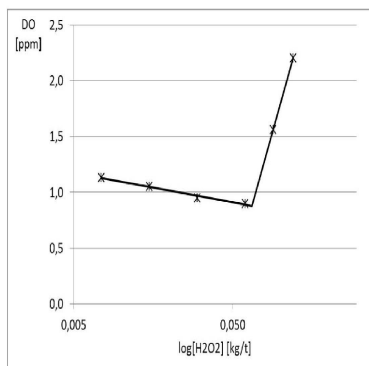


DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

SOLICITUD FASE NACIONAL - PCT

Fig. 2



1

Titulo de la Invención(200 caracteres o espacios máximos)

MÉTODO PARA RECUPERAR UN SULFURO DE COBRE DE UNA MENA QUE CONTIENE UN SULFURO DE HIERRO

2

Datos del Solicitante / Titular

Nombre:	EVONIK DEGUSSA GMBH	Dirección Electrónica:	clientes@cavelier.com
Dirección:	RELLINGHAUSER STRASSE 1-11 45128	Domicilio/País de constitución:	ALEMANIA - NORDRHEIN-WESTFALEN - ESSEN
Identificación: ☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☒ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT			
Número:	846026-		

3

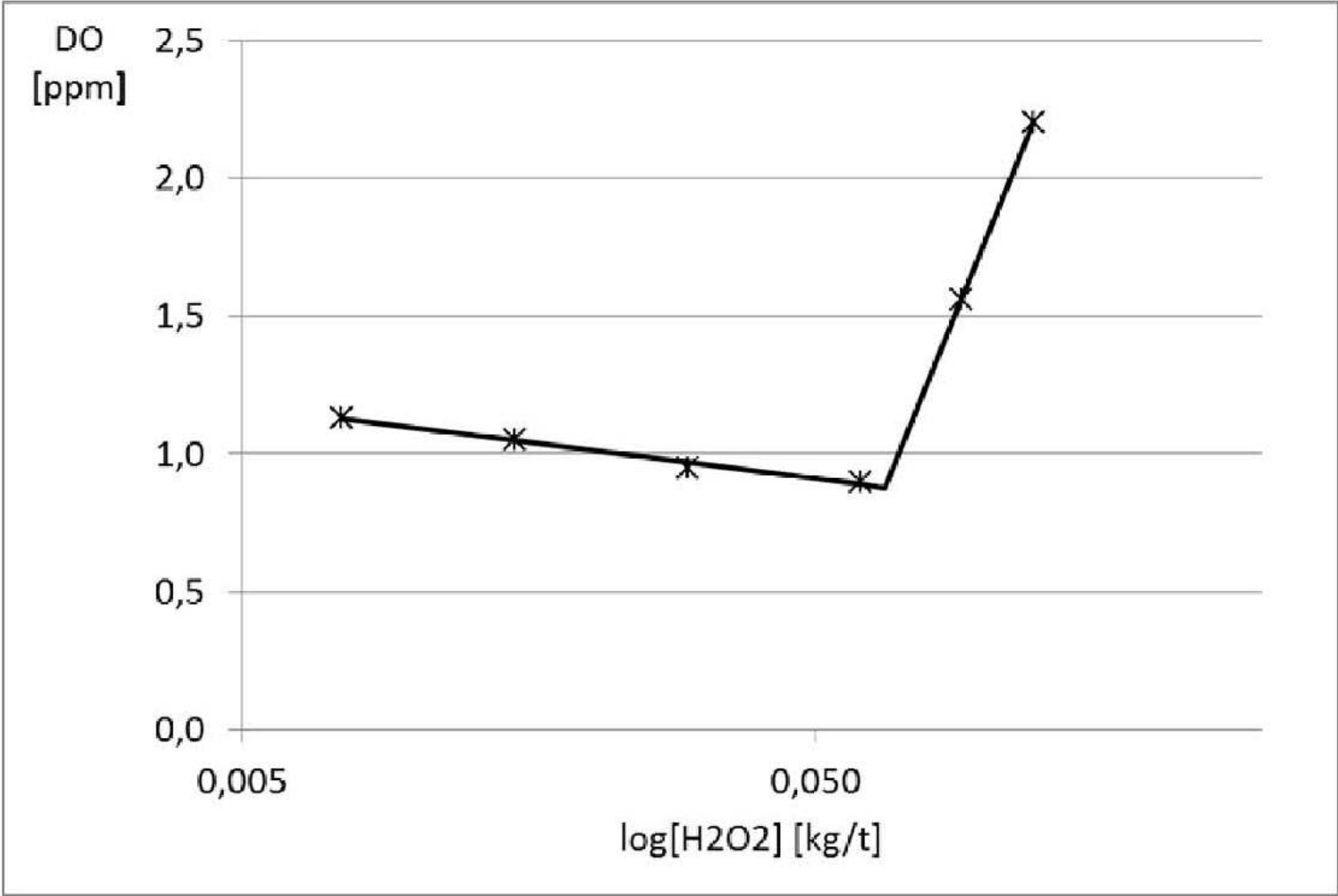
Solicitantes

Apellidos - Nombres o Razón Social		Tipo	Identificación
1.	EVONIK DEGUSSA GMBH	EE	846026
4	Datos del Inventor		
Nombre:		Gerhard ARNOLD	Dirección Electrónica: clientes@cavelier.com
Dirección:		15 High Mountain Road, Ringwood, New Jersey 07456, Estados Unidos de América	Domicilio/País de constitución: ESTADOS UNIDOS DE AMERICA - NEW JERSEY - RINGWOOD
Identificación:			
☐ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT ☒ No Aplica			
Número:		-	
5	Inventor(es)		
Apellidos - Nombres		Domicilio	
1.	ARNOLD Gerhard	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	
2.	HAMANN Ingo	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	
3.	HITCHINER Alan	NUEVA ZELANDA	
6	Datos Inventor(es)		
País de Residencia		Departamento/Estado	Ciudad
Dirección			
1.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	NEW JERSEY	RINGWOOD
		15 High Mountain Road, Ringwood, New Jersey 07456, Estados Unidos de América	

2.	ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	NEW JERSEY	CHESTER	1 Ming Court, Chester, New Jersey 07930, Estados Unidos de América
3.	NUEVA ZELANDA	WAIKATO	MORRINSVILLE	22 North Street, Morrinsville 3300, Nueva Zelanda
7	Datos del Representante Legal / Apoderado			
Nombre:		JOSE ANDRES RINCON USCATEGUI	Dirección Electrónica:	cavelier@cavelier.com
Dirección:		CARRERA. 4 No. 72-35	Domicilio/País de constitución:	COLOMBIA - BOGOTA D.C. - BOGOTA D.C.
Identificación: ☒ CEDULA DE CIUDADANIA ☐ EMPRESA EXTRANJERA ☐ PASAPORTE ☐ CEDULA DE EXTRANJERIA ☐ NIT Número: 79780910-				
Presentación de Poder				
Año de Radicación				
Número de Radicación				
8	Datos Solicitud: PCT / WO			
Número Solicitud:		PCT/EP2014/064957	Fecha Solicitud:	11/07/2014
Número Publicacion:		WO 2015/007654	Fecha Publicacion:	22/01/2015
9	Declaraciones de prioridad		☒ SI ☐ NO	
1.	(33) País de origen ESTADOS UNIDOS DE AMERICA	Codigo del país US	(31) No. Solicitud 61/856,439	(32) Fecha 19/07/2013
10	Reivindicaciones			

	Número reivindicaciones:	7	Pago Reivindicaciones:	No
11	Reducción de tasas.			
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i> ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
☐ Micro, pequeñas y medianas empresas ☐ Universidades públicas o privadas ☐ Entidades sin ánimo de lucro Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				
12	Documentos Anexos			
☒ Reivindicaciones ☒ Descripción ☒ Dibujos y/o Figuras ☒ Resumen ☐ Certificado Depósito Material Biológico ☐ Uso de Conocimiento tradicional ☐ Listado de secuencias ☒ Artes finales 12 x 12 cm ☐ Poderes, si fuere el caso ☐ Copia de la primera solicitud si se reivindica prioridad ☐ Traducción simple de la primera solicitud, si se reivindica prioridad ☒ Otros Anexos				

Fig. 2



MÉTODO PARA RECUPERAR UN SULFURO DE COBRE DE UNA MENA QUE CONTIENE UN SULFURO DE HIERRO

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método de recuperación de un concentrado de sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro que proporciona una mejora en la ley del concentrado y la recuperación de sulfuros de cobre, tiene un bajo consumo de productos químicos de procesamiento y puede adaptarse fácilmente a composiciones de mena cambiantes.

