

Utilizzo del fotoionizzatore

Nozioni di base sull'uso del fotoionizzatore (PID)

Il principio di funzionamento. La premessa all'utilizzo del fotoionizzatore è la indispensabile e compiuta assimilazione dei suoi limiti, del principio di funzionamento e delle calibrazioni fondamentali, affinché vengano evitati quei grossolani errori di base che vanificano tanto l'acquisto dello strumento che il suo uso di campo. Il principio di funzionamento si fonda sull'arcinoto effetto ionizzante dei fotoni, le unità energetiche della luce.

Una lampada a raggi UV posta all'interno dell'apparecchio emette fotoni di energia definita in grado di provocare l'allontanamento di un elettrone da determinati composti chimici, trasformando, di fatto, una molecola in uno ione carico positivamente. Gli ioni immersi in un campo elettrico, creato dagli elettrodi di una batteria, provocano una microcorrente la quale, attraverso gli opportuni trasduttori, viene proporzionalmente correlata alla concentrazione dell'inquinante presente nell'aria aspirata dal fotoionizzatore. Proprio per quanto descritto, tale strumento non riesce a rilevare tutti i composti, ma esclusivamente quelli ionizzabili con la lampada a disposizione che, generalmente, fornisce un'energia fotonica pari a 10.6 eV e quindi ionizza solo le molecole di quei composti che hanno un potenziale di ionizzazione inferiore a tale valore; d'altronde l'apparecchio non distingue un composto dall'altro, ma ne misura solo la concentrazione in aria, sommandone le quantità se i composti sono molteplici, per cui l'individuazione dello specifico composto è demandata anche ad altri indicatori, quali fialette o striscette colorimetriche, effetti sullo stato fisico degli individui venuti a contatto dell'inquinante, strumentazioni maggiormente sofisticate come i gas cromatografi da campo, ad esempio. La calibrazione dello strumento fissa solitamente due valori: lo zero assoluto ed un valore noto di una sostanza ben precisa, in genere l'*isobutilene* in concentrazione nota, conservato nell'apposita bombola di calibrazione.

Tutte le altre letture, attraverso una semplice interpolazione lineare, sono di conseguenza rilevabili, collegando il valore fisico della microcorrente

Fig.1: visuale esplosa del PID, flacone di alcool metilico ed un tampone



Utilizzo del fotoionizzatore



effettivamente misurata alla concentrazione realmente presente dell'inquinante. In effetti il fotoionizzatore non viene, solitamente, utilizzato per rilevare la presenza di isobutilene in aria, ma ben altro, per cui risulta necessario, al fine di conoscere l'effettiva concentrazione di una sostanza diversa dall'isobutilene, moltiplicare il valore letto dallo strumento per il fattore di correzione (CF) caratteristico della sostanza rilevata, che, come si è detto, dovrà essere individuata per altre vie, tenendo, altresì, presente che valori del fattore di correzione inferiori a 10 indicano una buona sensibilità dello strumento a quella determinata sostanza, mentre valori superiori a 10 indicano che il fotoionizzatore, in quel caso, potrà fornire solo informazioni grossolane. La casa produttrice acclude allo strumento le tabelle ove sono indicate le sostanze rilevabili, i relativi fattori di correzione e i relativi valori caratteristici più importanti.

L'uso del PID (photo ionization detector) non altera la concentrazione della sostanza in aria, in quanto solo una parte per cento circa delle molecole

viene effettivamente ionizzata dallo strumento, il resto fuoriesce dall'apposito foro non ionizzata.

Cosa si può rilevare con lo strumento. Un fotoionizzatore con lampada a raggi UV da 10.6 eV è adatto a rilevare i VOC (volatili organic compound), i composti organici volatili, ovvero quei composti caratterizzati dalla presenza di atomi di carbonio e da una tensione di vapore non estremamente bassa. Eccezione a questa regola fanno l'ammoniaca, l'ossido di azoto, l'idrazina, il bromo e lo iodio, l'arsina e la fosfina, sostanze che pur non appartenendo alla famiglia dei VOC hanno un potenziale di ionizzazione inferiore a 10.6 eV. Alla famiglia dei VOC appartengono moltissimi composti tra i quali si distinguono gli *idrocarburi aromatici* (benzene, etilbenzene, toluene, cilene, composti dotati di anello esagonale benzenico, fatto che li distingue dagli idrocarburi alifatici a struttura lineare – l'anello aromatico privato di un atomo d'idrogeno si definisce gruppo arilico), gli *idrocarburi alifatici saturi* (come il butano e l'ottano, composti binari conte-

