

Plasmas atmosféricos fríos

Julio 2020

El plasma frío es un gas parcialmente ionizado que se encuentra lejos del equilibrio térmico y en equilibrio metastables de carga : los electrones, iones y átomos neutros que lo constituyen tienen temperaturas diferentes. Esto confiere a los plasmas fríos unas propiedades de gran interés aplicado. Hay varias tecnologías para producirlo : Arcos eléctricos , la corona , las descargas directas piezoeléctricas y **NTP de barrera dieléctrica DBD (tecnología Jonix)**

Todas las mencionadas tecnologías ionizan los gases a presión atmosférica creando plasmas con condiciones y concentraciones distintas en base a las tecnologías y entornos . El **plasma DBD** produce una variedad de iones y radicales libres en la fase gaseosa

Añadiendo energía a un gas se ioniza , es decir , se separan electrones de los átomos o moléculas de los que forman parte alcanzando de esa forma un nuevo estado de la materia , : el plasma , el cual está constituido por electrones libres, átomos y moléculas (partículas eléctricamente neutras) e iones (dotados de carga eléctrica positiva o negativa)

Mientras el plasma permanece frío, los electrones con alta temperatura y los iones muy energético chocan con las moléculas de gas (aire) y de agua (humedad ambiental)produciendo grandes cantidades de especies químicas de corta y media vida , como son las especies atómica H, N y O, el Oxígeno Singlete, los radicales OH*(Hidroxilo) , O₂- (Super Oxido) , O₃ (ozono) , los ácido nítrico y nítrico, así como varias otras moléculas en estados excitados metastables. Esto hace que este plasma sea químicamente muy activo.

Si en el aire se encuentran microorganismos, estos se ven afectados por el plasma generado, inactivándose, lo que se traduce en un aire con una baja carga microbiológica. De la misma manera, si en el aire hay sustancias volátiles, responsables del malos olores , estas se oxidan, con lo que desaparecen de forma rápida.

Mecanismos de desinfección por plasma

Sabemos que la potencial presencia de Virus ,bacterias , hongos , esporas ,micro toxinas en cualquier área sensible como pueden ser : oficinas , escuelas , fábricasaunque sea en pequeña concentración , puede causar problemas significativos, incluyendo bajas laborales por enfermedad , deterioro o pérdida de los productos , la destrucción completa del sistema y en el peor de los casos graves enfermedades e incluso la muerte.

Al entrar en contacto con el aire y las superficie , el plasma frío químicamente activo inicia una multitud de procesos físicos y químicos. El principal proceso de saneamiento es la descomposición de moléculas orgánicas de los microorganismos vivos por bombardeo con electrones, iones y con especies químicas de corta vida. El bombardeo de iones rompe los enlaces de hidrógeno de las moléculas orgánicas. Además, las especies químicas reactivas de corta duración oxidan las moléculas orgánicas.

Procesos de reacción que contribuyen a la desinfección:

Sin embargo, a pesar de que se han investigado los efectos biológicos de los plasmas a presión atmosférica y se han sugerido varios mecanismos posibles, aun funcione todavía falta la verificación sistemática de estas hipótesis y aún no se conoce bien el mecanismo preciso.