Antecedentes de la invención

El método más común para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre de una mena es mediante flotación por espuma. La mena se tritura en húmedo para formar una pulpa mineral, que se acondiciona habitualmente con un compuesto colector que se adsorbe en la superficie de minerales de sulfuro de cobre y hace que la superficie de los minerales de sulfuro de cobre sea más hidrófoba. Entonces se hace pasar un a través de la pulpa mineral para formar burbujas de gas, partículas hidrófobas de la pulpa mineral se unen predominantemente al límite de

fase gas/líquido de las burbujas y se transportan con las burbujas de gas hasta la espuma que se forma encima de la pulpa mineral. La espuma se retira de la superficie del líquido para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre.

La mayor parte de las menas de sulfuro de cobre contienen sulfuros de hierro además de sulfuros de cobre y se tiene como objetivo lograr la flotación selectiva de sulfuros de cobre, permaneciendo los sulfuros de hierro en los residuos de flotación.

El documento U 5.110.455 da a conocer un método para separar sulfuro de cobre de sulfuro de hierro efervescente que usa el acondicionamiento de la pulpa mineral con un oxidante que es preferiblemente peróxido de hidrógeno. El documento enseña a añadir un oxidante en una cantidad que eleva el potencial redox de la pulpa mineral en de 20 a 500 mV.

A Uribe-Salas *et al.*, Int. J. Miner. Process. 59 (2000) 69-83 describen una mejora en la selectividad para la flotación de calcopirita de una mena de matriz de piritita elevando el potencial redox de la pulpa mineral en 0,1 V a través de una adición de peróxido de hidrógeno

antes de la flotación. Se ajusta la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para proporcionar un potencial redox constante.

Sumario de la invención

Los inventores de la presente invención han hallado que puede lograrse una mejora sustancial en la ley del concentrado y la recuperación de sulfuros de cobre mediante la adición de pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno a la pulpa mineral acondicionada antes de o durante la flotación. La adición de tales pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno no conduce a un aumento en el potencial redox de la pulpa, tal como se enseña en la técnica anterior, sino a un potencial redox reducido. Los inventores también han observado que la cantidad óptima de peróxido de hidrógeno para un procedimiento de este tipo no corresponde a un valor particular del potencial redox en la pulpa mineral y que la curva del potencial redox representado gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno puede presentar varios máximos y mínimos para cantidades de peróxido de hidrógeno por debajo y hasta la cantidad óptima. Por tanto, el potencial redox de la pulpa mineral no puede usarse para ajustar la cantidad de peróxido

do de hidrógeno al valor óptimo cuando se producen cambios en la composición de la mena. Los inventores de la presente invención han hallado además que puede determinarse la cantidad óptima de peróxido de hidrógeno que ha de usarse basándose en la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno y que puede mantenerse una recuperación óptima de sulfuros de cobre ajustando la cantidad de peróxido de hidrógeno para mantener una concentración predeterminada de oxígeno disuelto. Esto permite adaptar el método a cambios en la composición de la mena sin llevar a cabo ensayos de la mena o experimentos de optimización extra.

La presente invención se refiere por tanto a un método para recuperar un sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro, que comprende las etapas de

- a) triturar en húmedo la mena con medios de trituración para formar una pulpa mineral,
- b) acondicionar la pulpa mineral con un compuesto colector para formar una pulpa mineral acondicionada, y

c) realizar flotación por espuma de la pulpa mineral acondicionada para formar una espuma y un residuo de flotación, separando la espuma del residuo de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre,

en el que se añade peróxido de hidrógeno a la pulpa mineral acondicionada entre las etapas b) y c) o durante la etapa c), se determina la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno y se ajusta la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para mantener una concentración de oxígeno disuelto de desde 1 hasta 5 veces una concentración objetivo predeterminada.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra el potencial redox E_h representado gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para los experimentos del ejemplo 1.

La figura 2 muestra el DO representado gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido en los experimentos del ejemplo 1.

La figura 3 muestra curvas para la ley acumulada de concentrado de cobre (eje y) representada gráficamente frente a la recuperación acumulada de cobre (eje x) para los ejemplos 2 y 3.

La figura 4 muestra el potencial redox E_h representado gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para los experimentos del ejemplo 4.

La figura 5 muestra el DO representado gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido en los experimentos del ejemplo 4.

La figura 6 muestra curvas para la ley acumulada de concentrado de cobre (eje y) representada gráficamente frente a la recuperación acumulada de cobre (eje x) para los ejemplos 5 a 7.

La figura 7 muestra el potencial redox E_h representado gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para los experimentos del ejemplo 8.

La figura 8 muestra el DO representado gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido en los experimentos del ejemplo 8.

La figura 9 muestra curvas para la ley acumulada de concentrado de cobre (eje y) representada gráficamente frente a la recuperación acumulada de cobre (eje x) para los ejemplos 9 y 10.

La figura 10 muestra el potencial redox E_h representado gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para los experimentos del ejemplo 11.

La figura 11 muestra el DO representado gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido en los experimentos del ejemplo 11.

La figura 12 muestra curvas para la ley acumulada de concentrado de cobre (eje y) representada gráficamente frente a la recuperación acumulada de cobre (eje x) para los ejemplos 12 y 13.

Descripción detallada de la invención

El método de la invención recupera un concentrado de sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro usando tres etapas de método.

En la primera etapa del método de la invención, se tritura la mena con medios de trituración para formar una pulpa mineral, es decir una suspensión acuosa de mena triturada. Se conocen de la técnica anterior medios de trituración adecuados para triturar menas. En una realización preferida, los medios de trituración comprenden una superficie de trituración compuesta por acero o hierro fundido que tiene un contenido de hierro de al menos el 90% en peso. La trituración puede llevarse a cabo en cualquier molino conocido de la técnica que usa medios de trituración. Molinos adecuados son molinos de bolas que usan bolas como medios de trituración o molinos de barras que usan barras como medios de trituración, prefiriéndose los molinos de bolas. El molino tiene preferiblemente un revestimiento de un material resistente a la abrasión.

La mena se muele en húmedo para formar una pulpa mineral, es decir una suspensión acuosa de mena triturada. La mena puede alimentarse al molino junto con agua. Alternativamente, se alimentan mena y agua por separado. Se lleva a cabo la molienda normalmente hasta una mediana del tamaño de partícula de 50-200 μm . Preferiblemente, se tritura la mena hasta lo que se denomina el tamaño de liberación, es decir la mediana máxima del

tamaño de partícula cuando esencialmente todo el sulfuro de cobre está expuesto en la superficie de la partícula y esencialmente no permanece ninguna cantidad de sulfuro de cobre encapsulado en el interior de una partícula.

En la segunda etapa del método de la invención, se acondiciona la mena con un compuesto colector para formar una pulpa mineral acondicionada. Los compuestos colectores son compuestos que tras la adición a la pulpa mineral se adsorben en la superficie de sulfuros de cobre y hacen la superficie hidrófoba. Se conocen de la técnica anterior compuestos colectores adecuados para la flotación por espuma de sulfuros de cobre. Preferiblemente, se usa un alquilxantato de metal alcalino como colector, tal como amilxantato de potasio o etilxantato de sodio. El acondicionamiento se lleva a cabo normalmente añadiendo el acondicionador a la pulpa mineral y mezclando durante un periodo de tiempo suficiente para lograr la adsorción del acondicionador en la superficie mineral, normalmente durante menos de 15 minutos, preferiblemente durante de 0,5 a 15 minutos. Alternativamente, se añade el colector en la primera etapa de la trituración y se lleva a cabo el acondicionamiento reteniendo la pulpa mineral durante un tiempo

correspondiente.

Pueden añadirse reactivos adicionales, tales como espumantes, reguladores del pH, depresores y mezclas de los mismos en la etapa de trituración, la etapa de acondicionamiento o en ambas etapas. Los espumantes son compuestos que estabilizan la espuma formada en una flotación por espuma. Espumantes adecuados están disponibles comercialmente, por ejemplo de Huntsman con el nombre comercial Polyfroth®. Los depresores son compuestos que vuelven más hidrófila la superficie de minerales no deseados. Pueden usarse poliaminas conocidas de la técnica anterior, tales como dietilentriamina o trietilentetra-amina, como depresores para sulfuros de hierro. Pueden añadirse reguladores del pH, tales como óxido de calcio, hidróxido de calcio o carbonato de sodio, para ajustar el pH de la pulpa mineral a un valor deseado, preferiblemente a un valor en el intervalo de desde 7 hasta 11.

En la tercera etapa del método de la invención, la pulpa mineral acondicionada se somete a flotación por espuma para formar espuma y un residuo de flotación, añadiéndose peróxido de hidrógeno a la pulpa mineral acondicionada durante la flotación por espuma o entre la

segunda etapa de acondicionamiento de la pulpa mineral y la etapa de flotación por espuma. La espuma se separa del residuo de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre. Puede llevarse a cabo la flotación por espuma usando equipos y procedimientos conocidos por un experto en la técnica para la flotación por espuma de menas de cobre.

