

BOLETÍN TÉCNICO N° 3

REMOCIÓN DE SULFURO DE HIDRÓGENO POR AIREACION

Determinar la cantidad teórica de aire que se necesita para oxidar y precipitar el sulfuro de hidrógeno del agua es tarea sencilla. La cantidad real de aire podrá luego estimarse con bastante exactitud para poder determinar el tipo correcto de Inyector Mazzei a utilizar y las condiciones de operación recomendadas para ese inyector.

A. Química del Agua

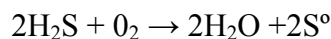
El pH del agua es menos importante en el proceso de oxidación de sulfuro de hidrógeno que en el de oxidación y precipitación de hierro y manganeso. Para el sulfuro de hidrógeno, el pH del agua deberá mantenerse en el rango de 6.8 a 7.5. Esto permitirá que el sulfuro de hidrógeno se disocie a su forma iónica $\text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{S}^{2-}$. El ión de sulfuro queda entonces libre para reaccionar con el oxígeno.

B. Otros Factores

La oxidación del sulfuro de hidrógeno por aireación no es instantánea. Por este motivo, se aconseja emplear un tanque de retención o contacto que permita suficiente tiempo de permanencia para que la oxidación y precipitación sean completas. Dependiendo de cuáles sean las condiciones reales, los tiempos de contacto pueden variar entre 5 y 15 minutos.

C. Fórmulas

La siguiente reacción describe el proceso de oxidación del sulfuro de hidrógeno por el oxígeno



Nota: S^0 es azufre elemental

D. Relación (*Ratio*)

El peso atómico del azufre es 32.06. Una molécula de oxígeno reacciona con dos átomos de azufre. El peso molecular del oxígeno es 31.999. La relación de la reacción es entonces $(31.999) / (32.06) = 0.9981 = 1.0$. Esto significa que se requiere ± 1.0 mg/l de oxígeno por cada mg/l de sulfuro de hidrógeno (expresado como sulfuro).

E. Residual de Oxígeno

Deberá inyectarse suficiente aire para poder mantener el residual de oxígeno requerido. Mantener un residual de oxígeno sirve varios propósitos. Primero, suministra un “búfer” de oxígeno para reaccionar con aumentos repentinos de sulfuro de hidrógeno. Segundo, produce un agua de mejor sabor. En tercer lugar, el aire requerido para mantener el residual de oxígeno facilita el mezclado para que el sulfuro de hidrógeno reaccione rápida y eficazmente con el oxígeno. Un valor de oxígeno residual aceptado es de 5.0 mg/l. Se deberá inyectar suficiente aire para mantener este nivel. El nivel inicial de oxígeno en aguas que contienen sulfuro de hidrógeno es generalmente cero. Si hubiera un residual inicial de oxígeno presente, éste deberá restarse del nivel deseado de 5.0 mg/l para determinar la cantidad de oxígeno requerida.

F. Oxígeno Teórico Requerido

La cantidad teórica de oxígeno requerida para oxidar el sulfuro de hidrógeno se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

Oxígeno requerido = $[X_s \cdot (S)] + R$, donde

X_s	=	Factor de reacción del sulfuro de hidrógeno
(S)	=	Concentración de sulfuro de hidrógeno en mg/l (como sulfuro)
R	=	Residual final de oxígeno = (5.0 – Oxígeno Inicial) en mg/l

Un ejemplo para (S) = 25 mg/l y Oxígeno Inicial = 0.0 mg/l:

$$\begin{aligned}\text{Oxígeno Requerido} &= (1.0)(25) + (5.0 - 0.0) \\ &= 25 + 5.0 \\ &= 30 \text{ mg por litro de flujo de agua}\end{aligned}$$

G. Aire Teórico Requerido

El aire tiene una densidad de 1.2047 g/l a 20° C y a 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 g/l) (0.2095) = 0.2524 g/l de oxígeno = 252.4 mg/l de oxígeno. Para determinar la cantidad teórica de aire requerida para la oxidación del sulfuro de hidrógeno, deberá conocerse el caudal de agua. Si se conoce el nivel de sulfuro de hidrógeno, una unidad conveniente de flujo sería “por cada 1000 litros”.

Por ejemplo, si utilizamos los niveles de contaminante del ejemplo anterior y una caudal de 100 l/min, la cantidad teórica de aire requerida sería:

$$[(100 \text{ l/min})(30 \text{ mg/l})] / (252.4 \text{ mg/l}) = 11.89 \text{ l/min de aire}$$

Utilizando este valor, la cantidad teórica de aire requerida sería de 118.9 litros por cada 1000 litros de agua.

H. Cantidad Real de Aire Requerida

En los Inyectores Mazzei, la eficacia de transferencia de oxígeno de los dispositivos de aireación varía entre un mínimo de $\pm 5\%$ y un máximo de 25% a 35%. Una cifra conservadora para Inyectores Mazzei sería del 25%, cifra ésta respaldada por datos de laboratorio y de campo. Esto significa que la cantidad real de aire requerida es de aproximadamente cuatro veces la cantidad teórica de aire requerida.

En los ejemplos anteriores, si la cantidad teórica de aire requerida es de 11.89 l/min (ó 118.9 litros por cada 1000 litros de agua), la cantidad real de aire requerida sería cuatro veces esta cantidad, o sea 47.6 l/min (476 litros por cada 1000 litros de agua). Dependiendo de circunstancias particulares, sería prudente agregar a esta cantidad un “factor de seguridad” adicional del 10% al 20%.

Ayuda para convertir a Unidades del Sistema Inglés:

$$1 \text{ l/m de caudal de agua} = 0.264 \text{ gal/min}$$

$$1 \text{ gal/min de caudal de agua} = 3.785 \text{ l/m}$$

$$1 \text{ l/m de caudal de aire} = 0.03531 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$1 \text{ ft}^3/\text{min de caudal de aire} = 28.3 \text{ l/m}$$
