

372542

P.- 42.928

Swedish Patent  
Appln. nº 13972/68

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>B 22</u>
SUBCLASE <u>F</u>

372542

**Memoria descriptiva**

15 OCT. 1969



para solicitar PATENTE DE INVENCION

por 20 años

a nombre de BOLIDEN AKTIEBOLAG

entidad / de nacionalidad sueca

con domicilio en Sturegatan 22, Estocolmo, Suecia

por: "METODO PARA AGLOMERAR MATERIAL DE OXIDO DE HIERRO  
DE GRANO FINO"



La presente invención se refiere a un método para aglomerar por laminación material fino de óxido de hierro destinado a ser materia prima en la manufactura de hierro y acero.

El material fino de esta naturaleza presenta a menudo propiedades físicas no deseables. Por ejemplo, crean nubes de polvo, tienen poco peso por unidad de volumen, y tienden a absorber grandes cantidades de agua cuando son humedecidos, lo que hace que el material sea menos adecuado para manipulación, transporte y tratamiento posterior, por ejemplo en un procedimiento metalúrgico. Entre los ejemplos de tales procedimientos se incluyen la sinterización en un horno o en un transportador, así como el tratamiento en hornos rotatorios, hornos de cuba, hornos de llama directa, hornos eléctricos de fusión, etc.

Con el fin de producir a partir de material fino un material más grueso adecuado para sinterización por succión, por ejemplo, se han hecho intentos de granular el material, por ejemplo por métodos de microgranulación. La granulación implica la aglomeración del material mientras se añade agua y agentes aglutinantes, y en la mayoría de los casos supone unas operaciones subsiguientes de secado y/o combustión, a temperaturas elevadas. La granulación en tambores o en placas es un procedimiento que requiere una supervisión exacta, y es sensible a variaciones de humedad, velocidad periférica y composición física del material, particularmente respecto a la distribución de granos. En consecuencia, hay gran número de materiales finos que son imposibles de granular sin ajustar la distribución de granos por empleo de costosas operaciones de molienda. Los ma-

372542



teriales de grano fino de poco peso por unidad de volúmen que son susceptibles de absorber grandes cantidades de agua, son particularmente difíciles de aglomerar cuando se aplican sucesivos procedimientos de sinterización por succión, si el material no es granulado antes de ser sinterizado. Es particularmente difícil granular el material por procedimientos de microgranulación. Un ejemplo típico de un material de grano fino, de poco peso por unidad de volúmen que tiende a absorber grandes cantidades de agua, es el óxido de hierro separado de la tostación de concentrado de flotación de pirita.

Para resolver los problemas de aglomerar material no adecuado para procedimientos de sinterización por succión se ha desarrollado el procedimiento llamado de sinterización de gránulos, según el cual se producen por granulación y calcinación gránulos que pueden ser cargados directamente a altos hornos. La formación de briquetas, ya sea en estado caliente, en ausencia de agente aglutinante, o a menores temperaturas en presencia de agente aglutinante, ha sido también propuesta y ensayada con el fin de producir, a partir de diversas materias primas de hierro de grano fino, aglomerados que se pueden cargar directamente a altos hornos, o como material de refinación en la manufactura de acero. Se han desarrollado dos modificaciones para formar briquetas en estado caliente. Según una de dichas modificaciones, el material es calentado a altas temperaturas, aproximadamente 1100°C, antes de la formación de briquetas, en moldes de formación de briquetas montados sobre rodillos, y en la otra modificación el material es reducido antes de formar las briquetas, con lo que la tem-

15 OCT



peratura de aglomeración puede ser reducida en aproximadamente 200°C.

5 Sin embargo, estos métodos de formación de briquetas en caliente están acompañados por ciertas desventajas. El calentamiento de materiales muy finos hasta temperaturas tan altas como 1100°C es difícil desde el punto de vista técnico, y también es difícil de efectuar con buena economía térmica. Sin embargo, el problema más difícil es el desgaste de los moldes de briquetas, y hasta 10 ahora no se ha hallado ningún material que cause tan poco desgaste en los moldes que haga económico al procedimiento. Además, se devuelve al sistema gran cantidad de material fino. Las briquetas producidas de esta manera tampoco son adecuadas para todos los fines. Por ejemplo, es difícil 15 obtener según este método aglomerados que tengan la fuerza de reducción suficiente para permitir que sean usados en altos hornos.

