INFORME TÉCNICO • AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES E INDUSTRIALES

Remoción de cobre disuelto en el tratamiento de aguas residuales

¿Cómo cumplir un límite de descarga de cobre disuelto de 1.6, 3.1 o 6.1 ppb de forma rentable? Un análisis de la ósmosis inversa, la desionización y la precipitación química.

Tres tecnologías pueden alcanzar niveles bajos de cobre disuelto: ósmosis inversa (OI), desionización (DI) y precipitación química. Cada una difiere mucho en remoción, complejidad y costo de operación.

Comparación de los tres enfoques

MÉTODO	MECANISMO	REMOCIÓN	VENTAJAS Y DESVENTAJAS CLAVE
Ósmosis inversa	Filtración por membrana	~90% de todos los iones	Bombas de alta presión, hasta 20% de rechazo, alto costo de capital, energía y mantenimiento ($0.03–0.05/gal)
Desionización	Intercambio iónico (cambio de H^+)	Cu hasta ~0.1 ppb	Alta inversión, regeneración frecuente, disposición de ácido gastado y costoso reemplazo de resina
Precipitación química DZ 9830 + DZ 1687	**Precipitación de sulfuros metálicos**	**Cu < 0.5 ppb**	**Amplio rango de pH, lodos densos y fáciles de deshidratar, económico**

La ósmosis inversa y la desionización son eficaces, pero tienen altos costos de capital y operación. La precipitación química con sulfuros metálicos alcanza los niveles más bajos en el efluente de la forma más económica.

Ósmosis inversa (OI)

Las membranas de OI remueven el cobre disuelto con eficacia, con ~90% de remoción de todo. Las desventajas son importantes: bombas de alta presión costosas, una tasa de rechazo de hasta 20%, mantenimiento y reemplazo continuos, un costo de tratamiento de $0.03–0.05/gal, costo de energía y disposición de soluciones de limpieza gastadas. Hay que controlar todos los parámetros operativos (NTU, TSS, carga de sólidos, índice de densidad de sedimentos).

Desionización (DI)

La DI remueve el cobre disuelto hasta 0.1 ppb mediante intercambio iónico: el agua con cobre pasa por resinas catiónicas y aniónicas, que intercambian el cobre por iones de hidrógeno hasta que la resina se agota y se regenera con ácido sulfúrico. Las desventajas son la alta inversión de capital, la disposición de soluciones de limpieza gastadas, la regeneración frecuente y el alto costo de reemplazo de resina.

Precipitación química: el enfoque DZ 9830 + DZ 1687

La remoción de metales disueltos depende del pH de la solución o de precipitantes de metales. La vía tradicional eleva el pH con sosa cáustica, cal o ceniza de sosa para formar un hidróxido metálico insoluble, pero el hidróxido es anfótero (su solubilidad aumenta tanto a pH bajo como alto) y genera lodos excesivos y difíciles de deshidratar. El pH óptimo para remover cobre es 8.1.

El precipitante de metales DZ 9830 forma un ion de sulfuro de cobre que precipita en un amplio rango de pH. Los sulfuros metálicos no son anfóteros, forman lodos densos y fáciles de deshidratar, y son menos solubles que los hidróxidos, lo que permite una mayor remoción de cobre. Combinado con DZ 1687, un coagulante catiónico orgánico/inorgánico que forma una partícula densa de sedimentación rápida, el programa ha producido un efluente por debajo de 0.5 ppb en pruebas a escala real, de forma económica. También funciona donde los agentes quelantes naturales impiden la precipitación normal de hidróxidos.

94%
COBRE DISUELTO REMOVIDO

70%
ZINC DISUELTO REMOVIDO

<0.5 ppb
COBRE EN EL EFLUENTE (OTRAS PRUEBAS)

Resultados a escala real en planta durante un año: DZ 9830 (10 mg/L) + DZ 1687 (10 mg/L)

FECHA	Cu EN EL INFLUENTE	Cu EN EL EFLUENTE	REMOCIÓN DE Cu	Zn EN EL INFLUENTE	Zn EN EL EFLUENTE	REMOCIÓN DE Zn
11 mar	35 ppb	2.0 ppb	**94.3%**	87 ppb	27 ppb	68.9%
15 mar	28 ppb	1.6 ppb	**94.3%**	109 ppb	22 ppb	79.8%
30 mar	**58 ppb**	**1.4 ppb**	**97.6%**	**100 ppb**	**24 ppb**	**76.0%**
16 ago	46 ppb	3.8 ppb	**91.7%**	96 ppb	42 ppb	56.3%

Valores en partes por mil millones (ppb); efluente muestreado en el clarificador secundario antes de la filtración. En otros estudios, el mismo programa alcanzó niveles no detectables de cobre disuelto.

¿BUSCAS ALTERNATIVAS?

Si necesitas remover cobre o zinc disueltos, escríbenos a ventas@oxysolution.com.mx para recibir una copia de los informes de toxicidad acuática.