Utilizzo del fotoionizzatore



nenti solo legami C-C semplici), gli *idrocarburi alifatici insaturi* (come butadiene e isobutilene, composti binari contenenti almeno un legame multiplo C=C o C≡C), i *chetoni* (come acetone o metiltilchetone, composti in cui un atomo di carbonio oltre ad essere legato doppiamente con l'ossigeno ha gli altri due legami liberi agganciati ad altrettanti gruppi alchilici e/o arilici), le *aldeidi* (come l'acetaldeide, composti in cui è presente il gruppo alchilico o arilico che si lega al gruppo aldeidico costituito da un atomo di carbonio legato doppiamente all'ossigeno ed avente un legame con l'idrogeno ed uno libero – quello cui si aggancia il gruppo alchilico o arilico), le *ammine* (composti ove uno o più atomi d'idrogeno dell'ammoniaca sono sostituiti da gruppi alchilici o arilici, es. dietilammina) e le *ammidi* (composti ove un atomo di carbonio oltre a legarsi con un gruppo alchilico o arilico e con doppio legame all'ossigeno, ha un legame con il gruppo ammidico-NH₂), *composti dello zolfo* (come i mercaptani o i solfuri organici, comunque derivati dall'acido solfidrico i cui atomi di idrogeno sono sostituiti rispettivamente da uno

o due gruppi alchilici), gli *alcoli* (derivati dagli idrocarburi e costituiti dal gruppo alchilico – idrocarburo binario privato di un atomo d'idrogeno – unito al gruppo ossidrilico-OH, come ad es. l'isopropanolo e l'etanolo). Con il fotoionizzatore sono inoltre rilevabili molti di quei composti organici utilizzati sovente come armi chimiche (di caratteristiche molecolari assai simili ai pesticidi) come i *nervini* (sarin, soman, tabun, VX) ed i *vescicanti* (iprite, lewisite). Al contrario un fotoionizzatore con lampada da 10.6 eV non riesce a rilevare il fosgene (che abbisognerebbe di una lampada da 11.7 eV), i tossici comuni (monossido di carbonio, anidride solforosa, acido cianidrico), i gas naturali (metano, etano), i componenti principali dell'aria (ossigeno, azoto, anidride carbonica, vapore acqueo), i freons, l'ozono, i PCB (PoliCloroBifenoli) ed i grassi (questi ultimi due sono praticamente non volatili e quindi i loro vapori non si mescolano con l'aria). Anche se non se ne è fatto cenno, si rammenta che il fotoionizzatore in questione non è idoneo in campo radiometrico. Esistono poi alcune sostanze molto reattive, quali l'idrazina, il salicilato di metile, il fenolo, il dimetil metilfosfonato che sono facilmente assorbite dal filtro e dalla tubazione di aspirazione dello strumento, per cui la lettura che si ricava rilevando gli stessi risulta assai inferiore a quella reale: in questo caso lo strumento andrebbe privato del tubo di aspirazione e del filtro, anche quello metallico, e ricalibrato.

Premesso quanto sopra è importante che l'operatore addetto all'uso del PID sappia che i VOC sono presenti in molti prodotti normalmente utilizzati in casa (insetticidi, pesticidi, cosmetici, colle, prodotti per la pulizia, detersivi, decapanti, smacchiatori, diluenti, acqua ragia, pitture, prodotti per stampanti e fotocopiatrici, adesivi, prodotti per sviluppo fotografico, fumo di tabacco e persino materiali da costruzione, mobili ed arredi, senza tener conto delle emissioni industriali e dei veicoli) e, quindi, è sostanzialmente impossibile che lo strumento, sensibilissimo, una volta acceso, dia lettura pari allo "0", per cui risulterebbe appropriato, attraverso la funzione del "cancel background", annullare il fondo ambientale in zona sicura, prima di iniziare le operazioni di misura vere e proprie, in quanto se è vero che avvicinandosi all'epicentro del fenomeno dispersivo della sostanza di cui si sospetta la presenza, lo strumento comincerà a rilevare concentrazioni più significative (si passerà dai ppm-parti per milioni - ai ppb-parti per miliardo) è altrettanto vero che alcune sostanze estremamente tossiche (quali i nervini, ad esempio) sono caratterizzate da valori di TLV-TWA (riferimento di sicurezza per l'operatore VVF) ridottissimi, dell'ordine di pochi

Utilizzo del fotoionizzatore

ppb (parti per miliardo), per cui lo strumento diventerebbe praticamente inidoneo a fissare, se utilizzato da solo e senza tener conto dell'esperienza professionale, i limiti dell'area di sicuro pericolo.

