

TIPOLOGIE DI LAMPADE

Le lampade a vapori di mercurio sono sicuramente le sorgenti di radiazione UV più utilizzate nella disinfezione delle acque destinate al consumo umano in quanto offrono una serie di vantaggi rispetto alle altre tipologie:

- l'energia elettromagnetica generata dalle lampade a fluorescenza cade nell'intervallo germicida;
- i vapori di mercurio a bassa pressione e temperatura emettono, con elevata efficienza (circa il 30%), lunghezza d'onda di 253,7 nm in grado di interagire con il DNA e la replicazione cellulare dei microrganismi
- i vapori di mercurio a media pressione e temperatura emettono uno spettro policromatico ad alta intensità. Tali lampade vengono generalmente utilizzate per il trattamento di grosse portate d'acqua o per impieghi particolari, essendo alcune delle lunghezze d'onda che cadono nella banda UV-A e UV-B efficaci anche dal punto di vista fotochimico;

La luce violetta visibile che si vede fa parte della piccola percentuale emessa dalle lampade germicide a vapori di mercurio, si tratta di una radiazione che nulla a che vedere con quella germicida. La luce UV è invisibile all'occhio umano.

Lampade a vapori di mercurio a bassa pressione

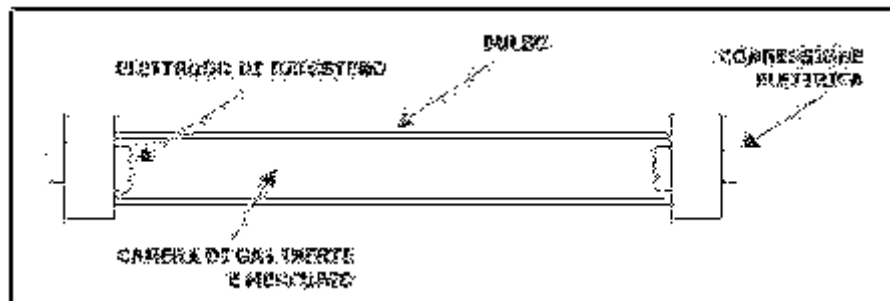
Le lampade a bassa pressione vengono prodotte e commercializzate con un ampio ventaglio di modelli i quali possono differire per:

- pressione del gas contenuto (bassa);
- tipo di catodo (caldo o freddo);
- modalità di accensione (avviamento istantaneo o con sistema di preriscaldamento);
- dimensioni d'ingombro e forma;
- potenza emessa/assorbita;

- tipologia delle connessioni elettriche (quadripin, bipin, monopin);
- grado di purezza del quarzo che costituisce la lampada stessa.

In particolare le lampade a bassa pressione sono caratterizzate da:

- emissione quasi monocromatica (circa il 90% della potenza irradiata è a 253,7 nm mentre la rimanente parte è distribuita tra UV-B, UV-A e violetto visibile);
- elevata efficienza (circa il 30% della potenza assorbita è convertita in luce UV-C);
- lento degrado (dopo circa 8-9.000 ore si ha ancora una resa dell'80-85%);
- una bassa temperatura di funzionamento (circa 40÷60 °C), il che le rende peraltro più influenzabili, in termini di resa, dalla temperatura ambiente in cui operano (con l'acqua molto fredda diminuisce l'efficienza);
- bassa pressione del gas contenuto all'interno (0,1÷10 Pa¹).



Mentre il quarzo con cui sono costituite le guaine protettive è generalmente purissimo (> 99,99% SiO₂), quello delle lampade viene normalmente drogato con ossido di titanio poiché questa sostanza ha la capacità di filtrare la piccola percentuale di radiazione a 185 nm che viene emessa naturalmente dalle lampade a bassa pressione. Tale lunghezza d'onda è in grado di produrre ozono e radicali liberi, caratteristica non richiesta nei trattamenti convenzionali di potabilizzazione.

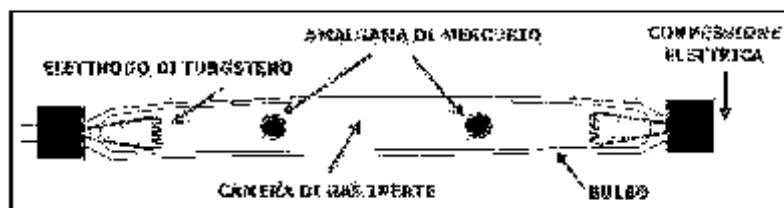
¹ 1 Pa (Pascal) = 10⁻⁵ (1 centomillesimo) bar

Tra le lampade a bassa pressione esistono i modelli ad alta emissione di energia, denominati LPHO (*Low Pressure High Output*) che, rispetto ai modelli “tradizionali”, hanno una maggiore emissione UV; tali prestazioni sono dovute essenzialmente alla particolare conformazione con cui gli elettrodi vengono costruiti, che li rende più resistenti ed idonei ad operare a temperature sensibilmente più elevate.