Puede llevarse a cabo la flotación por espuma como una flotación en una sola fase o como una flotación en múltiples fases, usando por ejemplo fases de desbastador, eliminador y limpiador. En una flotación por espuma flotación en múltiples fases, se añade preferiblemente peróxido de hidrógeno antes de la primera fase de flotación o durante la primera fase de flotación.

Cuando se añade peróxido de hidrógeno entre la etapa de acondicionamiento de la pulpa mineral y la etapa de flotación por espuma, el periodo de tiempo entre la adición de peróxido de hidrógeno y la flotación por espuma es preferiblemente de menos de 15 min, más preferiblemente de menos de 3 min y lo más preferiblemente de menos de 1 min. La limitación del periodo de tiempo entre la adición de peróxido de hidrógeno y la flotación por espuma mejora tanto la ley del concentrado co-

mo la recuperación de sulfuros de cobre.

En una realización preferida del método de la invención, se lleva a cabo la flotación por espuma de manera continua y se añade peróxido de hidrógeno de manera continua durante la flotación por espuma.

Se añade preferiblemente peróxido de hidrógeno como una disolución acuosa que comprende del 0,5 al 5% en peso de peróxido de hidrógeno. La adición de una disolución de peróxido de hidrógeno tan diluida proporciona una ley del concentrado y una recuperación mejores que las obtenidas con la misma cantidad de una disolución de peróxido de hidrógeno más concentrada. Por tanto, se prefiere diluir una disolución de peróxido de hidrógeno comercial que comprende del 30 al 70% en peso de peróxido de hidrógeno a una disolución diluida que comprende del 0,5 al 5% en peso de peróxido de hidrógeno antes de añadirla en el método de la invención.

La cantidad de peróxido de hidrógeno añadido a la pulpa acondicionada puede variarse a lo largo de un amplio intervalo dependiendo de la composición de la mena. El método de la invención requiere sólo pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno. En general, son necesas-

rios menos de 100 g de peróxido de hidrógeno por tonelada de mena y preferiblemente se usan menos de 50 g/t. El método puede llevarse a cabo con tan sólo 2 g/t de peróxido de hidrógeno por tonelada de mena y preferiblemente se usan al menos 5 g/t.

Habitualmente habrá una cantidad óptima de peróxido de hidrógeno por tonelada de mena que depende de la composición de la mena. El aumento de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido hasta la cantidad óptima conducirá a un aumento de la ley del concentrado y la recuperación de sulfuros de cobre, mientras que el aumento de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido más allá de la cantidad óptima no conducirá a ninguna mejora adicional, sino que en general conducirá incluso a una ley del concentrado y una recuperación de sulfuros de cobre reducidas. La cantidad óptima de peróxido de hidrógeno corresponde a una concentración particular de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno, concentración que depende del tipo de mena. Pequeñas variaciones en la composición de la mena de un tipo de mena particular, que se producirán dentro de un yacimiento de mena, requerirá que se ajuste la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido pero en general no afectará al valor particular para la

concentración de oxígeno disuelto que corresponde a una cantidad óptima de peróxido de hidrógeno. Por tanto, en el método de la presente invención se determina la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno y se ajusta la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para mantener una concentración de oxígeno disuelto de desde 1 hasta 5 veces una concentración objetivo predeterminada. Preferiblemente, se ajusta la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para mantener una concentración de oxígeno disuelto de desde 1 hasta 2 veces una concentración objetivo predeterminada. Tal ajuste pueden realizarse o bien de manera regular o bien cuando se ha producido un cambio en la composición de la mena.

La concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral puede determinarse con equipos conocidos de la técnica anterior. Sensores preferidos para determinar la concentración de oxígeno disuelto son sensores amperométricos o sensores ópticos que miden la concentración de oxígeno mediante la reducción electroquímica de oxígeno o mediante oxígeno que provocó la extinción de fluorescencia de un colorante. El sensor tiene preferiblemente una membrana permeable al oxígeno en el dispositivo de detección de oxígeno, membrana que tiene baja

permeabilidad para el peróxido de hidrógeno.

La concentración objetivo predeterminada de oxígeno disuelto que va a usarse en el método de la invención puede determinarse llevando a cabo una serie de experimentos de flotación variando la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido, midiendo la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno, analizando el concentrado de sulfuro de cobre recuperado, seleccionando la concentración crítica de oxígeno disuelto para la que se logra una ley del concentrado y una recuperación de sulfuros de cobre óptimas y seleccionando la concentración objetivo como de 1,1 a 2 veces la concentración crítica.

En una realización preferida del método de la invención, se determina la concentración objetivo de oxígeno disuelto en una serie de experimentos preliminares en los que se varía la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido, se determina la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno, se representa gráficamente la concentración de oxígeno disuelto con respecto a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para proporcionar una curva que tiene un punto de inflexión, se determina la

concentración crítica de oxígeno disuelto como la concentración de oxígeno disuelto en el punto de inflexión, y se selecciona la concentración objetivo como de 1,1 a 2 veces la concentración crítica. Preferiblemente, la concentración de oxígeno disuelto se representa gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para proporcionar una curva que tiene una pendiente esencialmente constante a ambos lados del punto de inflexión. Esta realización permite seleccionar una concentración objetivo de oxígeno disuelto sin llevar a cabo ensayos de la mena o experimentos de optimización extra.

Cuando se usan medios de trituración que comprenden una superficie de trituración compuesta por acero o hierro fundido que tiene un contenido de hierro de al menos el 90% en peso, la curva de la concentración de oxígeno disuelto representada gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido es habitualmente plana o tiene una pequeña pendiente para cantidades de peróxido de hidrógeno por debajo del punto de inflexión y tiene una pendiente positiva mayor para cantidades de peróxido de hidrógeno por encima del punto de inflexión. Para tales medios de trituración, la concentración objetivo de oxígeno disuelto se selec-

ciona preferiblemente en un valor mayor que cualquiera de las concentraciones de oxígeno disuelto medidas para cantidades de peróxido de hidrógeno por debajo del punto de inflexión, para garantizar el funcionamiento estable del método y evitar la dosificación de cantidades demasiado pequeñas de peróxido de hidrógeno.

El método de la invención proporciona un aumento sustancial de la ley del concentrado y la recuperación de sulfuros de cobre en un procedimiento de flotación para recuperar un sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro añadiendo pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno a la pulpa mineral acondicionada antes de o durante la flotación y proporciona un modo sencillo para ajustar la cantidad requerida de peróxido de hidrógeno frente a cambios en la composición de la mena que no requiere ensayos de la mena o experimentos de optimización extra.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención, pero no pretenden limitar el alcance de la invención.

Ejemplos

En todos los experimentos de flotación, se trituraron

menas hasta un tamaño de partícula P_{80} de 200 μm con un aparato de laboratorio Magotteaux Mill® usando barras de acero al carbono forjado de 16*1 pulgada como medios de trituración. Se transfirió la pulpa mineral resultante a una celda de flotación de laboratorio y se mezcló durante dos minutos para homogeneizarla. Se añadió etilxantato de sodio como colector a 21 g por tonelada de mena, seguido por 5 g por tonelada de espumante POLYFROTH® H27 de Huntsman. Se acondicionó la pulpa mineral resultante durante 1 min antes de iniciarse la flotación mediante la introducción de aire. Se recogieron concentrados de cuatro veces durante la flotación a lo largo de intervalos proporcionados en los ejemplos. Se recogió cada concentrado mediante rascado manual de la espuma de la superficie de la pulpa una vez cada 10 segundos. Se pesaron los concentrados y se sometieron a ensayo y se calcularon las leyes y recuperaciones acumuladas a partir de estos datos. Se representaron gráficamente las leyes frente a la recuperación y a partir de estas curvas se leyeron los valores para las leyes a una recuperación de cobre específica y las recuperaciones a una ley del cobre específica facilitados en las tablas a continuación.

Ejemplos 1 a 3

Se llevó a cabo flotación con una mena sedimentaria de cobre/oro que tenía un ensayo de cabeza del 1,74% de Cu, el 9,95% de Fe, 3,27 ppm de Au, 168 ppm de Bi y el 3,21% de S.

En el ejemplo 1, se añadieron cantidades variables de peróxido de hidrógeno inmediatamente antes de iniciar la flotación y se determinaron el potencial redox (E_h) y el contenido de oxígeno disuelto (DO, *dissolved oxygen*) inmediatamente tras iniciarse la flotación. En la tabla 1, se resumen los resultados. La figura 1 muestra los valores de E_h representados gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La figura 2 muestra una curva de DO representado gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La curva de la figura 2 muestra un punto de inflexión para una cantidad de peróxido de hidrógeno de aproximadamente 66 g/t, disminuyendo ligeramente el DO con la adición de menores cantidades y aumentando rápidamente el DO con la adición de mayores cantidades. Los valores de E_h de la figura 1 parecen tener al menos dos mínimos y un máximo para E_h para pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno añadido. También puede observarse el mismo E_h observado para una cantidad óptima de peróxido de hidrógeno para cantida-

des mucho menores de peróxido de hidrógeno, haciendo que E_h sea inadecuado para ajustar la cantidad de peróxido de hidrógeno tras cambios en la composición de la mena.

