



© Airprotech Srl

Foto d'apertura: Impianto roto-concentratore + RTO.



INNOVATIONS: PRESENT&FUTURE

# Controllo delle emissioni di inquinanti nei processi di verniciatura industriale

Ruggero Baldi

Airprotech Srl - Magenta, Italia ✉ [rbaldi@airprotech.eu](mailto:rbaldi@airprotech.eu)

Esistono vari tipi di sostanze nocive che possono essere immesse nell'ambiente dai processi di verniciatura e di protezione superficiale: sostanze e particelle solide, come le polveri di vernice, sostanze cristallizzate, sostanze volatili allo stato gassoso (SOV),

solventi, additivi chimici e altri ancora, a seconda dello specifico e differente tipo di processo.

Le sostanze allo stato solido, come le particelle e le polveri, possono provocare danni anche importanti e a breve termine a livello bronchiale e polmonare; le sostanze organiche volatili

possono portare conseguenze ancora più gravi, con elevata incidenza su malattie cardiovascolari e tumori.

L'obiettivo principale dei sistemi di ventilazione e abbattimento degli inquinanti per gli impianti di verniciatura industriale e di protezione

superficiale è quello di garantire la salubrità degli ambienti e delle aree di lavoro, per far sì che gli operatori presenti sia in modo permanente sia saltuario presso impianti e macchinari, possano trovare condizioni di lavoro che garantiscano loro l'adeguato livello di sicurezza e salubrità, in ottemperanza alle norme vigenti sui limiti di concentrazione ammessi.

### Ventilazione ambientale ed aspirazione dei fumi

Gli impianti di ventilazione ed aspirazione dei fumi sono generalmente composti da un sistema di cappe aspiranti che raccolgono i fumi e le sostanze che fuoriescono dai processi e li convogliano all'esterno dell'ambiente di lavoro, in modo da garantire l'adeguata ventilazione delle diverse aree: lo scopo è quello di aspirare le particelle o sostanze volatili ed impedire che si diffondano all'interno dello stabilimento, con conseguenze dannose, prima di tutto, sugli operatori e, poi, sulle apparecchiature circostanti.

La definizione e il dimensionamento del sistema di aspirazione e ventilazione prevede innanzitutto l'individuazione dei punti e delle aree dove sono generati ed emessi gli inquinanti e le polveri, l'analisi delle sostanze inquinanti e della loro concentrazione. Successivamente si definiscono e dimensionano le cappe o moduli aspiranti, in modo da garantire l'aspirazione delle sostanze senza interferire ed impattare sui processi produttivi. In seguito, viene studiato il complesso sistema di canali e tubazioni che trasferiscono le particelle o sostanze inquinanti all'esterno dell'ambiente di lavoro: si prendono in considerazione vari parametri quali la pressione statica nei punti di aspirazione, la velocità dei gas all'interno dei canali e le perdite di pressione generate durante il tragitto fino al punto di rilascio finale dei gas. Inoltre, sono spesso installati sui canali sistemi e valvole di parzializzazione per permettere una regolazione indipendente dei volumi aspirati da ogni canale e poter così bilanciare l'impianto, garantendo un'adeguata aspirazione in corrispondenza di ogni punto.

### Controllo delle emissioni ed abbattimento degli inquinanti

Una volta risolto il primo livello dell'intervento con la definizione e installazione di un adeguato sistema di ventilazione ed aspirazione dei fumi e degli effluenti gassosi che sono prodotti dai processi di verniciatura e di protezione superficiale, si passa alla seconda e non meno importante parte dell'impianto di controllo delle



**Figura 1: Impianto di filtrazione ad umido tipo scrubbers Venturi.**

emissioni, che prevede un adeguato sistema di abbattimento delle sostanze inquinanti aspirate e convogliate fuori dall'area di lavoro. Come già affermato, esistono normative di riferimento che stabiliscono i limiti per l'emissione di sostanze inquinanti nell'ambiente. Tali limiti sono stabiliti in funzione degli specifici processi e inquinanti coinvolti. Esistono molteplici soluzioni tecniche e impiantistiche studiate per le differenti esigenze dei processi produttivi e di verniciatura, tutte accomunate dall'obiettivo finale di ridurre al minimo la quantità di inquinanti che vengono immessi in atmosfera tramite il camino finale. Le soluzioni tecniche si differenziano in base degli specifici inquinanti da trattare, cioè le particelle solide o le sostanze allo stato gassoso, come

le sostanze organiche volatili SOV oppure, in alternativa, le sostanze inorganiche volatili SIV. In casi specifici si possono avere anche soluzioni integrate, dove vengono impiegate in successione più tecnologie per poter far fronte alla varietà di casi possibili ed intercettare tutti gli inquinanti, anche di natura diversa.

L'impianto di abbattimento delle sostanze inquinanti deve tenere conto sia delle esigenze tecniche sia dei costi relativi all'impianto, compresi i costi di investimento e quelli operativi.

### Impianti di verniciatura a polvere

Nel caso degli impianti di verniciatura a polvere, il sistema di ventilazione dovrà aspirare la maggior quantità possibile della vernice in eccesso che non si deposita sui prodotti finiti. Questo tipo di impianti è solitamente costituito da un primo stadio che prevede una pre-filtrazione con dei pannelli filtranti a perdere: le caratteristiche del sistema, quali materiale e permeabilità, sono selezionati in funzione dello specifico tipo di polvere e di concentrazione presente nei fumi.

