

Soluciones ambientales para la fundición inyectada

Por Dr. Miguel Angel Baños, METAL FLOW
Ministerio de Ciencia e Innovación PTQ 08-02-07147

INTRODUCCIÓN

La competitividad de una empresa es el resultado de la aplicación de su know-how para conseguir la excelencia de su proceso. Se busca, por tanto, obtener la máxima efectividad de sus recursos para transformarlo en producto final. El agua, para la fundición inyectada, es uno de los recursos claves, junto al aluminio, y, por tanto, es un parámetro de competitividad y calidad de su proceso.

La diseminación de este tipo de industria por la geografía española hace que cada factoría se enfrente a una problemática particular en cuanto a: cantidad, calidad, disponibilidad, coste de adquisición y coste de vertidos.

Cantidad: Obedece a la necesidad y al grado de optimización de su uso para el proceso.

Calidad: responde a la cuantificación de las sustancias químicas disueltas en su sí. Siendo los parámetros básicos: la dureza, los iones cloruros, la conductividad, pH y población bacteriana. Siendo éstos los que controlan ciertos problemas de procesos típicos como son: obturaciones, calcificaciones, oxidaciones, roturas de emulsión, manchas en piezas y olores.

Disponibilidad: en determinadas áreas geográficas el agua empleada en los procesos industriales no difieren de la de uso civil. Los recientes episodios de sequías ponen en riesgo el proceso industrial o su deficitario funcionamiento.

Costes: son proporcionales al volumen y calidad de consumo y retorno al medio, estando controlado por las autoridades locales.

Es claro que un ratio de uso de recurso de agua y aluminio es un ratio clave de competitividad, pero por desgracia no hay constancia pública de ello.

EL USO DEL AGUA

El agua se emplea dentro de la fundición inyectada como vehículo de fabricados químicos auxiliares y como elemento refrigerante. Es por ello que, un reparto bastante típico dentro del proceso sea:

- 40-60% Evaporación para disipar calor (torres de refrigeración).
- 20-30% Diluciones de auxiliares (desmoldeantes, refrigerantes de cubas, taladrinas e hidráulicos base acuosa).
- 10-20% Aguas residuales.

Las aguas residuales están conformadas por todas las purgas necesarias para asegurar la calidad constante del agua de entrada (sales) y descartes de taladrinas, desmoldeantes y purgas de torres de refrigeración. Es por ello que es inevitable y por tanto debemos hacerlo de la manera más efectiva, siendo lo más competitivo posible.

LA HIDRÁULICA DE SEGURIDAD

De entre todos los usos que se dan al agua: desmoldeantes, hidráulica, taladrina, refrigerantes de cubas, torres de refrigeración, existe uno que condiciona de manera especial al panorama de la fundición inyectada; éste, sin duda es la hidráulica del proceso. La hidráulica sólo aporta entre un 5 y un 15% del volumen (entre un 20 y 30% de la carga orgánica) del total de agua residual, pero su naturaleza ha burlado la eficacia de los sistemas tradicionales de depuración (los más económicos y simples) y por ello se merece un caso especial.

La fundición inyectada, al igual que otras fundiciones, son actividades con un alto riesgo de fuego y, por ello, es habitual utilizar fluidos hidráulicos no basa-

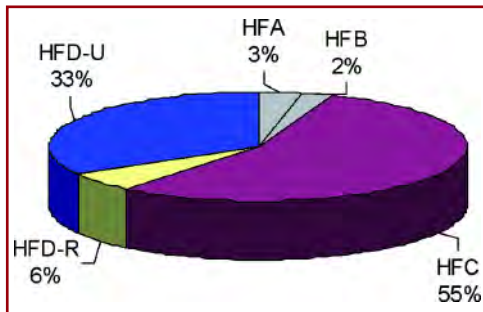


Tabla 1. Demanda de fluidos de seguridad (2).