Tabla 1

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido

H ₂ O ₂ añadido [g/t]	Ejemplo 1	
	DO [ppm]	Eh [mV]
0	1,13	241
7,5	1,13	230
15	1,05	220
30	0,95	226
60	0,90	222
90	1,56	227
120	2,20	239

En los ejemplos 2 y 3, se llevó a cabo flotación con concentrados recogidos a lo largo de intervalos de 0,5, 2, 5 y 10 minutos. No se añadió peróxido de hidrógeno en el ejemplo 2. En el ejemplo 3, se añadió una disolución acuosa de peróxido de hidrógeno al 1% en peso en

una cantidad de 75 g/t de mena inmediatamente antes de iniciar la flotación.

La figura 3 muestra las curvas para la ley acumulada de concentrado de cobre representada gráficamente frente a la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 2 y 3. Las tablas 2 y 3 comparan estos resultados a una recuperación de cobre del 85% y a una ley del cobre de concentrado del 18%.

Tabla 2

Leyes de concentrado de cobre y oro y recuperaciones de oro y diluyente a una recuperación de cobre del 85%

Ejem- plo	H ₂ O ₂ añadido	Ley		Recuperación			
		Cu	Au	Au	Bi	IS	NSG
		[%]	[ppm]	[%]	[%]	[%]	[%]
2*	0 g/t	18,2	25,0	62,5	69,2	18,8	3,6
3	75 g/t	19,2	26,0	55,0	65,0	13,6	3,4

* No es según la invención,

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga distinta de sulfuro

Tabla 3

Recuperación de cobre y oro y ley del diluyentes y oro

de concentrado a una ley del cobre del concentrado del 18%

Ejem- plo	H ₂ O ₂ añadido	Recupera- ción		Ley			
		Cu [%]	Au [%]	Au [ppm]	Bi [ppm]	IS [%]	NSG [%]
2*	0 g/t	85,7	58,8	24,7	1420	6,2	41,5
3	75 g/t	89,3	63,3	24,7	1310	4,7	42,8

* No es según la invención,

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga distinta de sulfuro

Ejemplos 4 a 7

Se llevó a cabo flotación con una mena de yacimiento de sulfuro vulcanogénico que tenía un ensayo de cabeza del 2,63% de Cu, el 19,2% de Fe y el 15,9% de S.

En el ejemplo 4, se añadieron cantidades variables de peróxido de hidrógeno inmediatamente antes de iniciar la flotación y se determinaron el potencial redox (E_h) y el contenido de oxígeno disuelto (DO) inmediatamente tras iniciarse la flotación. En la tabla 4, se resumen los resultados.

Tabla 4

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido

H ₂ O ₂ añadido [g/t]	Ejemplo 4	
	DO [ppm]	Eh [mV]
0	0,74	250
30	0,77	243
60	0,75	237
120	0,74	239
180	0,72	235
240	1,05	236
300	1,49	240
360	1,67	245

La figura 4 muestra los valores de E_h representados gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La figura 5 muestra una curva de DO representado gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La curva de la figura 5 muestra un punto de inflexión para una cantidad de peróxido de hidrógeno de aproximadamente 190 g/t, con ningún cambio significativo de DO con la adición de menores cantidades y aumentando rápidamente el

DO con la adición de mayores cantidades. Los valores de E_h de la figura 4 parecen tener al menos dos mínimos y un máximo para E_h para pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno añadido.

En los ejemplos 5 a 7, se llevó a cabo flotación con concentrados recogidos a lo largo de intervalos de 0,5, 2, 4 y 7 minutos. No se añadió peróxido de hidrógeno en el ejemplo 5. En los ejemplos 6 y 7, se añadió una disolución acuosa de peróxido de hidrógeno al 1% en peso en cantidades de 15 g/t de mena y 240 g/t de mena inmediatamente antes de iniciar la flotación.

La figura 6 muestra las curvas para la ley acumulada de concentrado de cobre representada gráficamente frente a la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 5 a 7. Las tablas 5 y 6 comparan estos resultados a una recuperación de cobre del 90% y a una ley del cobre de concentrado del 18%.

Tabla 5

Leyes de concentrado cobre y hierro y recuperaciones de diluyente a una recuperación de cobre del 90%

Ejem- plo	H ₂ O ₂ añadido	Ley		Recuperación		
		Cu	Fe	Fe	IS	NSG

		[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
5*	0 g/t	15,5	26,8	18,2	10,0	4,5
6	15 g/t	20,5	28,8	17,7	7,7	4,1
7	240 g/t	21,1	27,6	16,4	8,0	3,9

* No es según la invención,

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga distinta de sulfuro

Tabla 6

Recuperación de cobre y hierro y ley del diluyentes de concentrado a una ley del cobre de concentrado del 18%

Ejem- plo	H ₂ O ₂ añadido	Recupera- ción		Ley		
		Cu [%]	Fe [%]	Fe [%]	IS [%]	NSG [%]
5*	0 g/t	91,0	18,8	26,8	19,0	28,4
6	15 g/t	93,5	20,2	28,1	18,0	26,4
7	240 g/t	94,6	19,5	26,9	20,0	27,5

* No es según la invención,

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga distinta de sulfuro

Ejemplos 8 a 10

Se llevó a cabo flotación con una mena de pórfido de

cobre/oro que tenía un ensayo de cabeza del 0,43% de Cu, el 5,4% de Fe, 0,18 ppm de Au y el 5,0% de S.

En el ejemplo 8, se añadieron cantidades variables de peróxido de hidrógeno inmediatamente antes de iniciar la flotación y se determinaron el potencial redox (E_h) y el contenido de oxígeno disuelto (DO) inmediatamente tras iniciarse la flotación. En la tabla 7, se resumen los resultados. La figura 7 muestra los valores de E_h representados gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La figura 8 muestra una curva de DO representado gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La curva de la figura 8 muestra un punto de inflexión para una cantidad de peróxido de hidrógeno de aproximadamente 95 g/t, con ningún cambio significativo de DO con la adición de menores cantidades y aumentando rápidamente el DO con la adición de mayores cantidades. Los valores de E_h de la figura 7 parecen tener al menos dos mínimos y un máximo para E_h para pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno añadido. También puede observarse el mismo E_h observado para una cantidad óptima de peróxido de hidrógeno, para cantidades mucho menores de peróxido de hidrógeno, haciendo que E_h sea inadecuado para ajustar la cantidad de peróxido de hidrógeno tras

cambios en la composición de la mena.

Tabla 7

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido

H ₂ O ₂ añadido [g/t]	Ejemplo 8	
	DO [ppm]	Eh [mV]
0	0,40	224
7,5	0,40	203
15	0,30	186
30	0,30	199
60	0,30	190
120	0,45	201
180	0,75	210
240	1,00	225

En los ejemplos 9 y 10, se llevó a cabo flotación con concentrados recogidos a lo largo de intervalos de 0,5, 2, 4 y 9 minutos. No se añadió peróxido de hidrógeno en el ejemplo 9. En el ejemplo 10, se añadió una disolución acuosa de peróxido de hidrógeno al 1% en peso en una cantidad de 120 g/t de mena inmediatamente antes de iniciar la flotación.

La figura 9 muestra las curvas para la ley acumulada de concentrado de cobre representada gráficamente frente a la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 9 y 10. Las tablas 8 y 9 comparan estos resultados a una recuperación de cobre del 70% y a una ley del cobre de concentrado del 9%.

Tabla 8

Leyes de concentrado de cobre y oro y recuperaciones de oro y diluyente a una recuperación de cobre del 70%

Ejem- plo	H ₂ O ₂ añadido	Ley		Recuperación		
		Cu	Au	Au	IS	NSG
		[%]	[ppm]	[%]	[%]	[%]
9*	0 g/t	6,2	1,3	35,0	14,5	3,1
10	120 g/t	7,2	1,7	46,0	11,2	2,6

* No es según la invención,

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga distinta de sulfuro

Tabla 9

Recuperación de cobre y oro y ley del diluyentes y oro de concentrado a una ley del cobre de concentrado del 9%

Ejem- plo	H ₂ O ₂ añadido	Recupera- ción		Ley		
		Cu [%]	Au [%]	Au [ppm]	IS [%]	NSG [%]
9*	0 g/t	60,0	27,5	1,7	33,0	41,0
10	120 g/t	67,0	42,5	2,0	27,0	47,0

* No es según la invención,

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga distinta de sulfuro

Tabla 9 muestra una mejora adicional en la recuperación de cobre y oro.