Lampade a vapori di mercurio a bassa pressione ad amalgama

Si tratta di particolari lampade a vapori di mercurio, a bassa pressione perché ne presentano tutte le caratteristiche, ma con prestazioni decisamente più elevate. Le lampade ad amalgama sono così chiamate perché il mercurio viene amalgamato con alogenuro di indio, questo drogaggio ha lo scopo di innalzare il punto di vaporizzazione del mercurio, che avviene attorno ai 90 °C, a differenza della classica soglia dei 40 °C caratteristica delle normali lampade a bassa pressione; ciò consente di avere uno spettro di emissione qualitativamente identico (monocromatico) ma dal punto di vista quantitativo molto più intenso.

Le lampade ad amalgama sono dotate anche di una particolare protezione degli elettrodi che risultano meno vulnerabili all’usura e permettono di ottenere periodi di vita più lunghi; con tali lampade si raggiungono le 12.000-14.000 ore di funzionamento con una perdita di efficienza di non oltre il 10%.

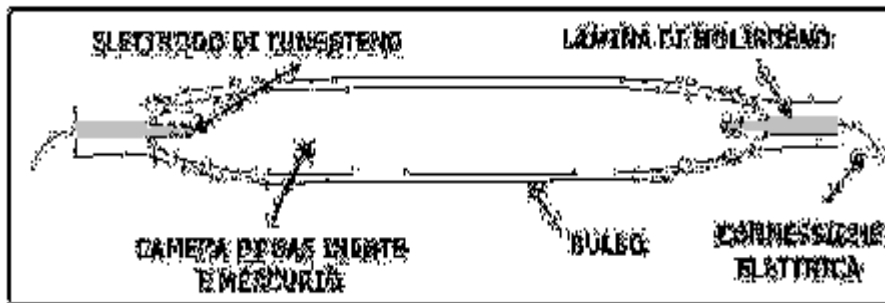


Ai fini della disinfezione la tecnologia ad amalgama può essere considerata una valida alternativa alle lampade a media pressione, visto che presentano potenze UV-C simili pur conservando i vantaggi delle lampade a bassa pressione.

Lampade a vapori di mercurio a media pressione

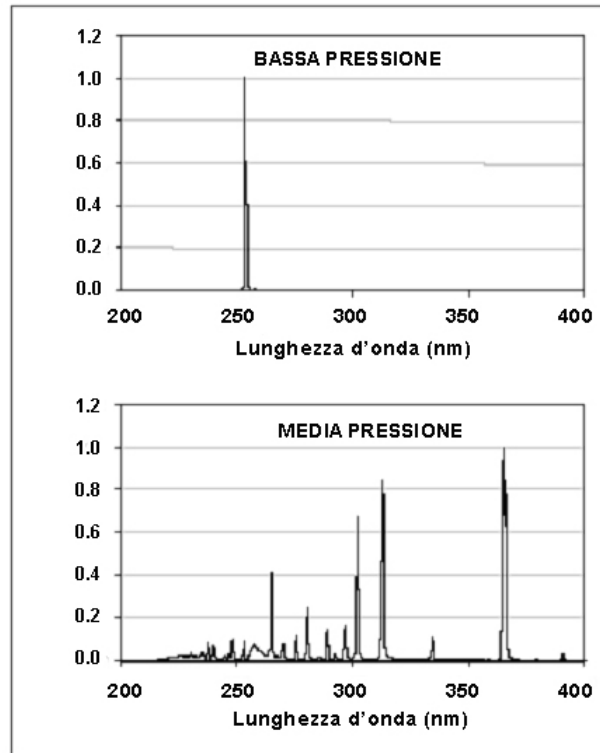
Le lampade a media pressione, diversamente da quelle a bassa pressione, sono caratterizzate da:

- spettro di emissione multifrequenza;
- elevate potenze di assorbimento;
- vita utile minore (efficienza che scende a circa 70% dopo 4.000 ore);
- elevata temperatura di lavoro (600÷900 °C), che le rende insensibili alla temperatura dell'acqua da trattare;
- elevate pressioni del gas contenuto all'interno (50÷300 kPa);
- efficienza relativamente bassa (il 30% circa della potenza assorbita viene trasformata in luce UV suddivisa in UV-C ($\leq 15\%$), UV-B ed UV-A);



Gli elevati valori di pressione e temperatura stimolano maggiormente gli elettroni degli atomi di mercurio i quali, passando dagli stati energetici più elevati a quelli più bassi, emettono fotoni di varia energia dando origine al caratteristico spettro multifrequenza.

Le lampade a media pressione trovano impiego nella disinfezione di grosse portate di acque, di scarico e primarie, le quali richiederebbero l'applicazione di un numero sconsigliatamente elevato di lampade a bassa pressione. L'applicazione di questa tipologia di lampade avviene anche nei casi in cui, oltre al potere germicida, hanno rilevanza gli effetti fotochimici (per esempio nella demolizione delle cloro ammine presenti in elevate concentrazioni nell'acqua delle piscine)



Confronto tra uno spettro di emesso da una lampada a vapori di mercurio a bassa e a media pressione

Altre sorgenti artificiali di radiazione ultravioletta sono le lampade LED, le lampade allo xenon (o a pulsazione) e le lampade ad eccimeri. Tali lampade trovano impieghi diversi e solo parzialmente vengono usate nel trattamento delle acque destinate al consumo umano.