Nelle applicazioni dove la vernice in eccesso aspirata dal sistema di ventilazione si presenta come secca, il sistema di filtrazione finale è generalmente composto da un filtro a tessuto del tipo a cartucce oppure a

maniche filtranti. In alcuni casi, il filtro a tessuto viene abbinato anche a sistemi a ciclone per la pre-separazione.

I filtri sia a cartucce sia a maniche filtranti sono spesso completati da un sistema di pulizia automatico degli elementi filtranti, in modo da aumentare la durata degli stessi.

Nel caso in cui la tipologia delle vernici impiegate determini l'aspirazione da parte del sistema di ventilazione di una polvere appiccicosa, i filtri a tessuto non possono essere impiegati, dal momento che la polvere fine di vernice si attaccherebbe in maniera irreversibile alla superficie degli elementi filtranti, rendendo il sistema inservibile in poco tempo. Per tali applicazioni si installano sistemi di filtrazione ad umido come gli *scrubbers* Venturi (**fig. 1**).



Figura 2: Sistema a carboni attivi.

concentratore costituito da un rotore a zeolite ed espulsa in atmosfera, mentre a valle del concentratore la quantità di SOV è integrata in un flusso d'aria fino a 20 volte inferiore a quello iniziale. Il flusso ad alta concentrazione in uscita dal rotore è alimentato dall'unità di combustione, dove viene completamente depurato dal solvente.

Nel caso di concentrazione degli inquinanti superiore a 1000 mg/Nm<sup>3</sup>, è possibile installare un ossidatore termico rigenerativo RTO che può operare fino alla condizione ottimale di auto-termia, permettendo consumi minimi del gas di supporto impiegato esclusivamente nelle operazioni di *startup* e riscaldamento (fig. 3).

Gli impianti termici rigenerativi RTO sono specificamente progettati per eliminare gli inquinanti dal gas di processo attraverso l'ossidazione termica ad alta temperatura; l'energia chimica contenuta negli inquinanti è trasformata in energia termica per sostenere la combustione stessa.

Con questo sistema è possibile recuperare fino al 96% del calore prodotto dalla reazione di combustione di SOV e del combustibile di supporto, riducendo drasticamente i costi di gestione dell'impianto.

### Impianti per l'anodizzazione dell'alluminio

Gli impianti per l'anodizzazione di prodotti in alluminio sono composti da vasche con differenti prodotti chimici, che, abbinati alle tinte e al processo elettrostatico, completano il processo di finitura superficiale.

In questo speciale processo si sprigionano nell'ambiente vapori e fumi carichi di sostanze inorganiche volatili SIV che devono essere aspirate e trattate mediante torri di lavaggio con eventuale impiego di sostanze chimiche reagenti.

Le torri di lavaggio sono utilizzate per la rimozione di sostanze organiche SOV e inorganiche SIV volatili che sono solubili in acqua o in soluzione acquosa con opportuni reagenti chimici, che agiscono trasferendo uno o più componenti di una miscela gassosa dalla fase di gas a quella liquida.

Il dimensionamento dell'impianto e la scelta del reagente chimico dipendono dalla composizione chimica, dalla concentrazione e dalla solubilità degli inquinanti da abbattere. ○



Figura 3: Ossidatore termico rigenerativo RTO.

Gli impianti di filtrazione ad umido tipo *scrubbers* Venturi sono utilizzati per rimuovere le particelle solide dai flussi gassosi attraverso l'interazione con l'acqua. La scelta e il dimensionamento del sistema dipendono dalle caratteristiche della polvere e delle particelle da trattare: quantità e concentrazione, granulometria e densità, composizione e bagnabilità.

### Impianti di verniciatura a liquido

Per quanto riguarda gli impianti di verniciatura a liquido, il sistema di aspirazione dovrà evacuare la maggior quantità possibile dei vapori e delle sostanze allo stato gassoso che si generano nell'impianto di verniciatura. Anche per questo tipo di impianti si possono impiegare dei pannelli filtranti a perdere come pre-filtrazione, in modo da intercettare le eventuali particelle solide e le polveri presenti nei fumi.

Gli inquinanti tipici generati dai processi di verniciatura a liquido sono le sostanze organiche volatili SOV e, in genere, i solventi contenuti nelle vernici che necessitano dei sistemi di abbattimento tramite adsorbimento, pre-concentrazione e ossidazione termica.

Nel caso di correnti con una concentrazione di inquinanti bassa (inferiore a 300 mg/Nm<sup>3</sup>), la soluzione più semplice e comunemente impiegata è l'adsorbimento degli inquinanti tramite l'impiego di carboni attivi "a perdere" (fig. 2). Tali impianti prevedono l'utilizzo di carboni attivi di diversa tipologia come adsorbenti per la rimozione degli inquinanti. La rimozione avviene attraverso fenomeni di adsorbimento basati su interazioni superficiali tra contaminante e superficie del carbone attivo.

Gli effluenti gassosi attraversano il letto di carboni attivi e gli inquinanti sono adsorbiti sulla superficie del materiale saturando il letto di carboni attivi, mentre il gas pulito viene poi immesso in atmosfera. I carboni si caricano progressivamente delle sostanze volatili organiche e devono essere sostituiti periodicamente.

Quando la concentrazione di inquinanti aumenta fino a 1000 mg/Nm<sup>3</sup>, la soluzione più idonea prevede l'installazione di un roto-concentratore ad elementi di zeolite abbinato ad un ossidatore termico rigenerativo RTO (rif. foto d'apertura).

L'aria da trattare nel roto-concentratore, contenente una medio-bassa concentrazione di sostanze organiche volatili SOV, è depurata nel