Según un método anterior desarrollado por el solicitante (patente sueca 304.767 y patente belga 698.604), 20 un material oxidado es laminado a una temperatura tan baja como 200°C, con lo que se obtienen aglomerados satisfactorios y se eliminan completamente las dificultades mencionadas. Así se puede obtener un material aglomerado que puede ser manipulado, transportado, almacenado y sometido a 25 otros procedimientos metalúrgicos, en operaciones tales como sinterización en hornos abiertos o en bandas transportadoras, tratamiento en hornos rotatorios, hornos de cuba, hornos de llama directa, hornos eléctricos de fusión, etc. Los aglomerados obtenidos cuando se lleva a la práctica 30 el método de dichas patentes pueden ser entremezclados



también con una carga que ha de ser sinterizada por succión; por ejemplo.

5 Sin embargo, en muchos casos es favorable, desde el punto de vista práctico, poder trabajar sin calentar el material, o calentándolo a temperaturas moderadas menores de aproximadamente 100°C. Se ha descubierto ahora, sorprendentemente, que cuando se usan ciertos materiales y bajo ciertas condiciones, es posible laminar en frío materias primas de hierro, o materias primas de hierro calen-  
10 tadas a temperaturas moderadas, con resultados extraordinariamente buenos.

Si un material de hierro oxidado ha de ser comprimido entre rodillos, a temperaturas menores de 100°C, es necesario, debido al gran frotamiento entre los granos,  
15 usar una presión de compactación de tal magnitud que, técnicamente, es prácticamente imposible llevar a cabo la laminación.

Este problema se puede resolver laminando el material de hierro oxidado a temperaturas bajas, en presencia de una cierta cantidad de un lubricante, preferiblemente agua. De esta manera, la presión de compactación a temperaturas bajas puede ser reducida considerablemente, manteniendo aún el grado de compresión deseado. Si el lubricante permanece aún sobre las superficies del grano una  
20 vez completada la operación de compresión, el aglomerado tendrá poca resistencia mecánica, ya que los granos son aún capaces de resbalar entre sí. Por tanto, es importante usar un lubricante que se pueda eliminar por vaporización después de la compresión del material. El agua es un  
25 lubricante adecuado, en este sentido. El agua puede ser  
30



5 evaporada por subsiguiente secado del material comprimido, pero ésto significa que el material ha de ser transportado y manipulado antes y durante el secado, en un estado relativamente débil, y hay riesgo de que el material aglomerado se desintegre en el procedimiento. El secado posterior constituye también una complicación cara del procedimiento.

10 Según la presente invención, se aglomera el material a una temperatura normalmente inferior a 100°C, entre dos rodillos lisos o estriados, después de añadir un lubricante, convenientemente agua, en cantidades tales que se obtiene un efecto eficaz de reducción del frotamiento, y que la cantidad de lubricante añadida asciende como máximo a la cantidad que puede ser sustancialmente evaporada mediante el calor producido por el frotamiento. Desde 15 luego, se puede usar cualquier agente reductor del frotamiento, aunque se ha de preferir el agua debido a que el material no es contaminado por ella. Si se usa cualquier otro agente distinto del agua, ha de ser eliminado por evaporación. Son ejemplos de tales agentes los líquidos orgánicos volátiles, preferiblemente hidrocarburos. También se 20 pueden usar ventajosamente mezclas de agua y líquidos orgánicos y soluciones acuosas que contengan agentes reductores de la tensión superficial. Desde luego, también se puede comprimir un material calentado hasta una temperatura alta específica, ya que en tal caso se pueden eliminar mayores cantidades de lubricante mediante el calor desarrollado por frotamiento, y, además, la tensión superficial del lubricante disminuye y aumenta el efecto reductor del 25 frotamiento, con lo que se puede obtener mayor grado de 30

372542



compresión a una presión de compresión dada.

5 Como se ha mencionado previamente, el material de tostación procedente de la tostación de piritas de flotación ha causado desde hace mucho grandes dificultades cuando es manipulado, almacenado, transportado y, sobre todo, cuando es sinterizado. Cuando se lleva a la práctica el método de la invención se obtienen fuertes aglomerados pequeños que, además de buenas propiedades físicas respecto a manipulación almacenamiento y transporte, muestran también resultados particularmente buenos cuando son  
10 sinterizados, tanto respecto a la capacidad del procedimiento de sinterización como a la calidad del producto sinterizado.

