

340602



P.- 35.273  
BM Swedish Patent  
Application  
No 10.086/66

**Memoria descriptiva**

para solicitar PATENTE DE INVENCION porveinteaños

a nombre de BOLIDEN AKTIEBOLAG

entidad / de nacionalidad sueca

con domicilio en Sturegatan 22, Estocolmo, Suecia

por:

" PROCEDIMIENTO PARA LA AGLOMERACION DE  
UN PRODUCTO DE GRANO FINO "

( Clase Internacional B 22 f )



El invento se refiere a un procedimiento para la aglomeración de productos de grano fino, preferiblemente materias primas metalúrgicas, por laminación en estado caliente.

5 Los materiales metalúrgicos de grano fino tienen frecuentemente propiedades físicas indeseables. Por ejemplo, pueden desprender gran cantidad de polvo, pueden tener bajo peso específico aparente, y por lo tanto tien-  
10 den a absorber grandes cantidades de agua al ser humectados.

Dichas propiedades hacen al material generalmente menos apropiado para la manipulación, para el transporte y para la transformación ulterior. Esto se ve-  
15 rifica por ejemplo frecuentemente cuando el material debe ser afinado ulteriormente en un procedimiento metalúrgico. Ejemplos de tales procedimientos son la sinterización en el cazo o caldero o sobre una banda, así como tratamientos en horno rotatorio, horno de cuba, hornos de reverbero, en hornos de fusión eléctricos, etc.

20 Para obtener, a partir de material de grano fino, un producto mas grueso se han utilizado distintos métodos, por ejemplo la granulación y la formación de briquetas. Estos métodos significan una aglomeración a baja temperatura con adición de agua y aglutinante, y presupo-  
25 nen en la mayor parte de los casos un subsiguiente secado y/o calcinación a temperatura elevada. Los procedimientos citados son generalmente sensibles frente a las fluctuaciones o variaciones y exigen una vigilancia muy exacta. Muchos materiales de grano fino incluso no pueden ser aglome-  
30 rados de esta manera. La granulación de un material muy

340602



absorbente de agua con bajo peso específico aparente es muy difícil. Materiales de grano fino, especialmente los que tienen las propiedades ultimamente indicadas, no son apropiados de ninguna manera para la aglomeración según el método de sinterización por aspiración. Un ejemplo típico de tal material absorbente de agua con bajo peso específico aparente es el óxido de hierro de la tostación de concentrados de pirritas de flotación.

Para resolver los problemas con ciertos materiales difíciles de aglomerar, se han intentado en los últimos tiempos formar briquetas de los mismos en estado ca-liente. Este método tiene como finalidad preparar, a partir de diferentes materias primas de hierro de grano fino, briquetas que son apropiadas para su incorporación directa en el horno de fusión de minerales o como material de nueva aportación en la fabricación de acero. Se desarrollaron dos variantes del procedimiento. Según una de ellas, el material, antes de la formación de briquetas en moldes de briquetas que están montados sobre los rodillos, es calentado hasta alta temperatura, aproximadamente 1100°C, y, de acuerdo con el segundo, el material es reducido antes de la formación de briquetas, pudiéndose disminuir aproximadamente en 200°C la temperatura de aglomeración.

Sin embargo, el procedimiento de aglomeración antes indicado tiene ciertas desventajas. El calentamiento de material de grano muy fino hasta dicha temperatura, tan alta como 1100°C, es complicado en el aspecto técnico y solo se puede realizar difícilmente con buen rendimiento o economía térmica. Sin embargo, el problema incomparablemente mayor es el desgaste de los moldes de briquet-



tas a estas altas temperaturas y hasta ahora no se encontró ningún material que experimente un desgaste tan pequeño que el procedimiento resulte económico. Las briquetas fabricadas tampoco son apropiadas para todos los fines, a  
5 pesar de la alta temperatura. Por lo tanto, es difícil, por ejemplo, obtener de acuerdo con este método aglomerados con una resistencia a la reducción suficiente para su utilización en el horno de fusión de mineral.

El invento tiene sobre todo la finalidad  
10 de fabricar, a partir de una materia prima metalúrgica de grano fino, aglomerados que sean apropiados para la manipulación, el transporte y el almacenamiento, y la transformación ulterior metalúrgica en procedimientos tales como sinterización en caldero o sobre una banda, tratamiento en  
15 horno tubular, horno de cuba, horno de reverbero, horno de fusión eléctrico, etc.