Ejemplos 11 a 13

Se llevó a cabo flotación con una mena de cobre/oro que alojaba óxido de hierro que tenía un ensayo de cabeza del 0,83% de Cu, el 21,7% de Fe, 0,39 ppm de Au, 568 ppm de As y el 4,0% de S.

En el ejemplo 11, se añadieron cantidades variables de peróxido de hidrógeno inmediatamente antes de iniciar la flotación y se determinaron el potencial redox (E_h) y el contenido de oxígeno disuelto (DO) inmediatamente tras iniciarse la flotación. En la tabla 10, se resumen

los resultados. La figura 10 muestra los valores de E_h representados gráficamente frente a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La figura 11 muestra una curva de DO representado gráficamente frente al logaritmo de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido. La curva de la figura 11 muestra un punto de inflexión para una cantidad de peróxido de hidrógeno de aproximadamente 64 g/t, con ningún cambio significativo de DO con la adición de menores cantidades y aumentando rápidamente el DO con la adición de mayores cantidades. Los valores de E_h de la figura 10 parecen tener un mínimo para E_h para pequeñas cantidades de peróxido de hidrógeno añadido. También puede observarse el mismo E_h observado para una cantidad óptima de peróxido de hidrógeno para una cantidad mucho menor de peróxido de hidrógeno, haciendo que E_h sea inadecuado para ajustar la cantidad de peróxido de hidrógeno tras cambios en la composición de la mena.

Tabla 10

Variación de la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido

H ₂ O ₂ añadido	Ejemplo 11
---------------------------------------	------------

[g/t]		
	DO [ppm]	Eh[mV]
0	0,55	233
7,5	0,60	216
15	0,68	203
30	0,63	200
60	0,65	206
90	1,15	214
120	1,57	224

En los ejemplos 12 y 13, se llevó a cabo flotación con concentrados recogidos a lo largo de intervalos de 0,5, 2, 4 y 8 minutos. No se añadió peróxido de hidrógeno en el ejemplo 12. En el ejemplo 13 se añadió una disolución acuosa de peróxido de hidrógeno al 1% en peso en una cantidad de 50 g/t de mena inmediatamente antes de iniciar la flotación.

La figura 12 muestra las curvas para la ley acumulada de concentrado de cobre representada gráficamente frente a la recuperación acumulada de cobre para los ejemplos 12 y 13. Las tablas 11 y 12 comparan estos resultados a una recuperación de cobre del 80% y a una ley del cobre de concentrado del 13%.

Tabla 11

Leyes de concentrado de cobre y oro y recuperaciones de

oro y diluyente a una recuperación de cobre del 80%

Ejem- plo	H ₂ O ₂ añadido	Ley		Recuperación			
		Cu [%]	Au [ppm]	Au [%]	As [%]	IS [%]	NSG [%]
12*	0 g/t	10,5	3,7	60,0	33,9	46,3	1,8
13	50 g/t	12,0	3,9	59,0	27,5	38,0	1,4

* No es según la invención,

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga distinta de sulfuro

Tabla 12

Recuperación de cobre y oro y ley del diluyentes y oro de concentrado a una ley del cobre de concentrado del 13%

Ejem- plo	H ₂ O ₂ añadido	Recupera- ción		Ley			
		Cu [%]	Au [%]	Au [ppm]	As [ppm]	IS [%]	NSG [%]
12*	0 g/t	57,5	36,0	3,8	2740	42,8	19,1
13	50 g/t	75,0	53,0	4,0	2780	41,8	20,1

* No es según la invención,

IS = sulfuros de hierro, NSG = ganga distinta de sulfuro

REIVINDICACIONES

1. Método para recuperar un sulfuro de cobre de una mena que contiene un sulfuro de hierro, que comprende las etapas de

a) triturar en húmedo la mena con medios de trituración para formar una pulpa mineral,

b) acondicionar la pulpa mineral con un compuesto colector para formar una pulpa mineral acondicionada, y

c) realizar flotación por espuma de la pulpa mineral acondicionada para formar una espuma y un residuo de flotación, separando la espuma del residuo de flotación para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre,

en el que se añade peróxido de hidrógeno a la pulpa mineral acondicionada entre las etapas b) y c) o durante la etapa c), se determina la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno y se ajusta la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para mantener una concentración de oxígeno disuelto de desde 1 hasta 5 veces una concentración objetivo predeterminada.

2. Método según la reivindicación 1, en el que se determina la concentración objetivo de oxígeno disuelto en una serie de experimentos preliminares en los que se varía la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido, se determina la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno, se representa gráficamente la concentración de oxígeno disuelto con respecto a la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para proporcionar una curva que tiene un punto de inflexión, se determina la concentración crítica de oxígeno disuelto como la concentración de oxígeno disuelto en el punto de inflexión, y se selecciona la concentración objetivo como de 1,1 a 2 veces la concentración crítica.
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que se añade el peróxido de hidrógeno menos de 15 minutos antes de que se introduzca un gas para flotación por espuma.
4. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que se lleva a cabo la flotación por espuma de manera continua y se añade peróxido de hidrógeno de manera continua durante la flotación por espuma.

5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que se añade peróxido de hidrógeno como una disolución acuosa que comprende del 0,5 al 5% en peso de peróxido de hidrógeno.
6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se usa un alquilxantato de metal alcalino como colector.
7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que los medios de trituración comprenden una superficie de trituración compuesta por acero que tiene un contenido de hierro de al menos el 90% en peso.

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCTNOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

EVONIK DEGUSSA GMBH
CI-IPM-PAT
Postcode 84/339
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 29 June 2015 (29.06.2015)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 2013P00217WO	
International application No. PCT/EP2014/064957	International filing date (day/month/year) 11 July 2014 (11.07.2014)

1. The following indications appeared on record concerning:		
☒ the applicant	☐ the inventor	☐ the agent
☐ the common representative		
Name and Address EVONIK INDUSTRIES AG Rellinghauser Straße 1-11 45128 Essen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. +49 6181 59 3782	
	Facsimile No. +49 6181 59 4304	
	E-mail address ipm-pat-hanau@evonik.com	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
☒ the person	☐ the name	☐ the address
☐ the nationality		
☐ the residence		
Name and Address EVONIK DEGUSSA GMBH Rellinghauser Straße 1-11 45128 Essen Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. +49 6181 59 3782	
	Facsimile No. +49 6181 59 4304	
	E-mail address ipm-pat-hanau@evonik.com ☐ Notifications by e-mail authorized	
3. Further observations, if necessary: Please also note the changed address for correspondence as shown in the addressee box above.		
4. A copy of this notification has been sent to:		
☒ the receiving Office	☒ the International Preliminary Examining Authority	
☐ the International Searching Authority	☐ the designated Offices concerned	
☐ the Authority(ies) specified for supplementary search	☒ the elected Offices concerned	
	☐ other:	

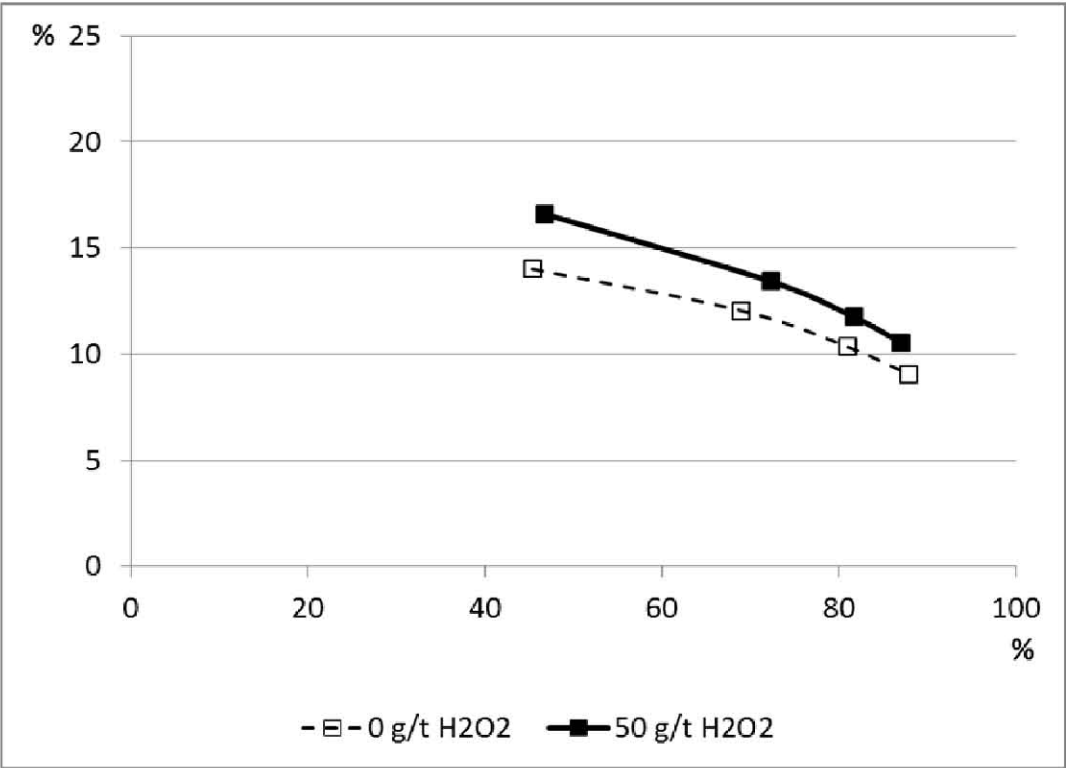
The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Wimmer Peter e-mail pt06.pct@wipo.int Telephone No. +41 22 338 74 06
---	--