15 Otro ejemplo de un procedimiento en el que se puede usar con particular ventaja el material aglomerado según la presente invención es el procedimiento de horno rotatorio (Dored), en el que un material de óxido de hierro, normalmente sin ser aglomerado previamente, es reducido en un horno rotatorio a arrabio, en una capa de escoria-coque que flota sobre el baño de arrabio. Cuando en  
20 este procedimiento se carga materia prima muy fina en el horno, se encuentran desventajas en forma de nubes de polvo y dificultades en la distribución del material sobre la superficie del lecho. Para reducir el consumo de coque y aumentar la capacidad del horno de reducción, normalmente el material de óxido de hierro es secado y precalentado con gases calientes de desecho tomados de dicho horno. Laminando el material fino según la presente invención se  
25 puede obtener un material seco de grano grueso, que es más adecuado para cargar en el horno de reducción.  
30



También se ha hallado que el material comprimido es particularmente adecuado como material de partida en la manufactura de esponja de hierro, tanto en hornos rotatorios como en hornos de lecho flotante.

5 Si se desea un producto más grueso, el material puede ser tamizado tras haber sido comprimido, tras lo cual el material de grano más fino es devuelto para nueva aglomeración. Cuando se opera de esta manera se obtiene un aglomerado más compacto, de mayor resistencia mecánica.

10 Esto es así particularmente si el tamizado se adapta de manera que el material devuelto, junto con el material sin tratar, obtenga una curva de tamizado por la cual la mezcla obtenga el menor número posible de poros y el mayor grado de compactación. Por tanto, la distribución del tamaño de grano debe ser conforme a la conocida "curva de Fuller". Se puede proporcionar una distribución de tamaños de grano de esta naturaleza añadiendo al material de entrada una o más fracciones de grano tamizados del producto laminado. También se puede asegurar una distribución adecuada del tamaño de grano, en el material que se está comprimiendo, mezclando diferentes materiales de partida con diversas distribuciones de tamaño de grano. Dado que los gases atrapados en el material de partida, tal como aire y vapor de agua, causan a menudo formación de grietas y una operación de laminación no uniforme, es particularmente ventajoso, cuando se lamina según la presente invención, asociar la distribución de tamaños de grano a la "curva de Fuller", con lo que cuando se comprime se atrapan menores cantidades de gases, y se obtiene un producto

20

25

30 considerablemente más resistente.



Si el número de poros se reduce de la manera antes descrita, también se simplifica el suministro de material a los rodillos, ya que solo se necesita desplazar durante la operación de compresión una cantidad considerablemente menor de gas (aire y vapor de agua). Anteriormente, el gas desplazado, que fluye en contracorriente respecto a la dirección en que se carga el material, ha necesitado a menudo el uso de tornillos sin fin de alimentación, para poder introducir en una operación de laminación el material de grano fino. En consecuencia, si se puede reducir la cantidad de gas que ha de ser desplazada durante una operación de compresión, y, además, cuando se corrige la distribución de tamaños de grano, según lo que antecede, se usa un material más grueso, más compacto, fácilmente comprimido, se ha hallado posible comprimir el material sin uso de tornillos sin fin de alimentación especiales. Esto tiene particular importancia respecto al presente procedimiento, ya que se suministra una cierta cantidad de agua que ha de ser eliminada en forma de vapor de agua durante la operación de compresión.

El método se ha aplicado con éxito tanto a óxido de hierro hematítico, obtenido por tostación fluidiza oxidante de piritas, como a óxido de hierro obtenido de operaciones de tostación que producen magnetita. Se ha hallado que el método es particularmente adecuado para ser usado con un material magnético, dado que se ha hallado que el aglomerado es más fuerte y más resistente al agua que los correspondientes aglomerados de óxido de hierro hematítico. No es conocida la razón de que el material hematítico presente tendencia a descomponerse en agua, aun-



que las investigaciones del solicitante muestran que puede ser debido a la presencia de una cierta cantidad de sales solubles en agua, sobre la superficie del grano, que son disueltas en presencia de humedad. Una razón que contribuye a la diferencia puede ser, también, que la superficie de los granos de magnetita está oxidada en cierto grado, con lo que la existencia de conversión de cristales contribuye a un enlace más fuerte entre los granos. Concretamente, es sabido que la magnetita, particularmente la magnetita recientemente formada, se oxida a temperatura ambiente, en cierto grado. También se ha descubierto que la magnetita nueva, obtenida por un procedimiento de tostación fluidizada, efectuado según la patente sueca 204.002, proporciona un aglomerado espléndido. La tendencia de la magnetita a oxidarse en las superficies del grano, a bajas temperaturas, puede usarse para endurecimiento a baja temperatura de los aglomerados secos. Con un aumento de temperatura de aproximadamente 250°C se obtiene un aumento de cinco veces en la resistencia a la compresión, en comparación con el material no sometido a tratamiento térmico.