Por lo tanto, no es la intención del invento de preparar en primer lugar, por ejemplo en la aglomeración de materias primas férreas, un aglomerado que sea apropiado para su carga directa en un horno de fusión de mineral,  
20 sino un material que sea apropiado para la mezcla en una carga que deberá ser sometida por ejemplo a una sinterización por aspiración. De esta manera, se puede preparar una carga autofundente apropiada para la instalación siderúrgica.

De acuerdo con el invento, el material que ha de ser comprimido, es comprimido, después del calentamiento, en un flujo continuo entre rodillos lisos, estriados o provistos con moldes para briquetas, obteniéndose el material en forma de una torta o briqueta aglomerada y más o menos  
30 coherente. En una disposición situada a continuación,



el aglomerado puede ser desmenuzado a trozos mas pequeños, cuyo tamaño se acomode a la subsiguiente transformación ulterior. Es posible la devolución de material de grano fino resultante en el desmenuzamiento o que no ha sido  
5 aglomerado, pero no es indispensablemente necesario, especialmente cuando el material debe ser sinterizado sobre una banda o en el caldero. Sin embargo, puede ser ventajoso eliminar el polvo más fino del producto aglomerado, y conducirlo a través de aparatos de purificación de gas,  
10 por ejemplo a través de un ciclón, de vuelta al depósito de carga para la aglomeración. También, el material puede ser utilizado sin desmenuzamiento en otros procedimientos, en los que es necesario material mas grueso.

La resistencia mecánica de los aglomerados  
15 resultantes aumenta con la temperatura de la laminación. Algunos materiales oxidicos pueden ser laminados a la forma de aglomerados resistentes y estables mecánicamente, a temperaturas tan bajas como 250°C, en ciertos casos hasta a 200°C, pero en otros casos, en los cuales era mayor la  
20 exigencia en cuanto a resistencia mecánica y el material era más difícil de aglomerar, se ha mostrado conveniente realizar la laminación o compresión con rodillos a una temperatura más alta, por ejemplo dentro del margen de 300 a 600°C.

25 El calentamiento, y eventualmente el secado del material que ha de ser tratado, se pueden realizar de diversas maneras por ejemplo en hornos tubulares, hornos de etapas, hornos de suspensión del tipo de un horno de capa fluidificada o en un horno, en el que el material es desplazado en suspensión en una corriente de gas caliente y es se  
30

340602



parado de esta por ejemplo en un ciclón.

En algunos casos, el material puede ser convenientemente retirado en caliente de un procedimiento anterior o previo. Este es el caso por ejemplo con procedimientos de tostación de diferentes tipos. Es especialmente apropiado para la laminación según el invento un material caliente de grano fino del lecho o de los ciclones que separan en caliente de la tostación en capa fluidificada, por ejemplo de acuerdo con las patentes españolas 257.497 y 319.833. De este procedimiento se puede retirar un producto de tostación muy caliente. También en tostaciones de pirritas según los métodos usuales, hornos de etapas, hornos de reverbero y hornos de capa fluidificada, se ha comprobado que el producto de tostación está suficientemente caliente para una aglomeración de acuerdo con el invento.

El producto tostado de tostaciones de pirritas de flotación proporciona desde hace tiempo grandes inconvenientes en la manipulación, el transporte y sobre todo al sinterizar. De acuerdo con el invento, se ha mostrado posible preparar, a partir de dicho material y ya a temperatura tan baja como 200°C, aglomerados pequeños resistentes y estables mecánicamente, que junto con buenas propiedades físicas para la manipulación y para el transporte, muestran también resultados extraordinariamente buenos al sinterizar, a saber tanto en lo que se refiere a la capacidad de la instalación como en lo que se refiere a la calidad del producto de sinterización.

Otro ejemplo de un procedimiento en el cual se puede utilizar especialmente el presente invento, es el



procedimiento de horno rotatorio (Dored), según el cual un material de óxido de hierro es reducido a arrabio, usualmente sin previa aglomeración en el horno rotatorio, en una capa de coque y escorias que fluye por encima del baño de arrabio. Añadiendo materia prima de grano muy fino, aparecen en este procedimiento ciertas desventajas con el desprendimiento de polvo y dificultades para distribuir el material sobre la superficie del baño. Para ahorrar coque y elevar el rendimiento del horno de reducción, el material de óxido de hierro es secado y calentado de la manera usual con gases de escape calientes del horno indicado. Por laminación del producto de grano fino así precalentado, se puede obtener de acuerdo con el invento un producto de grano más grueso que es mas apropiado para su empleo en el horno de reducción. También en la fabricación de esponja de hierro según el método denominado de S-L (J. of Metals (1956) pag. 748), se puede utilizar ventajosamente el aglomerado según el invento.