Facsimile No. +41 22 338 89 70

RESUMEN

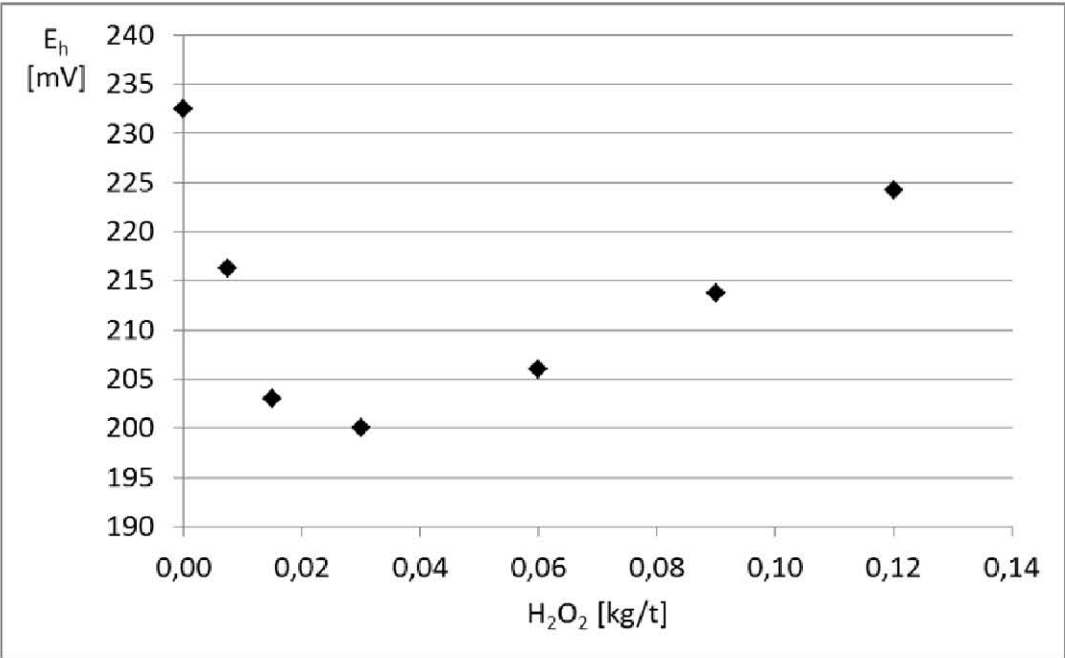
En un método para recuperar un concentrado de sulfuro de cobre mediante flotación por espuma de una mena que contiene un sulfuro de hierro, se añade peróxido de hidrógeno a la pulpa mineral acondicionada antes de o durante la flotación, se determina la concentración de oxígeno disuelto en la pulpa mineral tras la adición de peróxido de hidrógeno y se ajusta la cantidad de peróxido de hidrógeno añadido para mantener una concentración de oxígeno disuelto de desde 1 hasta 5 veces una concentración objetivo predeterminada, para ajustar la cantidad de peróxido de hidrógeno frente a cambios en la composición de la mena.

Fig. 12



5

Fig. 10



5 Fig. 11

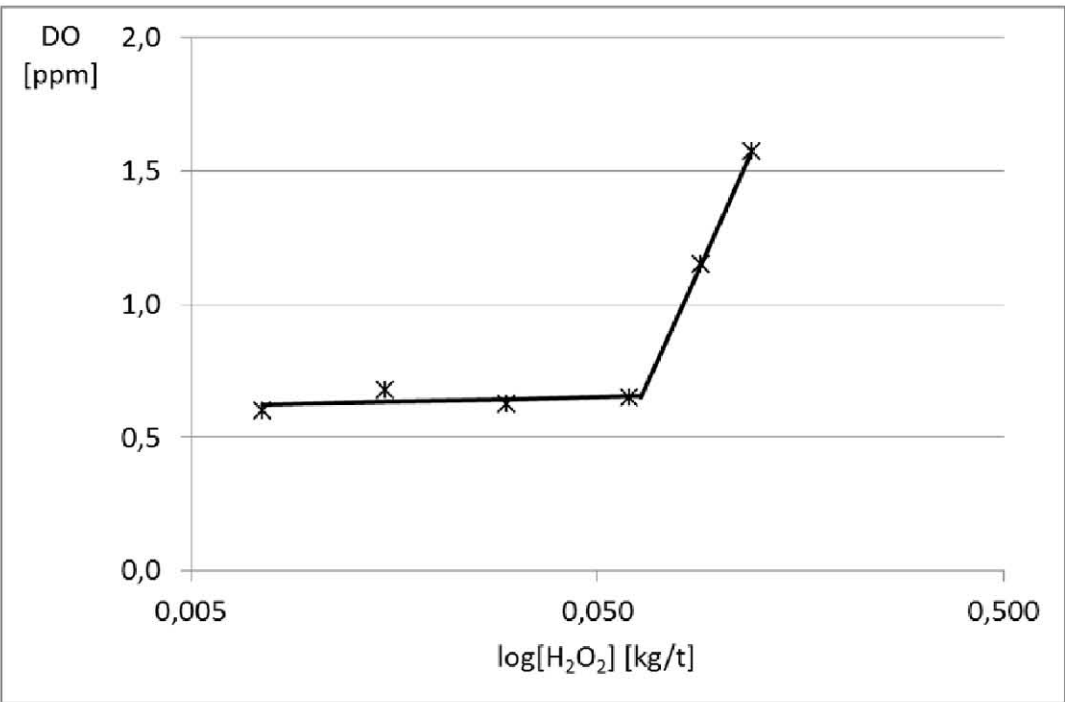


Fig. 9

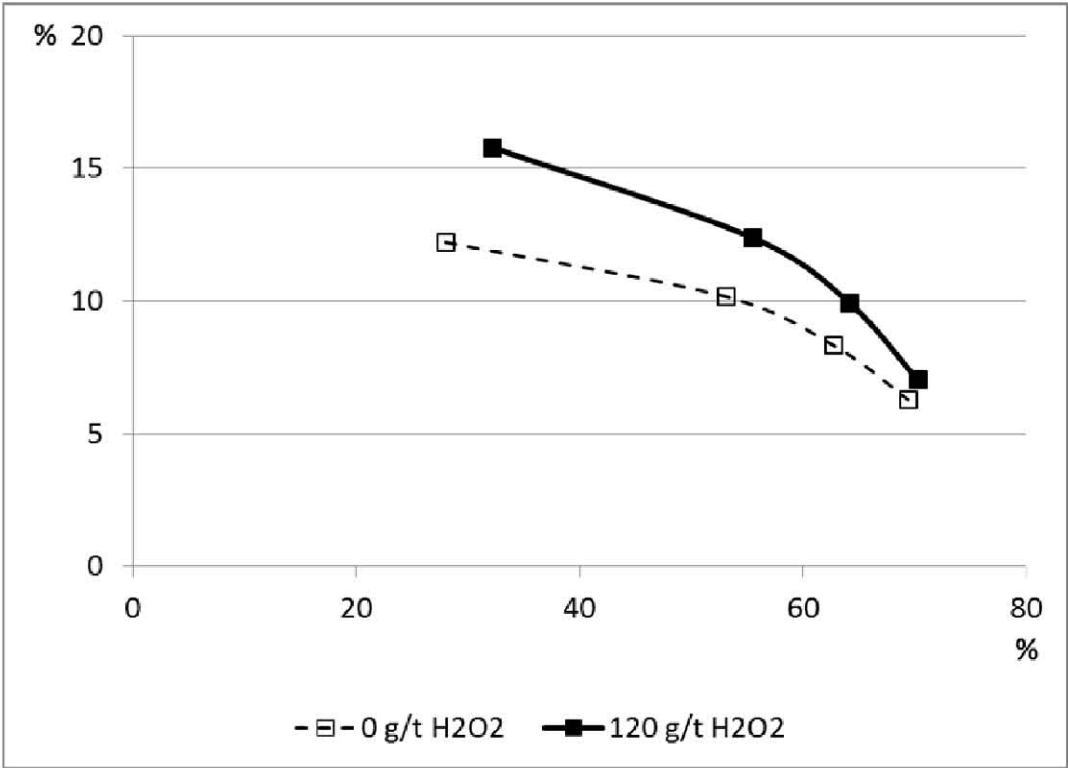
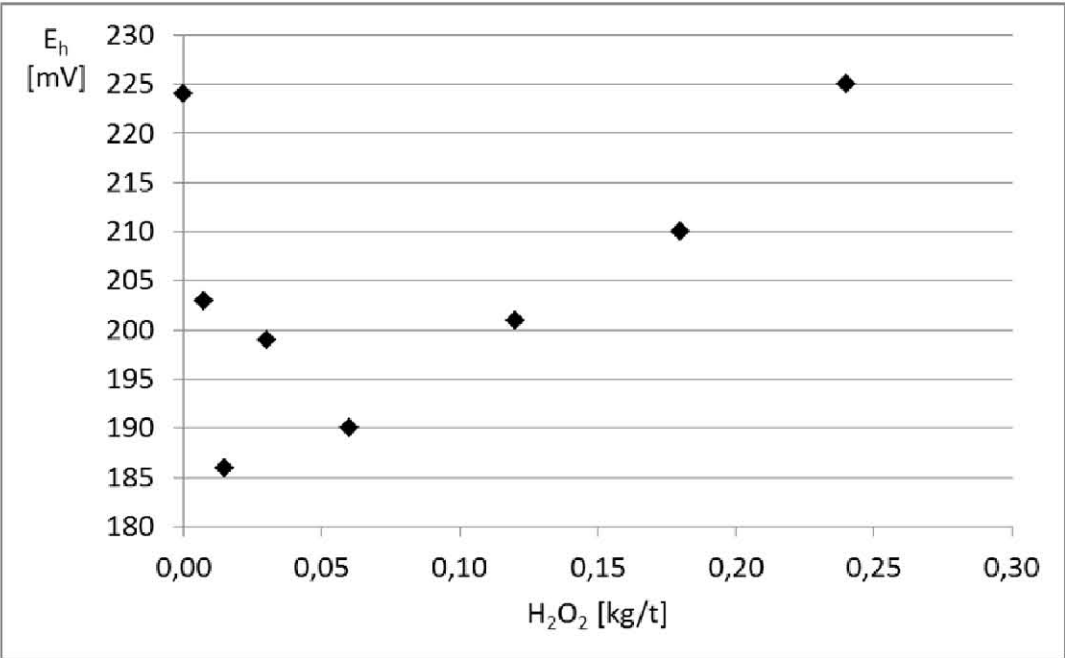


