

ELIMINACIÓN DE HIERRO Y MANGANESO POR AIREACIÓN

Es una tarea directa determinar la cantidad teórica de aire que se requiere para oxidar y precipitar hierro y/o manganoso del agua. La cantidad real de aire se puede estimar con bastante precisión para determinar el inyector Mazzei[®] correcto y las condiciones de funcionamiento recomendadas para ese inyector.

A. Química del Agua

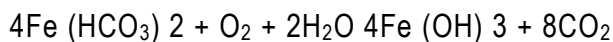
El pH del agua es un parámetro crítico en la oxidación y precipitación de hierro y manganoso. Para la oxidación de hierro por aireación, el pH del agua debe ser de al menos 7,2, e idealmente, mantenerse en el rango de 7,5 a 8,0. Si hay manganoso, el pH mínimo recomendado es 9,5. Por debajo del pH, la oxidación al aire del manganoso es bastante lenta. En agua con pH bajo o niveles bajos de alcalinidad, puede ser necesario alimentar materiales alcalinos suplementarios como el hidróxido de sodio para elevar el pH del agua.

B. Otros factores

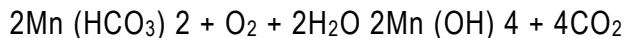
La oxidación al aire del hierro y el manganoso no es instantánea. Por esta razón, es aconsejable emplear un tanque de retención o contacto para permitir un tiempo de residencia suficiente para que ocurra la oxidación y precipitación completas. Dependiendo de las condiciones reales, los tiempos de contacto pueden variar de 5 a 15 minutos.

C. Fórmulas

La siguiente reacción describe la oxidación del hierro ferroso por oxígeno



La siguiente reacción describe la oxidación del manganoso manganoso por oxígeno



D. Ratios

1. Hierro

El peso atómico del hierro es 55,847. Como una molécula de oxígeno reacciona con cuatro átomos de hierro, el peso de la reacción de hierro es cuatro veces mayor, o 223,39. El peso molecular del oxígeno es 31,999. La relación de reacción es así (31,999) / (223,39), o 0,1432. Esto significa que se requieren 0,1432 mg/l de oxígeno por cada mg/l de hierro (medido como hierro).

2. Manganeso

El peso atómico del manganeso es 54,938. Como dos átomos de manganeso reaccionan con una molécula de oxígeno, el peso de la reacción de manganeso es dos veces mayor, o 109,88. El peso molecular del oxígeno es 31,999. La relación de reacción es así $(31,999) / (109,88)$, o 0,2912. Esto significa que se requieren 0,2912 mg/l de oxígeno por cada mg/l de manganeso (medido como manganeso).

E. Residual de oxígeno

Se debe inyectar suficiente aire para mantener el oxígeno residual requerido. Mantener un oxígeno residual sirve para varios propósitos. Primero, proporciona un tampón de oxígeno para reaccionar con sobretensiones o hierro o manganeso. En segundo lugar, produce un agua más sabrosa. En tercer lugar, el aire requerido para mantener el oxígeno residual proporciona una mezcla para que el hierro y el manganeso puedan reaccionar de manera rápida y eficiente con el oxígeno.

Un valor aceptado de oxígeno residual es 5,0 mg / l. Se debe inyectar suficiente aire para mantener este nivel. El nivel inicial de oxígeno en aguas con presencia de hierro y / o manganeso es típicamente cero. Si hay un presente residual inicial de oxígeno, esto se puede restar del nivel deseado de 5,0 mg / l al determinar la cantidad de oxígeno requerida.

F. Oxígeno Teórico Requerido

La cantidad teórica de oxígeno requerida para oxidar hierro y manganeso se puede calcular a partir de la siguiente fórmula:

Oxígeno requerido = $X_f \cdot (Fe) + X_m \cdot (Mn) + R$, donde

X_f = Factor de reacción de hierro

(Fe) = Concentración de hierro en mg/l

X_m = Factor de reacción de manganeso

(Mn) = Concentración de manganeso en mg/l

R = Residual de Oxígeno Final = $(5,0 - \text{Oxígeno Inicial})$ en mg/l

Un ejemplo para (Fe) = 10 mg/l, (Mn) = 2,5 mg/l y Oxígeno Inicial = 0,0 mg/l:

$$\begin{aligned}\text{Oxígeno requerido} &= (0,1432)(10) + (0,2912)(2,5) + (5,0 - 0,0) \\ &= 1,432 + 0,728 + 5,0 \\ &= 7,16 \text{ mg por litro de flujo de agua}\end{aligned}$$

G. Aire Teórico Requerido

El aire tiene una densidad de 1,2047 g/l at 20° C y 1,0 atmósfera de presión. En estas mismas condiciones, el aire contiene 20,95% de oxígeno. Por lo tanto, cada litro de aire contiene $(1,2047 \text{ g/l})(0,2095) = 0,2524 \text{ g/l}$ de oxígeno = 252,4 mg/l de oxígeno. Para determinar la cantidad teórica de

aire requerida para la oxidación de hierro y manganeso, se debe conocer el caudal de agua. Si se conocen los niveles de hierro y manganeso, una unidad de flujo conveniente es "por 1,000 litros".

Por ejemplo, usando los niveles de contaminantes en el ejemplo anterior, y un caudal de 100 l/min, la cantidad teórica de aire requerida sería:

$$\frac{(100 \text{ l/min})(7,16 \text{ mg/l})}{252,4 \text{ mg/l}} = 2,84 \text{ l/min de aire}$$

Usando este valor, la cantidad teórica de aire requerida sería de 28,4 litros por cada 1,000 litros de agua.

H. Cantidad Real de Aire Requerido

La eficiencia de transferencia de oxígeno de los dispositivos de aireación varía desde un extremo bajo de ~5% hasta un extremo alto de 25% a 35% para los inyectores Mazzei. El uso de una cifra del 25% para los inyectores Mazzei es conservador y está respaldado por datos de laboratorio y de campo. Esto significa que la cantidad real de aire requerida es aproximadamente cuatro veces la cantidad teórica de aire requerida.

Para los ejemplos anteriores, si la cantidad teórica de aire requerida es 2,84 l/m (o 28,4 litros por 1,000 litros de agua), la cantidad real de aire requerida sería cuatro veces esta cantidad de 11,4 l/m (o 113,6 litros por 1,000 litros de agua). Dependiendo de las circunstancias particulares, puede ser conveniente agregar a esta cantidad un "factor de seguridad" adicional del 10% al 20%.

Para ayudar en la conversión a Unidades Inglesas:

1 l/m de flujo de agua	= 0,264 gal/min
1 gal/min de flujo de agua	= 3,785 l/m
1 l/m de flujo de aire	= 0,03531 pies ³ /min
1 pies ³ /min de flujo de aire	= 28,3 l/m