Una nueva utilización, para la que es especialmente ventajosa la aglomeración de acuerdo con el invento, es la tostación clorante con subsiguiente lixiviación del producto tostado de tostaciones de piritas. Especialmente la lixiviación de producto tostado de grano fino ha planteado grandes dificultades en los métodos usuales, y además también estaban aparejadas dificultades con el producto tostado de hornos de capa fluidificada, en los cuales algunos tipos de piritas resultan parcialmente desmenuzadas y parcialmente decrepitan. El invento proporciona aquí un método elegante de resolver este problema, ya que el producto aglomerado puede ser tostado clorantemente

340602



con facilidad y después puede ser lixiviado. La baja temperatura de aglomeración tiene como consecuencia el que se puedan clorar fácilmente los metales que han de ser clorados. Una reducción del óxido de hierro hasta la forma de  $Fe_3O_4$  ó hasta una etapa de oxidación todavía más baja, ha  
5 mostrado una acción conveniente sobre la resistencia mecánica de los aglomerados.

Una reducción de material de óxido de hierro caliente antes de la laminación se realiza convenientemente añadiendo por ejemplo aceite, carbón, coque o sulfuros o gases que contienen hidrógeno y/o carbono.  
10

El óxido de hierro que se obtiene tostando de acuerdo con las patentes españolas 257.497 y 319.833 se ha mostrado especialmente muy apropiado para la aglomeración de acuerdo con el invento.  
15

En conexión con la laminación, se pueden mezclar ciertos materiales con el material que ha de ser aglomerado, con lo que se logra una resistencia mecánica mejorada. Los materiales que se han de elegir dependen  
20 evidentemente del material que ha de ser aglomerado. Por lo tanto, se ha mostrado conveniente, al aglomerar óxido de hierro, mezclar por ejemplo calcio, aluminio o materiales que contienen magnesio, tales como óxidos o carbonatos de los materiales citados. La adición de materiales similares es necesaria usualmente en la fabricación de sinterizado autofundente para hornos de fusión de mineral o en  
25 otros procedimientos de reducción, siendo ventajosa la adición ya en el procedimiento de aglomeración de acuerdo con el invento, ya que de esta manera se puede disminuir esencialmente de manera simultánea la temperatura de aglomera-  
30



ción.

En algunos casos, puede ser también conveniente añadir al material, en el procedimiento de laminación de acuerdo con el invento, materiales que contienen carbono tales como antracita, coque, lejía de sulfilo, aceite y betún. Estos últimos materiales, que facilitan en primer lugar la aglomeración, pueden ser añadidos también en cantidades en exceso tales que el aglomerado contenga combustible y agente de reducción para los siguientes procedimientos.

Al laminar entre rodillos lisos o de superficie estriada, se puede utilizar una construcción de máquina significativamente mas sencilla que en la formación de briquetas, siendo además esencialmente más pequeño el desgaste a temperaturas mas altas y más fácil de controlar que en la formación de briquetas por laminación.

Caso de que al utilizar rodillos lisos aparezcan irregularidades en los rodillos por desgaste, éstas pueden ser torneadas o rectificadas mecanicamente, lo cual puede realizarse durante el funcionamiento de la máquina. Caso de que además los rodillos se construyan con mayor espesor de producto, se puede realizar un gran número de dichas operaciones de torneado y rectificado. Los rodillos pueden ser protegidos del ataque por revestimiento continuo por ejemplo con grafito o  $\text{CaO}$  o por revestimiento con material cerámico a base, por ejemplo, de óxido de aluminio o carborundo. Es especialmente importante utilizar según el invento rodillos cuya superficie de abrasión esté formada por material solidificado y autógeno, que eventualmente sea incorporado de manera continua durante el trans-

340602



curso de la laminación El espesor de la superficie de des  
gaste es ajustado por torneado continuo o discontinuo o  
por otro tratamiento de los rodillos, para que se logre  
un espesor apropiado de la capa de protección contra el  
5 desgaste.