Fig. 7



5 Fig. 8

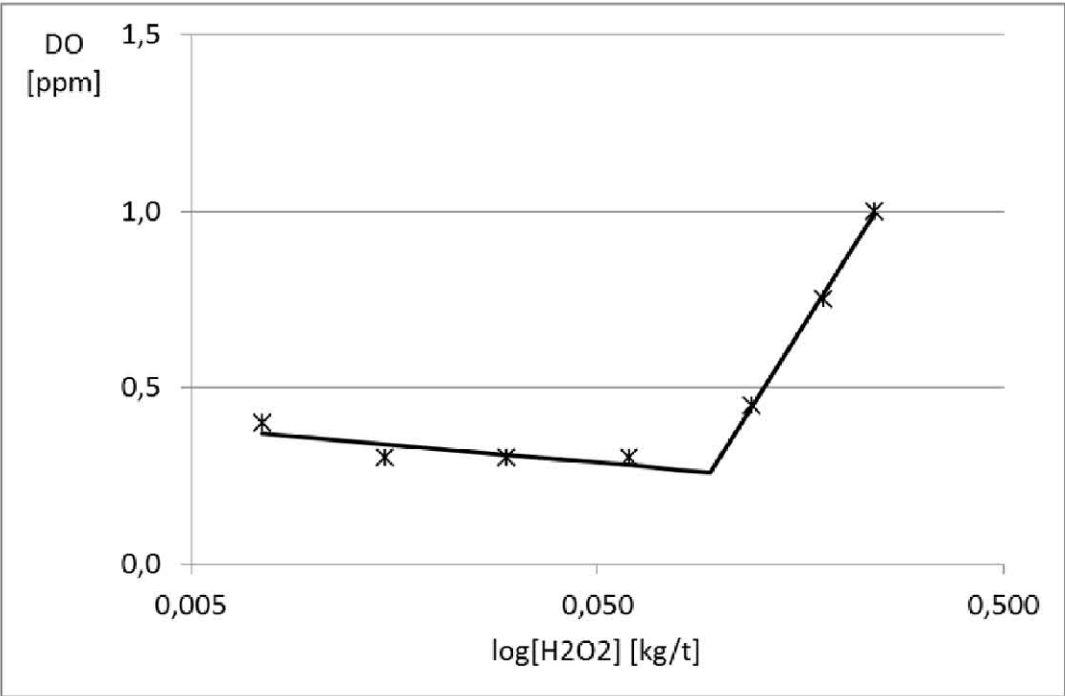


Fig. 6

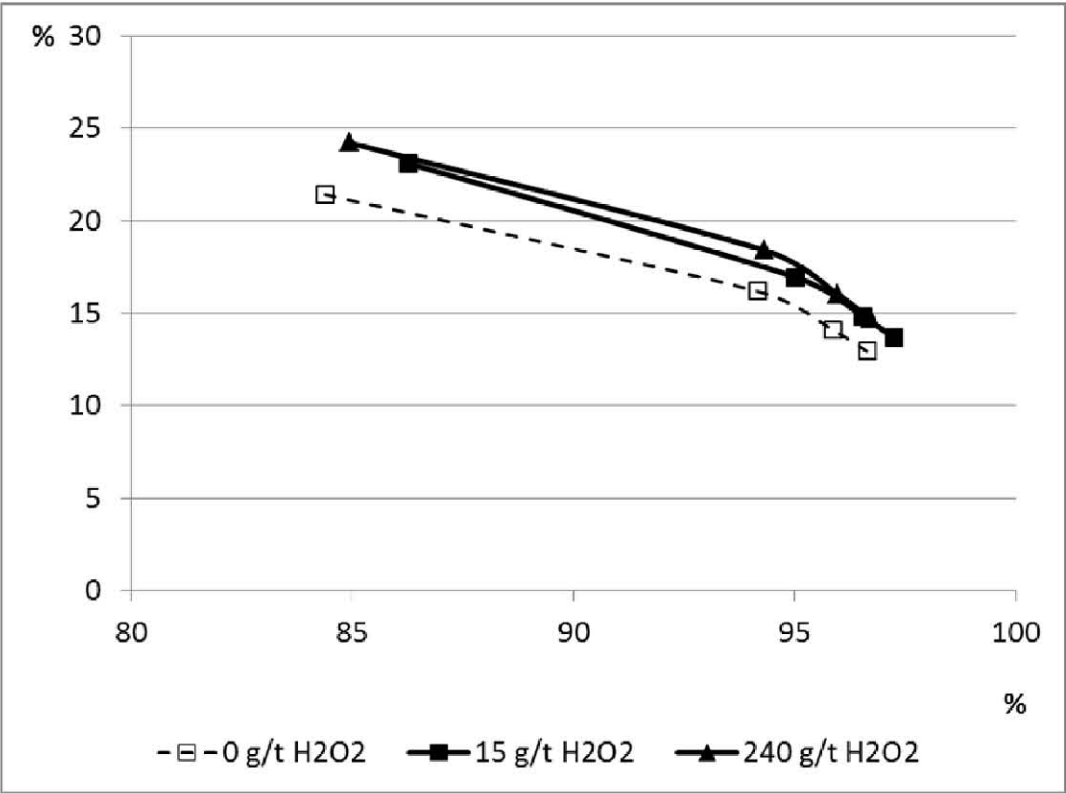
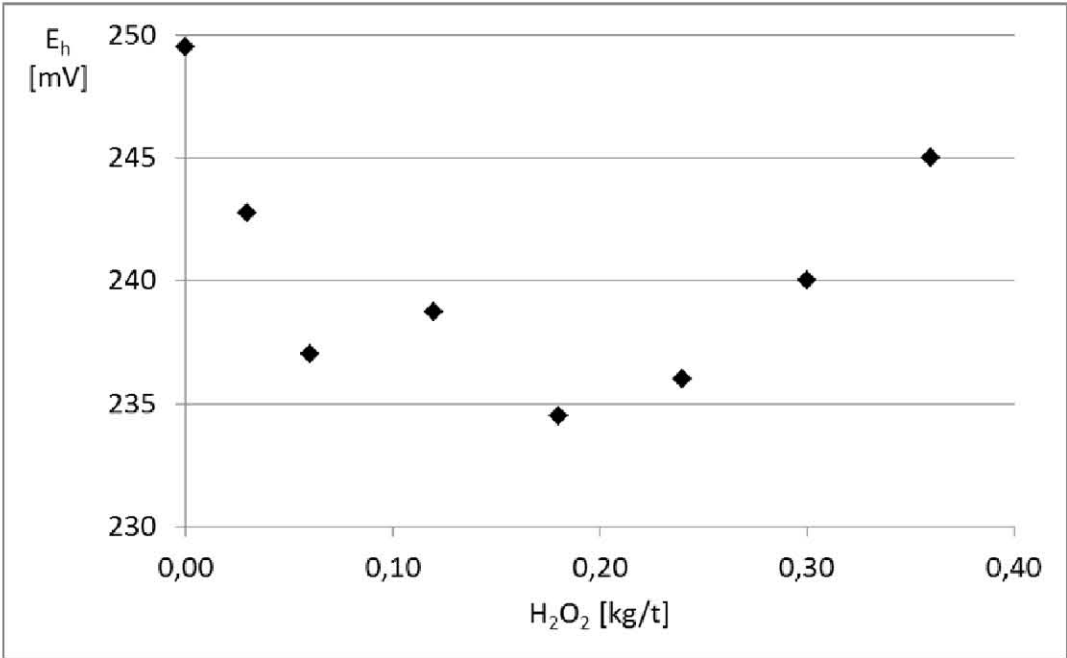