La calibrazione di ZERO. Un fotoionizzatore ad alta sensibilità è in grado di rilevare finanche le tracce dei VOC normalmente presenti nell'aria ambiente, per cui la calibrazione dello "zero" diventa oltremodo delicata, almeno rispetto alla calibrazione di strumenti meno precisi.

La calibrazione di "zero" necessita di aria ad elevata purezza che tecnicamente consiste in una miscela di azoto (79%) e di ossigeno (21%) con un tenore di VOC non superiore a 10 ppb!!! In realtà, in luogo dell'aria "ultrazero" in bombola è preferibile utilizzare un fiala in vetro monouso a carboni attivi da installarsi in testa allo strumento dimodochè l'aria ambiente possa essere aspirata e depurata dai VOC: durante questa operazione lo strumento va settato, premendo i tasti necessari, sul modo "calibrazione di zero?".

La fiala monouso è preferibile ad altre possibilità sia perché è utilizzabile anche in campo, sia perché non necessita di riduttori di pressione dedicati e di tubazioni supplementari, che sarebbero necessari in caso di calibrazione con bombola di aria "ultrazero"; inoltre la fiala monouso, a dispetto dei filtri multiuso, garantisce la perfetta ripetibilità della calibrazione, cosa che un filtro utilizzato più di una volta non riesce a garantire, potendo i VOC essere assorbiti dalla plastica costituente il corpo del filtro e rilasciati dopo un aumento di temperatura, senza considerare la contaminazione dei carboni attivi a causa del contatto tra gli stessi e l'aria ambiente.

La calibrazione di SPAN. Lo SPAN (misura), cioè il secondo punto della retta ideale di misura dipendente dalla microcorrente provocata dalla ionizzazione, una volta fissato lo zero, deve essere fissato rispetto ad una concentrazione di VOC nota di isobutilene. Un campione di tale concentrazione, volendo evitare un collegamento diretto della bombola allo strumento, può essere trattenuto da un sacchetto in Tedlar fornito come accessorio allo strumento e poi fatto aspirare all'apparecchio, mentre sul monitor è stato settato il modo "calibrazione di span?".

L'operazione dura una trentina di secondi. Il tubicino che sarà utilizzato per collegare il sacchetto all'apparecchio deve essere in teflon o rivestito in teflon e non in tygon, in quanto quest'ultimo materiale tende ad assorbire i VOC ed a rilasciarli

in caso di aumento di temperatura, falsando la calibrazione. Più fotoionizzatori, identicamente calibrati come sopra, riportano, in genere, differenze di rilevazione del 10% al massimo. Si conclude, rammentando che i kit di calibrazione di "zero", di "span" e di campionamento a distanza (utile se si vuol "catturare" un campione di aria inquinata per poi riportarla ad un laboratorio attrezzato) non vanno mai utilizzati promiscuamente.

La manutenzione ordinaria. La manutenzione non deve essere necessariamente frequente, in quanto l'apparecchio è particolarmente delicato. Essa diviene indispensabile nel caso in cui dopo la calibrazione di "zero" lo strumento rilevasse una presenza significativa di VOC, oppure quando l'umidità avesse reso lo strumento non utilizzabile, specialmente se a causa di ingresso di liquido (a tal fine si ricorda la necessità di inserire sempre il filtro a trappola in testa allo strumento) oppure se lo strumento dovesse reagire sul display ad una normale movimentazione.

I punti sensibili sono costituiti dalla lampada e dal sensore che vanno puliti con metanolo puro (alcool metilico).

Il sensore va immerso in una soluzione dell'alcool e lavato con un pulitore ultrasonico per quindici minuti, mentre la finestra della lampada va pulita con la massima delicatezza a movimenti concentrici con un tampone imbevuto dello stesso alcool senza toccarla mai con le dita. Il tutto deve asciugare durante la notte oppure, più rapidamente, è possibile usare un phon a bassa temperatura.

Anche la sonda di campionamento, il filtro sinterizzato in acciaio inox e gli altri accessori vanno puliti allo stesso modo.

Sia la lampada che il filtro metallico vanno sostituiti quando, nonostante le ripetute calibrazioni, l'apparecchio non soddisfa le specifiche richieste.

La batteria va sostituita su indicazione lampeggiante del display e, comunque, le batterie vanno ricaricate dopo ogni utilizzo. Il tempo di carica è di dieci ore così come è di dieci ore il funzionamento in continuo; è necessario dunque avere due batterie, di cui almeno una sempre carica.

Anche la pompa di aspirazione, con il tempo, può danneggiarsi, assorbendo inoltre molta energia ed aspirando male: in tal caso è possibile asportarla dallo strumento e misurarne l'efficienza con un misuratore di flusso (la portata non deve scendere al di sotto di 400 cc/min).