Un cierto desgaste no tiene ninguna acción  
mas visible sobre los resultados del procedimiento, siendo  
igual que se empleen rodillos lisos o provistos de moldes  
para briquetas, ya que, tal como se ha indicado, no exis-  
10 te ninguna exigencia especial en cuanto a la forma del a-  
glomerado, ya que éste es desmenuzado posteriormente de ma  
nera usual. Al laminar, no existe la intención de prepa-  
rar un producto con las propiedades de resistencia mecáni-  
ca que son necesarias para la incorporación directa a un  
15 horno de fusión de mineral, para lo que se tendrían que  
utilizar presiones y temperaturas tan altas que los proble-  
mas materiales harían imposible un procedimiento técnica-  
mente utilizable.

Los aglomerados resultantes de la lamina-  
20 ción a temperatura relativamente baja pueden obtener, por  
un tratamiento ulterior a una temperatura mas alta, propie-  
dades de resistencia mecánica que son apropiadas para pro-  
cedimientos metalúrgicos, en los cuales las exigencias son  
mas altas que las establecidas para los aglomerados resul-  
25 tantes. De esta manera se puede preparar, a partir de los  
aglomerados, un aglomerado apropiado para la incorporación  
en hornos de fusión de mineral, consistente en óxidos de  
hierro. El tratamiento ulterior térmico a temperatura mas  
alta se puede realizar en hornos, tales como los que se em-  
30 plean para la sinterización de bolas o esferas de materias



primas férreas, por ejemplo en el horno de cuba, en el  
horno tubular o sobre la banda. En conexión con esta sin-  
terización, los aglomerados pueden ser purificados direc-  
tamente, por volatilización clorante, de los componentes  
5 no deseados tales como cobre, zinc, plomo y arsénico.

En un ensayo a la escala de 1 tonelada/hora con formación de briquetas por laminación de óxido de  
hierro y pirita de flotación, tostadas en el horno de capa  
fluidificada, se ha mostrado de manera sorprendente que ya  
10 se pudieron obtener a una temperatura de 250°C aglomerados  
con una resistencia considerable. A partir de la tabla si-  
guiente se puede observar que son imposibles de obtener a  
20°C, es decir sin calentamiento previo, aglomerados resis-  
tentes y estables mecánicamente, mientras que ya a 250°C  
15 estos tienen una resistencia a la abrasión esencialmente  
del mismo orden de magnitud que en ensayos a 300 y 430°C.  
A temperaturas mas altas se obtuvo sin embargo un aglome-  
rado mas denso el cual en el ensayo del tamizado en tambor  
rotatorio dió una cantidad más pequeña con tamaño inferior  
20 a 0,5 mm. Para determinar como se comporta el material al  
desmenuzar antes de una tal sinterización a presión, las  
briquetas fueron desmenuzadas en una trituradora de mandí-  
bular regulada en una abertura de hendidura o tamiz de 8  
mm. El análisis de granulometría de un material desmenu-  
25 zado de esta manera indica que se obtuvo muy poco material  
por debajo de 0,2 mm. Los ensayos de sinterización reali-  
zados mezclando un aglomerado, desmenuzado, tal como se in-  
dica anteriormente, en una carga de concentrado de mineral  
de hierro indican que se podía obtener en la sinterización  
30 a presión una capacidad o cabida esencialmente elevada. Si

340602



se mezcla sin aglomeración una pirita de flotación tostada en capa fluidificada, se disminuye por el contrario considerablemente la capacidad o cabida.

T A B L A

Probeta	1	2	3	4	
Material	Hematites	Hematites	Hematites	Hematites parcialmente reducida a magnetita	
Temperatura antes del moldeo por compresión	200C	2500C	3000C	4300C	
Resultado del ensayo de tamizado en tambor rotatorio según ASTM (para determinar la resistencia al desgaste de granulos)					
> 5 mm	10,5	64,0	65,0	64,6	
5-0,6 mm	16,5	10,6	10,7	18,2	
<0,6 mm	73,0	25,4	24,3	17,2	
Peso específico	3,15	3,28	3,47	3,62	
Análisis de granulometria después de pasar por una trituradora de mandibulas con tamiz de 8 mm	8	-	10,4	17,1	9,3
	6-8	-	25,6	27,7	20,4
	4-4	-	29,1	25,0	26,2
	3-4	-	8,5	7,9	11,3
	2-3	-	9,9	9,1	12,1
	1-2	-	7,1	6,5	10,6
	0,5-1	-	3,3	2,6	4,8
	0,2-0,5	-	1,6	1,1	1,9
	< 0,2	-	4,5	3,1	3,4

