

10

dación del azufre y del hierro debe ser suficiente para hacer frente a las necesidades de la fusión, no obstante es costumbre casi universal

15

el emplear además como de un 2 a un 6 por ciento de material carbonáceo, por ejemplo, coque, en parte como factor de seguridad para mantener el calor en caso de irregularidad de la operación, y en mayor medida con el fin de mantener la carga abierta para promover la difusión de gas. Al parecer, la presencia

20



de este agente reductor disponible en la carga permitiría esperar que el azufre elemental estuviera presente en los gases de salida en cantidad mucho mayor que el bióxido sulfúrico.

25

Pero en realidad los gases de salida del horno usual de fusión de pirita contienen azufre elemental en proporción mucho menor de lo que parecen indicar estas consideraciones, porque los gases de salida del horno contienen en mucha parte el azufre en forma de bióxido sulfúrico.

30

Esta desventajosa reducción de la cantidad de azufre elemental recuperable de los gases de salida, puede atribuirse principalmente a la acción oxidante de las importantes cantidades de aire sobrante usadas al hacer funcionar el horno, y también puede obedecer al tragante más o menos abierto con que funciona el horno de fusión ordinario.

35

En el procedimiento de mi invención, la gran cantidad de azufre volátil originariamente libertado se protege contra la oxidación subsiguiente, y además el bióxido sulfú-

40

rico suministrado por la combustión de fusión se reduce a forma elemental, y también se protege contra dicha oxidación.

45 El modo como consigo esto consiste, en general, en regular el aire suministrado al horno, en suministrarlo más lentamente, en reducir el bióxido sulfúrico procedente de la zona de combustión por la acción del sulfuro ferroso de la carga, en mantener una atmósfera no oxidante en la parte superior de la carga para impedir la oxidación tanto del azufre así reducido como del libertado por volatilización, y en hacer funcionar el horno con un tragante cerrado para impedir la entrada de
50 aire encima de la carga, lo cual daría por resultado la oxidación del azufre elemental. Además, en mi procedimiento prefiero usar un chorro caliente.



55 Hay que observar, además, que esto se realiza y la operación de fusión se lleva a cabo igualmente bien, empleando sólo la cantidad normal de coque u otro material carbonáceo de los usados en la fusión de la pirita; a saber, de un 2 a un 6 por ciento. Si se hubiera de contar con el coque como agente reductor del bióxido sulfúrico, sería necesario emplearlo en cantidad de un 10% aproximadamente de la carga usual de pirita.
60

70 Un procedimiento específico que da idea de mi invento es el siguiente:

Una fundidora de alto horno de cualquier tipo bien conocido, por ejemplo, la

75

fundidora de pirita corriente con refrigeración de agua, puede servir para los fines de mi procedimiento, pero necesita una disposición especial para que el horno funcione con un tragante cerrado, con objeto de impedir la entrada de aire durante la alimentación. Para

80

este objeto puede utilizarse cualquiera de los muchos tipos adecuados y bien conocidos de construcción hermética al aire del mecanismo de alimentación. Además, yo prefiero un horno cuya altura sea mayor que la de la fundidora ordinaria de pirita.

85



Usando un tragante cerrado, el único aire que tendrá acceso a la carga será el inyectado por las toberas en cantidad regulada.

90

La carga de pirita del horno puede ser de cualquier tipo corriente, por ejemplo, de pirita-calcopirita, a lo cual se añade una cantidad adecuada de tierras siliciosas y cálcicas para suministrar una escoria de silicato de hierro y calcio.

95

A esta carga se añade una pequeña cantidad de coque u otro material carbonáceo conveniente, primero para comunicar al mineral una porosidad adecuada que favorezca la difusión, y en cierto modo para suministrar un factor de seguridad manteniendo el calor en caso de irregularidad de la operación. Esta función puede ser también desempeñada por cualquier material que no sea coque, que conseguirá el mismo resultado sin estorbar las opera -

100

105

ciones de fusión o recuperación.

110

La cantidad de coque empleada dependerá de la naturaleza física del mineral y de los requisitos de cada operación. En general, variará entre el 2 y el 6 por ciento aproximadamente como en la fusión ordinaria de pirita, en cuanto no se cuente con ella en medida importante como valor de combustible o como agente reductor del bióxido sulfúrico.