Fig. 4



5 Fig. 5

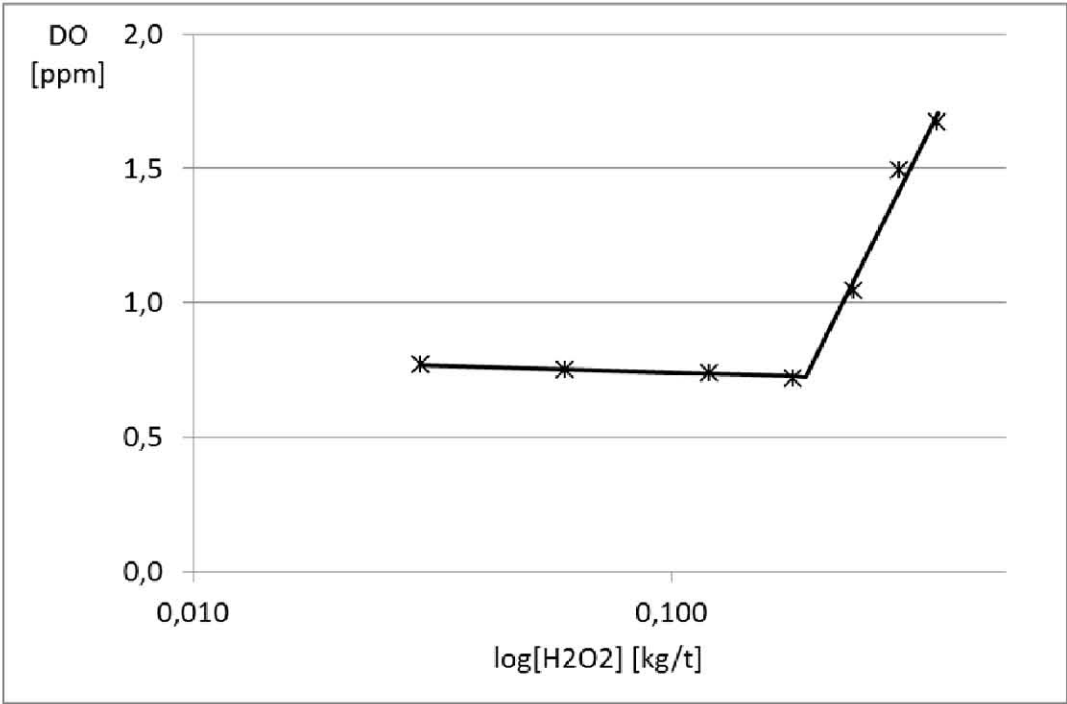


Fig. 3

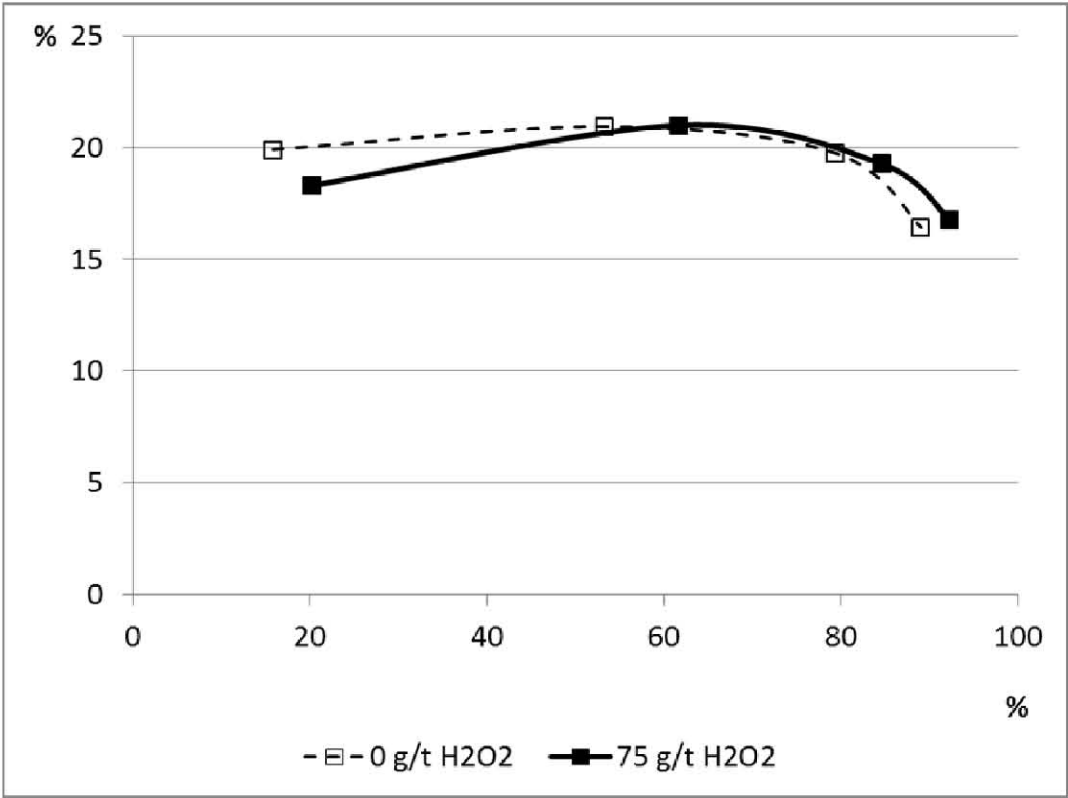
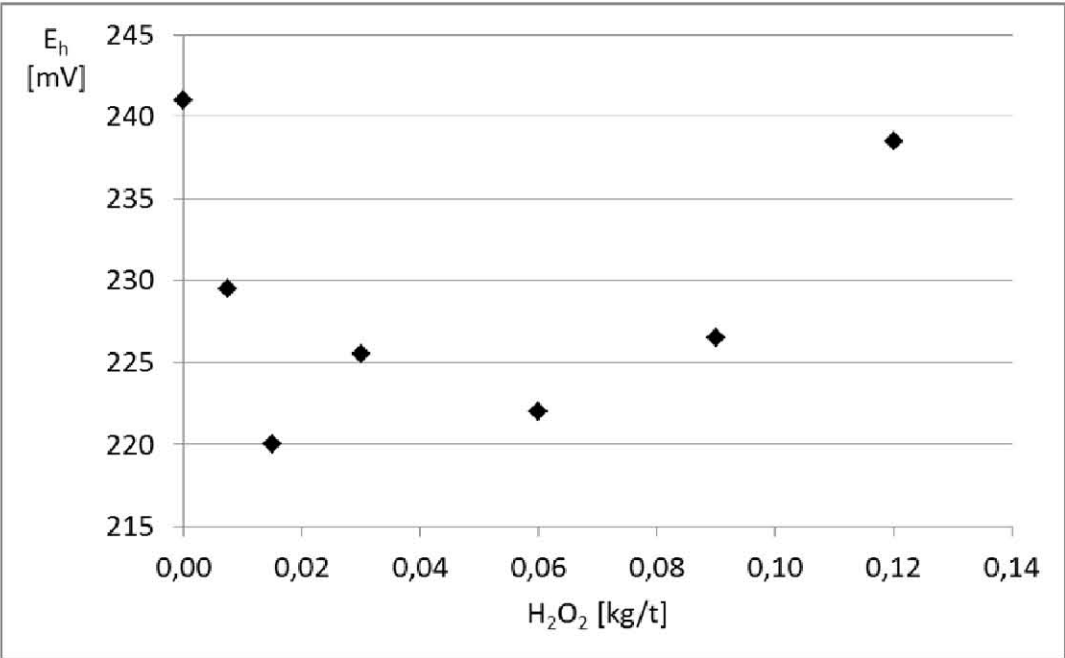


Fig. 1



5 Fig. 2

