

LIGHT TUBE

Molti elementi di un impianto idrico e di condizionamento di edifici residenziali, uffici, alberghi, pensioni, ospedali, scuole e centri sportivi, presentano punti critici per la presenza di potenziali serbatoi di microrganismi che, in condizioni ambientali favorevoli (temperatura, acqua ristagnante, incrostazioni, ecc.) possono proliferare, ovvero permanere stabilmente, anche a valori elevati di carica e per lunghi periodi. Ad es., nel caso di un ospedale, fra i punti di rischio ci sono: cisterne di accumulo (impianti anti-incendio), depositi di acqua calda, scambiatori di calore, docce, rubinetti, filtri per l'acqua, addolcitori, ecc. Fra le modalità di trasmissione di infezioni dovute a carica batterica nell'acqua, sempre nell'es. sanitario, ci sono: contatto diretto, bere acqua contaminata (da cubetti di ghiaccio), contatto indiretto (con strumenti medici precedentemente lavati), inalazione (da aerosol dispersi a partire da sostanze miscelate con acqua). Molti sono anche i pazienti/degenti a rischio di reparti ospedalieri: unità di terapia intensiva (anche neonatale), persone sottoposte a trapianti, ricoverati per ustioni, pazienti affetti da neoplasie maligne o da fibrosi cistica, soggetti sottoposti a dialisi. A parte le gravi conseguenze che si potrebbero determinare in caso di contaminazione dell'acqua, c'è dunque l'urgenza di effettuare uno stretto controllo anche sul rischio residuo che ciò possa accadere. Il dispositivo oggetto del brevetto è però un dispositivo semplice e di facile utilizzo: il programma di valorizzazione finanziato da Invitalia ha inteso verificare l'applicabilità del dispositivo in punti specifici di un sistema impiantistico idrico, per prefigurarne un suo utilizzo in interventi diretti di progettazione e/o di ristrutturazione. Per questo, sono state inizialmente definite le condizioni sperimentali da ottenere in laboratorio a mezzo di un dimostratore tecnologico con il quale eseguire i test per verificare l'efficacia del dispositivo, detto LIGHT TUBE, sia nel generare la radiazione luminosa, con la potenza necessaria ad ottenere la voluta azione germicida, sia nel garantire che la luce raggiunga il microrganismo patogeno scelto come target.

E' stato allestito un sistema comprendente una serie di led UV di ultima generazione con potenza di emissione totale superiore ai 30W che irradiano un tubo di quarzo nel quale viene fatto scorrere per mezzo di una pompa volumetrica il fluido da sterilizzare. Un sistema di alimentazione a corrente regolabile permette di modulare la potenza ottica e di valutare l'azione antibatterica del sistema in maniera flessibile. Il sistema di comando provvede anche alla regolazione della velocità della pompa e all'acquisizione del valore dell'intensità della luce UV nella camera di sterilizzazione. I Led UV presentano il vantaggio di richiedere basse energie per il loro funzionamento. Non viene impiegato il tossico mercurio né quantità di gas elevate durante la operatività. Hanno un ciclo di vita estremamente lungo (50.000 – 100.000 ore) e lavorano a temperatura ambiente. Ciò li rende adatti a lavorare in ambienti "estremi". Recentemente sono stati realizzati "multi-chip" che si basano su alcuni modelli già affidabili, ma di cui si richiedeva una potenza leggermente superiore. E' il caso del chip quadruplo impiegato in questo progetto, l'LZ4-04UV00 della Led Engine, che consente in uno spazio limitato di avere una notevole potenza di irradiazione. La meccanica di supporto dei led consiste in due angolari a "L" in alluminio che collegate fra loro realizzano una struttura apribile che avvolge il tubo di quarzo dove scorre l'acqua. La struttura ospita 10 Led UV e un fotodiodo UV come sensore. Per chiudere completamente la struttura alle due estremità, sono stati realizzati due estremità forate. Nella figura seguente è visibile il dimostratore Light Tube completo (due angolari e due estremità). Dalla figura assemblata, è possibile notare i fori per il fissaggio dei LED UV e la finestra circolare per il fotodiodo UV. L'alluminio oltre che funzionare da sostegno strutturale, consente anche di dissipare il calore generato dai chip dei LED UV. Il tubo di quarzo attraversa tutta la camera (lunghezza 160 mm) e fuoriesce per il collegamento al circuito idraulico. E' stato scelto il quarzo per il suo esiguo assorbimento di UV.

Il dimostratore Light Tube in tale configurazione è utilizzabile come un filtro passante per fluidi, dove la sua azione viene manifestata "in tempo reale", senza necessità di stoccaggio o tempi di attesa. Inserito a esempio, fra il circuito di arrivo dell'acqua e quello della sua utilizzazione, con una sola circolazione potrebbe ridurre la carica batterica al desiderato valore. In fase di taratura e ottimizzazione si può decidere di ripetere i passaggi del fluido più volte, misurando ogni volta la riduzione di carica batterica ottenuta, la circolazione del flusso permette di stabilire la potenza di emissione in base alla frequenza di circolo del fluido. Esempio: se la desiderata riduzione batterica

avviene in x circolazioni a una potenza y , se vogliamo che la riduzione avvenga in una sola circolazione, si incrementa la potenza y di x volte, e/o secondo il modello target, svolgendo poi le relative misurazioni di prova. La quantità di luce UV letta dal sensore UV (fotodiode BPW21) è visualizzata su un indicatore digitale. In fase di taratura e ottimizzazione, i passaggi del fluido ripetuti sono effettuati impiegando una pompa volumetrica che consente la circolazione di un fluido (acqua pura) da un beaker da 250 cc in cui sono aggiunti batteri in quantità nota. La pompa ha portata variabile regolata con un potenziometro multigiri. Tutto l'apparato è collocato su un supporto 400 x 200 mm e l'elettronica in un apposito box. Alimentazione da rete (potenza erogata ai led massimo 120 W).



Il prototipo è stato anche testato nei laboratori del Dipartimento di Biologia dell'Università di Napoli. Negli stessi laboratori, a latere della sperimentazione relativa ad un dispositivo dedicato per l'acqua, sono stati effettuati dei saggi su filtri utilizzati negli impianti di condizionamento, specificamente contaminati con quantità note di *Escherichia coli*. I filtri sono stati direttamente esposti agli UV (con potenze elevate, in condizioni statiche) con cicli di minuti definiti. Con un numero molto basso di cicli la carica batterica si azzerava, il che rappresenta un risultato estremamente interessante con potenzialità applicative molto rilevanti. Si intende proseguire questa collaborazione scientifica con altri ceppi batterici, in particolare *Pseudomonas* (classico contaminante ambientale) e *Legionella* (noto contaminante dei condizionatori).