115

La diferencia entre mi invento y la operación ordinaria de fusión de pirita no se refiere especialmente a la cantidad de coque empleada, con tal que el uso de dicho coque se ajuste a la conveniencia de mantener la porosidad y a la necesidad de suministrar un factor de seguridad del combustible.

120



125

Esta carga se introduce en el horno sin entrada de aire durante la introducción, y la profundidad del lecho que se desee se gradúa por adiciones periódicas a la carga conforme avanza la operación.

130

El aire se inyecta por las toberas en la forma conocida, y con arreglo a mi invento el chorro de aire se introduce gradua- do, de tal modo que el oxígeno se consume virtualmente por entero en la zona de fusión, pa- ra asegurar el mantenimiento de una atmósfe- ra virtualmente no oxidante en la parte supe- rior del horno.

135

Además el chorro de aire se intro- duce en tal proporción que se produce una zo- na caliente alargada y la temperatura del hor- no en la zona de encima de la zona de la to-

140

bera es más alta de lo que suele ocurrir en la fusión de pirita, lo cual tiene por objeto acelerar la reducción del bióxido sulfúrico por el FeS. Para ampliar más los recursos térmicos del proceso y para asegurar virtualmente el consumo completo del oxígeno en la zona de combustión es también conveniente usar un chorro muy caliente. Si se desea, dicho chorro puede también ser seco, para favorecer la uniformidad de la operación y para facilitar la consecución del foco alargado.

145

150



Como resultado de esta producción de un foco alargado, es conveniente aumentar la altura normal de la carga, y si es preciso debe proveerse para este fin un adecuado horno más alto. Haciéndolo así, se obtendrá un contacto suficientemente prolongado del bióxido sulfúrico con el sulfuro de hierro y se evitará una temperatura debidamente alta de los gases que se escapan de lo alto de la carga. Es deseable que la temperatura en lo alto del horno se mantenga en 350 a 450° C.

155

160

La altura más conveniente de la carga para el mineral empleado y las condiciones de operación podrá averiguarse enseguida en cada caso por el efecto de su variación en la operación. El efecto, por ejemplo, sobre la naturaleza de la escoria, la concentración de la mata y la composición de los gases de salida del horno, particularmente por lo que respecta a su contenido relativo de bióxido sulfúrico y de azufre libre, servirá para indicar los cambios que deben hacerse.

165

170

Pero en cualquier caso la carga no debe llegar a tal altura que el azufre tienda a depositarse en el horno como resultado de una temperatura inferior indebidamente baja.

175

Observando cuidadosamente las condiciones antes indicadas, en los gases de salida del horno habrá un tanto por ciento muy elevado de azufre elemental, y la operación de fusión se realizará de una manera singularmente eficaz.

180

Las reacciones que se realizaran en el horno estarán probablemente constituidas como sigue:

En la zona o foco de combustión intensa, el hierro y una gran proporción del azufre en la mezcla de sulfuro de hierro restante después de haber sido expulsado el azufre volátil, se oxidarán por el chorro de aire caliente formando bióxido sulfúrico, una escoria de silicato de hierro y calcio y una mata que contendrá el cobre o níquel y otros valores. Esta mata y escoria bajarán al fondo del horno, y podrán extraerse en la forma ordinaria.

185
186
187
188
189



190

El bióxido sulfúrico caliente subirá a la carga, y al ponerse en contacto con el sulfuro de hierro caliente se reducirá a azufre elemental con simultánea producción de un óxido de hierro. Probablemente esta reacción se ajusta más o menos a una de las ecuaciones siguientes, o a ambas:

195
200



25

En la parte inferior del horno la primera reacción se realizará con más probabilidad que la segunda, en vista de la sílice presente, que tenderá évidamente a tomar óxido ferroso a la elevada temperatura reinante para formar una escoria.

20

Además, la mayor temperatura del foco alargado acelerará considerablemente estas reacciones, que son más rápidas a mayores temperaturas. El combinar la sílice el FeO formado reduce la posibilidad de que la acción se invierta, y lo mismo puede decirse de la velocidad de la corriente de gas que llevará el azufre elemental producido a las regiones en que es menos probable que ocurra la inversión.