Como se ha mencionado previamente, el método de la invención se refiere a la compresión del material entre rodillos lisos o estriados. Si los rodillos se hacen desiguales, como resultado del desgaste, pueden ser torneados o rectificadas durante la operación de la instalación, Además, si se da a los rodillos gran espesor de cuerpo, pueden ser torneados o rectificadas gran número de veces. Los rodillos pueden ser protegidos de ataques por revestimiento de los mismos con, por ejemplo, grafito o CaO, o



con un revestimiento de material cerámico basado, por ejemplo, en óxido de aluminio o carborundo. Una cierta cantidad de desgaste no afectará en gran medida al resultado del procedimiento, ya que, como se ha mencionado previamente, en la operación de laminación no se pretenden producir briquetas de forma definida, sino que se puede tolerar una cierta cantidad de material fino, en contraposición al caso de formación de briquetas, por ejemplo. También es adecuado pulverizar sobre los rodillos un lubricante, para evitar que el material se adhiera a los rodillos.

Cuando se usa agua como lubricante, el material de entrada se prepara de manera que alcance una temperatura menor de 100°C y un contenido de agua de 2 a 6%, preferiblemente de 2 a 4%. El agua se puede añadir en forma de líquido y/o vapor de agua. En este último caso, el vapor de agua se condensa en el material y proporciona la cantidad deseada de agua en el mismo. Si el material, antes de ser comprimido, tiene una temperatura mayor de 100°C, es enfriado por pulverización de agua sobre el mismo, mientras que si la temperatura es baja puede ser elevada por calentamiento con vapor de agua. El ajuste de la temperatura y contenido de agua se puede efectuar de manera que después de la operación de compresión se obtenga un material prácticamente seco. La presión de rodillo necesaria para efectuar la compresión del material depende, naturalmente, de la dimensión de los rodillos y de las propiedades físicas del material de partida. Por ejemplo, el óxido de hierro tomado de una operación de tostación de pirita puede ser laminado, con buenos resultados, usando un diá-



metro de rodillo de 1 m y una presión de rodillo de 5 a 10 ton/cm.

5 El siguiente ejemplo ilustra una realización preferida de la invención, y también muestra el resultado de un ensayo de comparación, en el que no se usó lubricante.

Ejemplo

10 El ensayo se efectuó con una instalación de compresión provista de dobles rodillos que tenían un diámetro igual a 1 m y una anchura de rodillo igual a 138 mm. Se aplicó entre los rodillos una presión hidráulica de 6 a 9 ton/cm de longitud de rodillo.

15 El material de partida era óxido de hierro magnetítico obtenido de una tostación de pirita que produce magnetita, según la patente sueca 204.002. El material de entrada tenía el siguiente análisis de tamizado: 79% por debajo de 0,063 mm y 99,9% por debajo de 0,125 mm, un peso por unidad de volumen, en estado sin compactar, igual a 0,9 g/cm<sup>3</sup>, y un peso aparente por unidad de volumen igual a 1,1 g/cm<sup>3</sup>. El material fué introducido mediante un tornillo sin fin vertical. Las superficies de rodillo habían sido sometidas a pulverización de aceite de silicio.

	Ensayo			
	1	2	2a	3
Contenido de agua, %	2,9	0	0	4
Temp. de mezcla, °C	55-60	140	140	aprox. 20
25 Espesor de torta de rodillo, mm	6,5-7,0	8,0	8,0	7,0
Presión de compresión, ton/cm	7,5	15	9	7,2
Peso por unidad de volumen, g/cm <sup>3</sup>	2,23	2,32	-	2,27
Relación de compresión	2,45	2,5	-	2,50
30 Contenido de agua restante, %	0,3	0	0	3,0

372542



		Ensayo			
		1	2	2a	3
	Análisis de tamizado:			Aglomera-	
	más de 1,0 mm	73,0	41,2	ción nula	79,0
	1,0 - 0,2	12,9	7,8	o ligera	8,2
5	0,2 - 0,125	3,7	0,2		4,3
	0,125 - 0,090	4,5	0,5		0,7
	0,090 - 0,063	3,2	9,5		3,0
	0,063 - 0,050	1,1	16,8		2,4
	0,050 - 0,040	0,655	19,5		1,8
	menos de 0,040	0,05	4,5		0,6

