell'umidità relativa e della temperatura

strumenti, alcuni dei quali molto sensibili, oppure la corrosione delle linee di distribuzione o peggio la loro rottura per effetto del ghiaccio, se utilizzate a basse temperature. Sintomatico anche l'esempio degli impianti di verniciatura a spruzzo in cui la presenza di acqua con la quale si diluisce la vernice va a inficiare il prodotto finale, oppure le alterazioni chimiche che si vengono a creare in ambito alimentare, farmaceutico ed elettronico dove la presenza di umidità deve essere assolutamente evitata.

Il controllo dell'umidità nei processi industriali

Oggi i processi industriali sono sempre più spinti e le reazioni chimiche necessitano sempre più di catalizzatori speciali, molto costosi, che vengono, se così si può dire, "avvelenati" dall'acqua.

Tutti i processi volti ad eliminare il problema del vapor acqueo contenuto nell'aria, come l'utilizzo di impianti di essiccazione, oggi sono molto più performanti rispetto al passato; di conseguenza anche le misure

devono avere prestazioni superiori. Da qui la necessità di utilizzare analizzatori di umidità sia durante tutto il processo, sia per controllare la qualità del prodotto.

Il controllo nei laboratori dei centri di misura

Per molti anni il massimo range di misura per il quale veniva riconosciuta la tracciabilità delle misure di umidità era da -75 a +82°C e solo laboratori come il NPL (National Physical Laboratory) ed il NIST (National Institute of Standards and Technology) potevano vantare la capacità di misurare livelli così bassi di umidità ad accuratezze così elevate. Parte degli sforzi della **Michell Instruments** hanno portato alla realizzazione di un igrometro di prestazioni così elevate ed affidabili da diventare uno dei primi Laboratori accreditati UKAS e ad oggi in grado di garantire la tracciabilità dell'umidità fino ad un range di -90°C dew-point (0.1 ppmv) diventando in questo modo un laboratorio di riferimento per misure di questo tipo.



Sensori ceramici Michell

Con queste premesse, i misuratori di umidità da laboratorio sono in grado di garantire misure estremamente accurate per ogni impiego sia a livello industriale che in ambito di analisi di laboratorio.

Affidabilità in primo piano

Michell Instruments, fondata nel 1974, è una consolidata realtà a livello mondiale. Il gruppo, la cui sede principale si trova a Cambridge (Gran Bretagna), ha filiali in Italia, Germania, Francia, Olanda, Stati Uniti, Cina e Giappone.

La società è leader nel campo dell'Igrometria, con una vasta gamma di analizzatori di umidità, utilizzati in tutti i settori della Chimica, Petrolchimica, Laboratori, Lavorazioni delle materie plastiche e Processo in generale.

I principali prodotti sono gli Igrometri a specchio raffreddato (Chilled Mirror) per la misura del Dew Point ad elevate pressioni, il Sensore ad impedenza low-cost per misure gravose nei vari processi, il Dew point Idrocarburi con metodo proprietario Dark-Spot per la misurazione di idrocarburi e i Sistemi per la calibrazione e la generazione di umidità per laboratori e processi industriali.

La società si rivolge ad aziende sia di grandi dimensioni che piccole e a società di ingegneria con soluzioni standard ma anche con soluzioni speciali e personalizzate secondo le esigenze del cliente.

Gli analizzatori prodotti si basano principalmente su due tecnologie: quella con sensore a specchio raffreddato e quella con sensore di impedenza.

L'igrometro a specchio raffreddato è l'unico strumento per la misura di umidità: è costituito da uno specchio metallico in miniatura che viene raffreddato da una o più celle di Peltier fino a quando non viene raggiunta la temperatura di dew-point del gas in esame. A questa temperatura sullo specchio si forma condensa, che viene rilevata da un sistema ottico. La temperatura della superficie dello specchio viene quindi regolata, così da garantire uno stato di equilibrio, e viene letta dalla strumentazione elettronica dell'igrometro.

Questi igrometri vengono utilizzati principalmente dove è richiesta un'elevatissima accuratezza di misura, ad esempio nei Laboratori, centri di Certificazione o in processi molto critici, come negli impianti di verniciatura, nelle sale prove motori del settore automobilistico ed aeronautico e nelle acciaierie.

Affidabili e di facile manutenzione, i sensori a specchio raffreddato garantiscono una precisione di 0.1°C di dew-point.

I sensori ad impedenza sono invece costituiti da una lamina di alluminio e oro. L'ossido di alluminio funge da dielettrico tra l'oro e l'alluminio.

Il principio di funzionamento è basato sul-

l'assorbimento del vapore acqueo da parte dell'ossido di alluminio, il quale, variando il suo dielettrico, varia la capacità tra l'oro e l'alluminio. La capacità, trasformata in un segnale elettrico, è proporzionale alla quantità di acqua contenuta nel campione.

Robusti e ripetitivi, questi sensori sono calibrati individualmente con tracciabilità NIST e NPL, hanno una precisione di $\pm 1^\circ\text{C}$ di dew-point e trovano applicazioni in moltissimi processi chimici e petrolchimici.

Recentemente la società ha acquisito un'ulteriore tecnologia a film polimerico di tipo capacitivo, utilizzato per le misure di umidità relativa in camere climatiche, e processi di sterilizzazione. Il range va da 0-100% di umidità relativa con accuratezza di $\pm 2\%$.

Michell è in grado di fornire strumentazione per calibrare qualsiasi analizzatore di umidità, dal trasmettitore di umidità al più complesso sistema per gas Ultra-puri.

Il valore aggiunto

Michell è l'unica azienda ad offrire un servizio denominato Exchange, che prevede la sostituzione del sensore fornito, con spedizione anticipata di un nuovo trasmettitore, al costo di una taratura, in modo da non aver fermi impianto e ritardo sulla ricalibratura.

Un punto di forza è rappresentato anche dal team tecnico-commerciale, che grazie alla notevole esperienza maturata dall'azienda in oltre 30 anni di attività, è in grado di offrire ai clienti un servizio di ingegneria di dettaglio.



Igrometro portatile di precisione mod. Cermax