25



20

Procediendo hacia arriba al través de la carga, las reacciones tenderán a progresar hasta su virtual terminación, porque una temperatura tan baja como la de 800° C. es por lo común satisfactoria para la reacción rápida, requisito que se satisface ampliamente dadas las condiciones de fusión resistentes.

25

Para asegurar más aun la perfección virtual de esta reacción reductora, y particularmente en lo que se refiere a la parte más fría de la carga, he descubierto que una mezcla íntima de magnesia con la carga es singularmente eficaz para catalizar esta reacción, con lo cual se hace posible una reducción importante de la temperatura necesaria.

20

235

En caso de añadirse magnesio a la carga, por ejemplo, una cal dolomítica, pasa a la escoria cuya composición se modificará con sujeción a reglas bien conocidas en el arte. La cal y el óxido de hierro también actúan de catalizadores de esta reacción, pero no tan eficazmente como la magnesia.

240

En las partes superiores de la carga el calor que sube del foco por conducto de los gases volatilizará el débil átomo de azufre de la piritita presente en la carga.

245

Debido a la regulación del chorro de aire para asegurar que se consume prácticamente todo el oxígeno en la zona de combustión, la atmósfera en la parte superior de la carga será no oxidante, y el azufre volatilizado y el producido por reducción del trióxido sulfúrico no estarán sujetos a la oxidación en ella.

250



Además, en su escape a lo alto de la carga la disposición de un tragante cerrado bajo el cual funciona el horno asegurará la ausencia virtual de aire en lo alto del horno, y los gases de salida retendrán virtualmente intacto su elevado contenido de azufre elemental.

255

260

Al salir del horno, los gases pueden ser conducidos a un colector de polvo adecuado, por ejemplo un separador mecánico de polvo, como una cámara de tabique de separación o un precipitador electrostático tal como el conocido de Cottrell, y los gases li-

265

270

bres de polvo pueden ser después conducidos por un catalizador para formar azufre de compuestos sulfúricos gaseosos, y luego a un aparato para recuperar el azufre. Para este propósito puede utilizarse una caldera de calor residual o un medio refrigerante análogo para condensar el azufre, y su separación parcial se puede realizar en él, o subsiguientemente usando un precipitador electrostático.

275

Los gases de la separación de polvo usualmente contienen cantidades apreciables de compuestos de azufre que justifican un tratamiento ulterior, para recuperar los valores de azufre o separar los componentes perjudiciales.

280

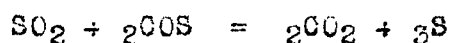


285

Los compuestos de azufre que pueden estar presentes en estos gases consistirán ordinariamente en SO_2 y H_2S , o uno de ellos, y si se ha empleado carbono en la carga para la difusión de gas, una ligera cantidad de CO_2 .

290

Estos compuestos especiales son susceptibles de acción mutua con la producción de azufre elemental, según las ecuaciones



295

Estas reacciones se realizan en una cámara catalizadora que contenga un catalizador como alúmina porosa o bauxita, donde reaccionarán prontamente para dar el azufre adicional en forma elemental.

Cuando en los gases hay presentes insuficientes cantidades de dióxido sulfúrico,

300

pueden añadirse cantidades complementarias si se desea, para realizar las reacciones antedichas, o se puede aumentar la cantidad de SO_2 aumentando ligeramente el chorro.

305

Luego los gases que quedan después de la separación final del azufre pueden descargarse en la atmósfera, prácticamente libertados por entero de los componentes que suelen constituir una molestia muy inconveniente en la operación ordinaria de fusión.

310



Procediendo con arreglo al método aquí descrito, se consiguen muchas ventajas sobre los procedimientos hasta ahora conocidos.

315

Se hace posible una obtención económica y muy eficaz de azufre elemental como incidental de la fusión de pirita, con lo cual se consigue una fuente importante y barata de producción de dicho elemento.

320

La cantidad de aire necesaria, calculada por la pirita, es menor de la mitad de la requerida por el procedimiento ordinario de fusión de pirita; y se elimina por completo la molestia del gas perjudicial que ordinariamente se observa en la operación.