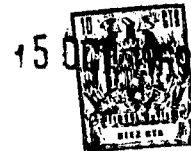
10 Como se verá por la tabla el ensayo 1 se efectuó (según la presente invención) con un material que tenía un contenido de agua igual a 2,9%, a una temperatura de 55 a 60°C y a presión igual a 7,5 ton/cm, teniendo el material comprimido un contenido residual de agua igual a

15 0,3%. En el ensayo 2, un material seco fué comprimido, con fines de comparación, a 140°C y presión igual a 15 ton/cm. En el ensayo 2a, el mismo material fué comprimido de la misma manera que en el ensayo 2, y a la misma temperatura, pero a una presión de solo 9 ton/cm. En el ensayo 3, un

20 material frío (aproximadamente 20°C) fué comprimido con un contenido de agua del 4%, a una presión de 7,2 ton/cm, teniendo el material comprimido un contenido residual de agua del 3,0%.

25 Por los análisis de tamizado que se muestran en la tabla, puede verse que se obtuvo buena compresión tanto en el ensayo 1 como en el ensayo 3. Sin embargo, un examen de la resistencia a la compresión y la resistencia al desgaste del material mostró que dicho material del ensayo 1 tenía unas propiedades de resistencia muy grandes,

30 mientras que la resistencia del material obtenido en el ensayo 3 no era satisfactoria. Además, el material obteni-



do en el ensayo 3 mostró tendencia a desintegrarse en húmedo. Los aglomerados obtenidos en el ensayo 1 permanecieron intactos cuando fueron humedecidos, y la máxima cantidad de agua absorbida fué pequeña, menor de aproximadamente 6 a 8% con saturación (aproximadamente 20 a 25% de un material no aglomerado). Ensayos complementarios de laboratorio han mostrado que la diferencia de propiedades de resistencia y de sensibilidad al agua, del material del ensayo 1 y ensayo 3, respectivamente, no puede ser adscrita al mayor contenido residual de agua en el ensayo 3.

Los ensayos 2 y 2a muestran que no se puede obtener un aglomerado satisfactorio sin adición de un lubricante, aunque se duplique la presión de compresión. En los ensayos 1, 2 y 3, la torta obtenida es descompuesta a un material que presenta los análisis de tamizado indicados en la tabla, sin ser necesario emplear ninguna operación especial de molienda.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Suecia el 16 de Octubre de 1.968, bajo el número 13.972/68, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

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

372542



15 0

1.- Método para aglomerar material de óxido de hierro de grano fino, preferiblemente magnetita, siendo aglomerado el material en estado frío o calentado a temperaturas de hasta 100°C, caracterizado porque el material es aglomerado por laminación entre rodillos sustancialmente lisos o estriados, en presencia de un lubricante que se añade en cantidad tal que se reduce sustancialmente el frotamiento entre los granos del material, y como máximo en cantidad que se pueda evaporar por el calor desarrollado en dicho frotamiento.

2.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el lubricante está en forma de agua, usada en cantidades de al menos 1% en peso, basado en el material de entrada, y no más del 6% en peso.

3.- Método según la reivindicación 2, caracterizado porque el agua está entremezclada con un agente reductor de la tensión superficial.

4.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el material de partida es un material obtenido directamente de un procedimiento de tostación de sulfuro de hierro, a una temperatura mayor de 100°C, reduciéndose la temperatura del material tostado, antes de ser comprimido, hasta al menos 100°C, por adición de agua.

5.- Método según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el material de partida es un material tostado de magnetita, obtenido de tostación de piritas en hornos de lecho fluidizado.

6.- Método según la reivindicación 2, caracterizado porque la temperatura se eleva inyectando vapor de agua en el material frío, donde se condensa hasta el con-



tenido de agua desecado.

5 7.- Método según la reivindicación 1, caracterizado porque el aglomerado seco formado por compresión entre los rodillos es endurecido a una temperatura de 200 a 300°C.

8.- Método para aglomerar material de óxido de hierro de grano fino.

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

10 Esta Memoria consta de dieciséis hojas escritas a máquina por una sola cara.

15 OCT. 1969

Madrid,

P.A.

Alberto de Elizaburu  
Por Poder

372542