

WHITE PAPER

Scegliere la tecnologia di decontaminazione: perossido d'idrogeno aerosolizzato vs. perossido d'idrogeno vaporizzato

Differenza tra perossido d'idrogeno aerosolizzato (o nebulizzato) e perossido d'idrogeno vaporizzato (VHP) e perché quest'ultimo è più indicato per applicazioni critiche.

Il perossido d'idrogeno è un disinfettante e sterilizzante ad ampio spettro utilizzato in una vasta gamma di applicazioni, sia in ambito sanitario che nel settore Life Sciences. Il VHP è ormai una tecnologia consolidata per la sterilizzazione e la decontaminazione nel settore Life Sciences. Il recente interesse per la "nebulizzazione" con la tecnologia del perossido d'idrogeno aerosolizzato ha sollevato interrogativi sulle analogie e le differenze tra queste due distinte modalità di applicazione.

Questo white paper valuta gli aspetti tecnici del perossido d'idrogeno aerosolizzato rispetto alla tecnologia VHP e ne confronta le prestazioni in base a criteri chiave, evidenziando numerosi vantaggi nell'uso del VHP.

Perossido d'idrogeno aerosolizzato vs. perossido d'idrogeno vaporizzato

Il perossido d'idrogeno può essere applicato mediante aerosol o vapore. Il perossido d'idrogeno aerosolizzato è anche detto atomizzato, ionizzato o nebulizzato. Il meccanismo d'azione di queste tecnologie aerosolizzate consiste nel far passare una soluzione acquosa attraverso un ugello specifico, un dispositivo a ultrasuoni o simili, per generare goccioline sospese nell'aria. Le goccioline sono relativamente grandi e formano una nube visibile, simile a una nebbia densa. L'uso di perossido d'idrogeno aerosolizzato è talvolta definito "nebulizzazione".

Il perossido d'idrogeno vaporizzato (VHP) si differenzia dalla tecnologia aerosol poiché il processo di vaporizzazione riscalda rapidamente e fa evaporare quantità precise di perossido d'idrogeno acquoso in forma gassosa, controllando simultaneamente il flusso d'aria, l'umidità e la temperatura all'interno di un ambiente chiuso. Il perossido d'idrogeno in forma di vapore è molecolare e ha dimensioni simili a quelle del vapore acqueo presente nell'aria. Come il vapore acqueo, il VHP non è visibile, ma può essere misurato tramite sensori, come avviene per il rilevamento del vapore acqueo sotto forma di umidità relativa, permettendo così di confermarne la presenza nell'area interessata.

Le grandi dimensioni delle goccioline di perossido d'idrogeno aerosolizzato rispetto alle piccole dimensioni della molecola di H_2O_2 vaporizzato sono il motivo principale per cui i due approcci presentano caratteristiche prestazionali molto diverse. La tabella seguente illustra le differenze tra perossido d'idrogeno aerosolizzato e VHP.

	Perossido d'idrogeno aerosolizzato	Perossido d'idrogeno vaporizzato (VHP)
Distribuzione uniforme di H_2O_2	Le goccioline di H_2O_2 aerosolizzate sono molto più grandi della molecola di perossido d'idrogeno vaporizzato (8-50 μm). Hanno una minore capacità di galleggiare in aria ferma, di conseguenza cadono rapidamente, impedendo una distribuzione uniforme del perossido d'idrogeno nell'aria e sulle superfici.	Grazie alle dimensioni delle sue molecole, nell'ordine di sub-micron, il perossido d'idrogeno vaporizzato si comporta come un gas senza che la gravità ne comprometta la galleggiabilità e la distribuzione nell'ambiente. Questa distribuzione uniforme consente la decontaminazione dei punti difficili da raggiungere. Il perossido d'idrogeno vaporizzato può passare attraverso i filtri HEPA ed essere distribuito tramite tubazioni in diverse aree, consentendo a un'unità centrale di servire più aree di una struttura.
Processo a secco vs. processo a umido	Un aerosol tende a saturare eccessivamente l'ambiente con maggiore facilità. Ciò può causare accumuli di umidità e potenziali ristagni di liquido, creando una situazione pericolosa, con possibili problemi di compatibilità dei materiali e un prolungamento dei tempi di aerazione.	Il perossido d'idrogeno vaporizzato sfrutta la tecnologia brevettata "a secco" di STERIS, che evita la formazione di condensa sulle superfici. Questo si traduce in una maggiore compatibilità con i materiali e in un'aerazione più rapida, poiché il perossido non deve evaporare dalle superfici.