325

La cantidad de aire empleada en mi procedimiento es además mucho menor, calculada por la carga de pirita, que en cualquier procedimiento en que se emplee coque, carbón u otro combustible carbonáceo en el horno en cantidad relativamente considerable, por ejemplo, de 9 a 10 por ciento o más. Debido a esto, el contenido de azufre de los gases de salida

330

es mucho mayor en porcentaje que en los citados procedimientos, lo cual es una ventaja señalada del procedimiento mio, ya que el condensar por completo el vapor de azufre de gases calientes muy diluidos aumentan los gastos de un procedimiento.

335

El término "pirita" que aqui se usa no se considera limitado a la verdadera pirita, FeS_2 , sino que incluye también otras formas de sulfuro de hierro que contienen menos azufre que FeS_2 , por ejemplo, pirrotita, y también sulfuros de hierro que contienen níquel o cobre o ambos, e igualmente productos manufacturados, como matas, que se componen principalmente de sulfuros de hierro. Cuando se funde un material del tipo de la pirrotita, hay poco o no hay átomo débil de azufre que se pueda separar por volatilización, y por tanto falta la zona de volatilización del azufre; por lo demás la operación viene a ser la misma que en la fusión de la verdadera pirita por mi procedimiento, únicamente con los cambios ordinarios en la operación de fusión, que serán evidentes para toda

340

345



persona versada en el arte.

350

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 26 de Septiembre de 1930, bajo el número 484.710, se recoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial.

360

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTE años, son los siguientes:

365

1º. - Un procedimiento de fundir pirita y de recuperar azufre elemental que comprende el introducir el chorro de aire para fundir la carga de pirita a tal proporción de entrada que el oxígeno del mismo se consuma virtualmente en las partes inferiores del horno; el hacer pasar el bióxido sulfúrico procedente de la zona de combustión en contacto con el sulfuro ferroso de la carga, con lo cual el bióxido sulfúrico se reduce a azufre elemental; el hacer funcionar el horno con un tragante cerrado para impedir que se produzca una atmósfera oxidante encima de la carga, y el separar el azufre elemental de los gases del horno.

370

375



380

2º. - Un procedimiento de fundir pirita y de recuperar azufre elemental que comprende el introducir el chorro de aire para fundir la carga de pirita a tal proporción de entrada que el oxígeno del mismo se consuma virtualmente en las partes inferiores del horno, con confinamiento en las mismas de la atmósfera oxidante; el reducir el bióxido sulfúrico de la zona de fusión por la acción del sulfuro ferroso en la carga;

385

390

395

el cerrar herméticamente el tragante del horno a la entrada de aire durante la alimentación para impedir la oxidación por aire del azufre elemental que se escapa de la carga, y el separar el azufre elemental de los gases del horno fuera de éste.

400

3º. - Un procedimiento de fundir pirita y recuperar azufre elemental que comprende el suministrar el chorro de aire del horno en tal cantidad que se alargue el alcance normal del foco de calor en la carga; el regular la proporción de dicho chorro de aire para asegurar un consumo virtualmente completo del oxígeno antes de subir, los gases a las partes superiores del horno; el poner en contacto los gases de bióxido sulfúrico procedentes de las zonas de combustión con el sulfuro ferroso de la pirita para reducir el bióxido sulfúrico a azufre elemental; el mantener un tragante cerrado sobre el horno para impedir la entrada de aire encima de la carga, y el separar fuera del horno el azufre elemental de los gases que lo acompañan.

405



410

415

4º. - Un procedimiento de fundir pirita y recuperar azufre elemental que comprende el alimentar el horno más lentamente de lo normal, para extender el alcance normal del foco de fusión caliente; el aumentar consiguientemente la altura normal de la carga, para mantener aproximadamente la diferencia normal de temperatura entre el foco y la parte alta con el fin de evitar una temperatura

420

425

indebidamente alta del gas en lo alto de la carga; el regular la proporción de entrada del chorro de aire para asegurar el consumo virtualmente completo del oxígeno en el foco de fusión, con objeto de impedir que la atmosfera oxidante se extienda a las partes superiores del horno;

430

el poner en contacto los gases de bióxido sulfúrico procedentes de la zona de combustión con el sulfuro ferroso de la carga para reducir, virtualmente, por completo, el bióxido sulfúrico a azufre elemental en su ascensión al través de la carga;

435

el mantener un tragante cerrado en el horno para impedir el acceso de aire encima de la carga; el conducir fuera del horno los gases del mismo que contienen azufre elemental y el separar de ellos el azufre elemental.