- **Iones y electrones** bombardean las superficies microbianas en contacto directo con el flujo de plasma ionizado con altas energías, **son con mucho** los agentes más fuertes de la desinfección, ya que rompen enlaces de hidrógeno de moléculas orgánicas, como las que forman las membranas celulares.
- La densidad de las partículas cargadas es mucho mayor que la densidad de las especies neutras, las partículas cargadas contribuyen significativamente a la desinfección, o incluso la dominan.
- Entre las partículas cargadas, los electrones tienen temperatura, flujos más altos y la profundidad de penetración más alta. Esto los hace activos bajo la capa de agua u otros líquidos biológicos que cubren las superficies de los tejidos de los microorganismos.
- Allí reaccionan con agua y moléculas de oxígeno disueltas para producir especies reactivas de oxígeno. Estos últimos matan a los microorganismos, que de otro modo estarían protegidos por una biopelícula. Los iones también se disuelven en el agua, provocando reacciones químicas que hacen que el agua sea ácida.
- Las especies de oxígeno reactivo son átomos de oxígeno y moléculas químicamente activas que contienen O_2 en estado básico, así como sus iones. Los radicales hidroxilo (OH^*) reaccionan muy rápidamente con moléculas orgánicas eliminando átomos de hidrógeno y produciendo radicales alquilo (reactivo con vida media muy corta) que se oxidan rápidamente en el aire.
- Con este mecanismo, atacan indiscriminadamente todas las moléculas orgánicas de organismos vivos. **Lo más importante es que destruyen enlaces proteicos y lípidos capsidos vírales cápsulas de bacterias y paredes celulares.** Cuando la tasa de daño de la pared celular es mayor que la tasa de su propia reparación, la célula muere.
- El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) también es muy reactivo, aunque menos de los radicales OH^* . Es una especie de vida mediana por lo tanto, tiene una mayor probabilidad de penetrar en el núcleo de la célula bacteriana, donde puede dañar las moléculas de ADN de la célula. Esto hace que sea un desinfectante fuerte.
- El ozono (O_3) es una molécula estable de larga vida conocida como un potente oxidante. Similar a los radicales hidroxilo, éste destruye las paredes celulares.
- Las especies de nitrógeno reactivo son una familia de moléculas antimicrobianas, incluyendo óxido nítrico (NO), dióxido de nitrógeno (NO_2), anión peroxinitrito ($ONOO^-$), ácido nitroso (HNO_2). Son menos reactivos en comparación con las especies de oxígeno, pero sus vidas son suficiente para penetrar en capas más profundas de los tejidos.

- **Mecanismos adicionales**

El nivel de acidez en la capa superficial de agua aumenta debido a la disolución de los iones y las especies de oxígeno reactivo. Los ácidos corroen las paredes celulares bacterianas causando su mortalidad.

- La radiación ultravioleta que aparece en el interior de nuestros aparatos debida a la desexcitación espontánea de las partículas es un conocido desinfectante fuerte , que puede dañar las moléculas de ADN e inhibir la replicación microbiana .

Ventajas de la desinfección con plasmas de aire frío de presión atmosférica

Las propiedades excepcionales de desinfección del plasmas son bien conocidas y documentadas.

En comparación con los métodos estándar de desinfección y esterilización que utilizan aire caliente a presión de 170 ° C, vapor de agua caliente presurizado de 120 ° C, química húmeda o plasmas de baja presión, los plasmas de aire de presión atmosférica fría ofrecen las siguientes ventajas:

- El tratamiento a presión atmosférica permite la desinfección de objetos que pueden dañarse por vacío o sobrepresión
- No hay costosas cámaras de vacío o presurizadas ni bombas
- No hay química húmeda
- Limpieza sin residuos
- Baja temperatura de funcionamiento
- Tratamiento suave de superficies sensibles, incluyendo tejidos vivos y heridas abiertas
- Aire o gases de trabajo no tóxicos baratos utilizables en presencia humana
- Respetuoso con el medioambiente

Como hemos explicado, el plasma se genera dentro de un reactor, produciendo elementos muy reactivos, la mayoría con vida corta e media. Esto hace que la concentración de sustancias reactivas en el aire sea casi inexistente. Por tanto, no quedan concentraciones altas de especies que reaccionen con la piel o las mucosas de las personas o de los animales domésticos.

Se trata, por tanto, de una tecnología eficiente y limpia para el tratamiento del aire , con baja o nula toxicidad, lo que indudablemente la hace interesante para su aplicación industrial, pero especialmente para el entorno doméstico : residencias , oficinas , hoteles , escuelas , hogares , establecimientos de restauración etc,etc.

Saludos