	Perossido d'idrogeno aerosolizzato	Perossido d'idrogeno vaporizzato (VHP)
Maggiore compatibilità con i materiali	Il perossido d'idrogeno aerosolizzato produce spesso condensa, con conseguenti problemi come minore resistenza, danneggiamento e scolorimento dei materiali (ad esempio metalli, vernici e resine) dopo ripetute esposizioni.	Il perossido d'idrogeno vaporizzato previene la condensa controllando le condizioni ambientali e l'iniezione all'interno dell'ambiente chiuso, mentre i processi aerosolizzati possono condensarsi sulle superfici dei materiali causando danni.
Migliore efficacia	L'atomizzazione può teoricamente raggiungere livelli di abbattimento microbico comparabili a quelli della vaporizzazione, iniettando quantità maggiori di H ₂ O ₂ a bassa concentrazione (generalmente al 7%) in un ambiente chiuso. Nella pratica, è difficile ottenere una distribuzione uniforme prima della formazione della condensa.	Raggiungendo concentrazioni più elevate (al 35% di perossido d'idrogeno) in tempi più brevi, a parità di tempo il perossido d'idrogeno vaporizzato può raggiungere livelli di efficacia più elevati (riduzione della carica batterica da sei a ventiquattro log) rispetto all'aerosolizzazione.
Misurazione ambientale	Il perossido d'idrogeno aerosolizzato genera goccioline più grandi e una condensazione che non può essere rilevata con precisione dai sensori per H ₂ O ₂ . I sensori per H ₂ O ₂ possono fornire una misurazione; tuttavia, la precisione è scarsa, poiché sono presenti sia forme condensate che di vapore di perossido d'idrogeno.	Il perossido d'idrogeno vaporizzato non condensa e può essere misurato con precisione dai sensori per H ₂ O ₂ disponibili in commercio. Vengono inoltre misurate l'umidità relativa (RH) e la temperatura per fornire una visione olistica delle condizioni dell'ambiente.
Soluzioni chimiche economicamente vantaggiose	Le tecnologie di nebulizzazione o aerosolizzazione utilizzano una soluzione di perossido d'idrogeno a bassa concentrazione che ha lo stesso costo al litro di una soluzione di H ₂ O ₂ ad alta concentrazione, ma con più del doppio della quantità di acqua. I clienti finiscono per pagare il prezzo del perossido d'idrogeno sebbene si tratti in gran parte di acqua.	Sia la nebulizzazione che la vaporizzazione richiedono la stessa concentrazione di perossido d'idrogeno per ottenere la riduzione logaritmica desiderata. Ciò significa che, per ottenere lo stesso risultato, è necessaria una maggiore quantità di sostanza chimica a bassa concentrazione. Pertanto, è più conveniente utilizzare una soluzione di H₂O₂ a concentrazione più elevata.
Disinfettante vs. sterilizzante	Alcune sostanze chimiche utilizzate per la nebulizzazione sono registrate dall'EPA solo come disinfettanti e sono meno efficaci di uno sterilizzante nel ridurre il carico microbico delle spore batteriche.	Il perossido d'idrogeno Vaprox è uno sterilizzante per superfici registrato dall'EPA (Agenzia statunitense per la protezione ambientale: numero di registrazione EPA 58779-4). È registrato anche nell'UE ai sensi delle direttive BPR dell'ECHA. Per qualificare il processo si utilizzano più spesso indicatori biologici a 6 logaritmi.
Sicurezza	La presenza del personale nell'area è vietata durante il processo.	La presenza del personale nell'area è vietata durante il processo.

Riferimenti

Kimura, T., Yahata, H. e Uchiyama, Y., Examination of Material Compatibilities with Ionized and Vaporized Hydrogen Peroxide Decontamination. Journal of the American Association for Laboratory Animal Science November 2020, Vol. 59 pag. 703 – 711.

Feinstein, S., Klostermyer, J., Newbould, D., Warren, W., Vaporous Biodecontamination: A Matter of Efficacy. Cleanroom Technology February 2019.

QUATTRO PUNTI CHIAVE

Il VHP si differenzia dalla nebulizzazione per i seguenti aspetti importanti:

- 1** La tecnologia VHP è molto diversa dalle tecnologie di nebulizzazione del perossido d'idrogeno che si basano sull'aerosolizzazione.
- 2** Il VHP è una tecnologia a secco compatibile con un'ampia gamma di materiali ed è idonea all'uso in presenza di componenti elettronici sensibili.
- 3** Il VHP è più efficace della tecnologia aerosolizzata e si distribuisce in maniera più uniforme a concentrazioni più elevate.
- 4** Il VHP è un prodotto collaudato e utilizzato in tutto il mondo nel settore Life Sciences per decontaminare in modo sicuro ambienti, materiali e prodotti medicali, rendendoli sicuri per l'uso nel trattamento dei pazienti.