440



445

5º. - Un procedimiento de fundir pirita y recuperar azufre elemental que comprende el regular la proporción de entrada del chorro de aire fundidor para obtener el consumo virtualmente completo del oxígeno del chorro en la parte inferior del horno, y el cerrar herméticamente el tragante del horno para impedir la entrada de aire encima de la carga.

450

6 . - Un procedimiento de fundir pirita y de recuperar azufre elemental, que comprende el poner en contacto el bióxido sulfúrico procedente de la zona de combustión con el sulfuro ferroso de la pirita parcial-

455

mente desulfurada^a, para reducir el bióxido sulfúrico al azufre elemental.

460 7º. - Un procedimiento de fundir piritita y recuperar azufre elemental, que comprende el poner en contacto el bióxido sulfúrico procedente de la zona de combustión con el sulfuro ferroso de la piritita parcialmente desulfurada en presencia de un catalizador capaz de acelerar la reducción del bióxido sulfúrico a azufre elemental por dicho sulfuro.

470 8º. - Un procedimiento de fundir piritita y recuperar azufre elemental, que comprende poner en contacto el bióxido sulfúrico procedente de la zona de combustión con el sulfuro ferroso de la piritita parcialmente desulfurada, en presencia de un catalizador de magnesio para acelerar la reducción del bióxido sulfúrico a azufre elemental por dicho sulfuro.



480 9º. - Un procedimiento de fundir piritita y recuperar azufre elemental, que comprende el poner en contacto los gases de bióxido sulfúrico procedentes de la zona de combustión primero con el sulfuro ferroso fundido caliente de la carga de piritita parcialmente desulfurada, y luego con el sulfuro ferroso sin fundir de dicha carga de piritita.

485 10º. - Un procedimiento de fundir piritita y recuperar azufre elemental, que comprende el poner en contacto el bióxido sulfúrico procedente de la zona de combustión con el sulfuro ferroso de la piritita parcialmente

490

desulfurada en presencia de cal dolomítica para acelerar la reducción del bióxido sulfúrico a azufre elemental por dicho sulfuro.

495

11º. - Un procedimiento de fundir pirita y recuperar azufre elemental, que comprende el poner en contacto el bióxido sulfúrico procedente de la zona de combustión con el sulfuro ferroso de la pirita parcialmente desulfurada en presencia de cal, para acelerar la reducción del bióxido sulfúrico a azufre elemental por dicho sulfuro.

500

12º. - Un procedimiento de fundir pirita y recuperar azufre elemental, que comprende el mezclar íntimamente magnesia en toda la carga de pirita para catalizar una reacción de sulfuro ferroso sobre bióxido sulfúrico con objeto de reducir este último a azufre elemental; el poner en contacto los gases de bióxido sulfúrico procedentes de la zona de combustión primero con el sulfuro ferroso fundido caliente de la carga de pirita y magnesia parcialmente desulfurada, y luego con el sulfuro ferroso sin fundir de dicha carga de pirita con magnesia.

505



510

13º. - Un procedimiento de fundir pirita y recuperar azufre elemental, que comprende el fundir la carga de pirita por medio de un chorro de aire fuertemente calentado, en tales condiciones que el bióxido sulfúrico procedente de la zona de combustión se reduzca a azufre elemental por el sulfuro de hierro producido en la carga.

515

525

14º. - Un procedimiento de fundir pirita que comprende el regular el chorro de aire para suministrar un foco anormalmente alargado; el disminuir la proporción de alimentación del horno para extender el alcance del foco de fusión bajo alimentación normal, y el aumentar la altura de la carga para compensar la elevada temperatura alcanzada en la altura normal por razón del aumento de calor del foco.

530

15º. - Mejoras en la fundición de minerales de sulfuro.



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

535

Esta Memoria consta de dieciocho hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 15 de Septiembre de 1931.

P. A.