Propiedad	HFC	HFD-U
Agua	>20%	Exento
Compuesto principal	Glicoles	Esteres
Punto de inflamación	Exento	>300
Mecanismo de autoextinción	NO	SI
Biodegradable	A priori	SI
Viscosidad (46 o 68 cSt)	Aparente	per se
Solubilidad	Completa	Nula

Tabla 2. Diferencias significativas entre tecnología HFC y HFDU.

dos en aceites minerales. Los fluidos de seguridad están en plena evolución y, hoy en día, el mercado ofrece varias opciones. La más extendida es la tecnología HFC (1), comúnmente conocida como agua-glicol. Las HFD (en especial HFD-U) están captando parte de la demanda ya que solventan complejidades de depuración y mejoran el comportamiento en uso.

HIDRÁULICA HFC

La tecnología HFC basa su propiedad ignífuga en el propio agua, que aporta en su formulación y responden a formulaciones tipo:

- 20-35% Glicoles baja viscosidad.
- 12-17% Glicoles alta viscosidad.
- 1-5% Antidesgaste.
- 1-3% Antioxidantes.
- 1-2% Conservantes (Biocidas, fungicidas).
- 0-1% Antiespumante.
- >20% Agua.

Donde:

Los glicoles de alta viscosidad son poliglicoles de alto peso molecular y que otorgan la viscosidad de trabajo deseada (típicamente 46 cSt@40 °C). Presentan características de solubilidad inversa (cloud point), es decir, al aumentar la temperatura se tornan insolubles confiriendo lubricación extra en puntos de fricción.

Los glicoles de baja viscosidad son, típicamente, monoetilenglicol (MEG) y el dietilenglicol (DEG). Ambos productos son muy solubles y poseen escaso peso molecular, actúan como blender y otorgan poder anticongelante (podemos operar con tecnologías HFC por debajo de -20 °C) y facilitan la redisolución reversible de los glicoles de alta viscosidad.

Son estas últimas especies las que aportan el con-

flicto a la hora de depurar las aguas residuales y que desarrollamos a continuación.

TÉCNICAS DE DEPURACIÓN

La técnica de depuración más económica planteable es la secuencia clásica:

Homogenización → Físico-Químico → Biológico

Homogenización: debemos poder retener al menos 3 días de vertido, este un elemento de seguridad clave para el correcto trabajo. Nos evita ataque a picos de carga/caudal no necesarios.

Físico-químico: método tradicional de bajo coste que es capaz de eliminar del agua una parte importante de desmoldeantes, taladrinas y parte de la tecnología HFC, excepto glicoles de baja viscosidad.

Biológico: elimina el glicol (casi 100% biodegradable) y otras materias biodegradables.

Desgraciadamente, una vez implantada esta secuencia se observa su no funcionamiento, especialmente en la parte biológica. Este hecho responde a que todos los productos aportan una serie de conservantes (biocidas y fungicidas) que aseguran la estabilidad del producto en uso, pero que daña irreversiblemente al proceso biológico.

Ante este contratiempo el sector ha buscado diferentes caminos, con más o menos éxito según se describe a continuación:

Separaciones físicas basadas en el cloud point: responde a la idea de eliminar los glicoles de alta viscosidad y por arrastre los de baja viscosidad. Demasiado costoso y poco eficaz.

La evaporación forzada del agua a presión reducida ha demostrado cierta eficacia a costes razonables para caudales menores de 16 m³/día. Para caudales

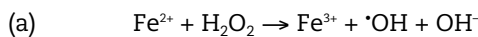
mayores, el coste asociado es muy elevado y sólo justificable por disponer de un reducido espacio para la implantación del proceso de depuración.

Sin embargo, existen tecnologías de nueva generación con más de diez años en el mercado poco estudiadas por este sector y que resuelven la problemática. Su clave de éxito radica en no pretender separar físicamente los glicoles de baja viscosidad, sino el de eliminarlos a ellos y a los conservantes in situ.

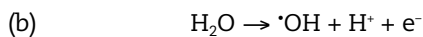
Oxidaciones avanzadas

Se caracterizan por reacciones de oxidación que eliminan la materia orgánica en agua y que está promovida por el radical hidróxilo ($\cdot\text{OH}$). Esta reacción promueve la evolución natural de las moléculas orgánicas a su mineralización completa dando como subproductos CO_2 y agua.

La versión más simple y extendida industrialmente es la descrita por primera vez en 1894 por Henry John Horstman Fenton (1854-1929) y que en su honor lleva el nombre de reacción de Fenton (a).



Consiste en añadir peróxido de hidrógeno a una solución catalítica de hierro para generar el radical hidróxilo in situ. En los años 90 se puso de moda una versión menos eficaz, pero que no tardó en extenderse, llamada ozonización. Su bajo rendimiento se explica por la baja solubilidad del ozono en el agua, el alto coste para generarlo y la escasa conversión a peróxido de hidrógeno que se tiene. Estas técnicas han sido desplazadas en la última década por las técnicas electroquímicas, dada su contrastada operatividad a bajo coste. La expresión más simple de esta serie de técnicas es la llamada electrocoagulación (proceso físico-químico mejorado), pero existen infinitas de evoluciones llamadas electrooxidación, donde se genera el radical hidróxilo anódicamente (b) in situ.



Y que demuestra su eficacia en las experimentaciones realizadas (Figura 1).

EL ESQUEMA

A continuación se detalla el esquema propuesto por Metalflow/CyclusBCN para una depuración efectiva de las aguas de depuración, en cada aplicación puede haber modificaciones en dependencia de sus analíticas, no todas las fundiciones parten

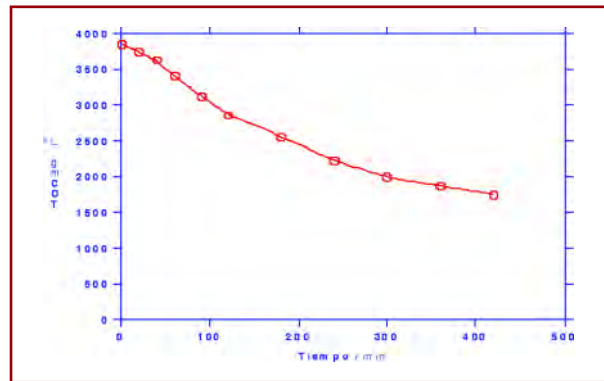


Figura 1: Mineralización de los glicoles de baja viscosidad en una dilución sintética de Hidroflow HFC 46 al 10% en planta experimental electroquímica con ánodo de BDD. En 400 min se ha mineralizado todo el glicol de baja viscosidad (6000 DQO de eliminación).

de la misma calidad de agua y no todas emplean los mismos productos químicos auxiliares.

Rototamiz: Filtro que quita gruesos no deseados (pedras, restos de piezas, ...).

Homogenizador: Depósito capaz de retener como mínimo 3 días de vertido. Se utiliza como depósito regulador de caudal y tamponador de cargas/caudales fuera de la media.

Electrocoagulador/electrooxidador: Equipo electroquímico que genera sales coagulantes, desestabiliza emulsiones y reduce la DQO sensiblemente al poseer la capacidad de generar cierta cantidad de radicales hidróxilo.

Flotador/decantador: La desestabilización de las emulsiones y la ayuda de microburbujas hacen que los aceites y otros elementos insolubles se acumulen en la superficie y sean fácilmente retirables.

NOTA: El par electrocoagulador y flotador es la mejora actual del clásico proceso físico-químico, pero con ciertas ventajas.

Es claro que hasta esta etapa hemos conseguido eliminar la materia orgánica susceptible de ser insolubilizada por tácticas físico-químicas y hasta aquí debería ser suficiente para fundiciones inyectadas que no operen con HFC. Para el resto deben proceder con una oxidación avanzada para eliminar el residual de glicoles de baja viscosidad y conservantes (que inutilizarían el sistema biológico).

Como consecuencia, aquellas empresas que poseen un sistema funcional físico-químico + biológico, pueden optar a incorporar una etapa de oxidación