340602



En la figura, se representa un ejemplo de una instalación para la laminación en caliente con rodillos esencialmente lisos. Procedente del horno de capa fluidificada 1, en el cual la pirita de flotación es tostada, el material de óxido de hierro de grano fino es conducido en estado caliente a un depósito de tolva 3, pasando por un ciclón en caliente 2 y/o directamente del lecho de fluidificación a través de la conducción 4. En el depósito de tolva 3, están previstos órganos 5 para mezclar aditivos. Esto puede tener lugar también en un mezclador que está dispuesto delante del depósito de tolva 3. Por debajo del depósito de tolva están previstos rodillos 6 y 7, estando uno de los rodillos, el 6, dispuesto fijamente y estando lastrado el segundo rodillo, el 7, con una fuerza de compresión del gato hidráulico 8, en el cual se introduce medio de presión a través de la conducción 9. Por debajo de los rodillos está previsto, en conexión directa con un dispositivo 11, un órgano de mando 10 para el desmenuzamiento de la torta aglomerada 12. En el desmenuzamiento cae el aglomerado desmenuzado a través de una parrilla a un recipiente o depósito 13, en el cual están previstas aberturas 14 de aspiración de aire, para que pueda ser aspirado aire para eliminar el polvo mas fino con ayuda de un ventilador, que aspira el aire del recipiente por medio de un ciclón 16. Desde el ciclón el polvo es devuelto al depósito de tolva 3.

Aunque en la descripción se hable esencialmente de la aglomeración de materias primas férreas, evidentemente el invento puede utilizarse también con otros materiales, por ejemplo producto de grano fino de la tosta

340602



ción de distintos sulfuros metálicos.

Por lo tanto, el procedimiento de acuerdo con el invento puede utilizarse para aglomerar concentrados de flotación sulfurados de grano fino a temperatura elevada. En el estado aglomerado se mejoran sus propiedades para la manipulación y tostación. La aglomeración se realiza a una temperatura tan alta que se expulsa azufre elemental del retículo de las partículas. Este es comprimido y distribuido entre las capas de mineral durante el procedimiento de laminación, y actúa aglomerando adicionalmente la masa comprimida después del enfriamiento de la torta hasta por debajo del punto de fusión del azufre.

El calentamiento del concentrado puede tener lugar de manera análoga a la que ya se ha descrito para materiales oxidicos, es decir antes de la laminación, pero también por vía eléctrica por calentamiento inductivo o por resistencia del concentrado en su introducción en los rodillos, o en su flujo o paso entre los rodillos.

La laminación de concentrados sulfurados puede tener lugar también a temperatura mas baja, añadiendo un aglutinante apropiado. Preferiblemente, se utiliza azufre elemental, el cual es mezclado con el concentrado en la forma de polvo o es introducido en el concentrado en forma de vapor de azufre, después de secar el concentrado de manera usual, pero antes de introducirlo en los rodillos. En la laminación se mantiene una temperatura que supera algo al punto de fusión del azufre. El calentamiento de la masa de concentrado se verifica convenientemente por vía eléctrica, pero puede tener lugar sin embargo también con vapor de agua recalentado, que es introducido a presión en



tre los rodillos.

Usualmente se añade 1 a 5% en peso de azufre, que dá al aglomerado laminado una resistencia mecánica apropiada. Esta cantidad es significativamente más pequeña que en otros procedimientos conocidos, en los que se utiliza azufre para aglomerar concentrados sulfurados.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Suecia el 22 de Julio de 1966, bajo el nº 10086/66, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

- 15 1.- Procedimiento para la aglomeración de un producto de grano fino, que debe ser sometido a un tratamiento metalúrgico, caracterizado porque un producto caliente es laminado entre rodillos lisos, estriados o provistos con moldes para briquetas, a temperaturas de 200 a  
20 800°C y en cualquier caso bien por debajo de la temperatura de comienzo de la fusión, y porque la torta o la briqueta resultante es desmenuzada eventualmente hasta el tamaño apropiado para el tratamiento metalúrgico.



2.- Procedimiento según la reivindicación 1, especialmente cuando se utilizan rodillos provistos con moldes para briquetas, caracterizado, porque la laminación se realiza a una temperatura de como máximo 600°C.

5  
3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el material frío es calentado hasta la temperatura deseada en un horno rotatorio, en un horno de etapas, en un horno de suspensión del tipo de un horno de capa fluidificada o en un horno, en el cual el material es desplazado en suspensión en una corriente de gas caliente y es separado de esta por ejemplo en un ciclón.

10  
4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque el producto caliente es transportado en estado caliente desde un procedimiento previo.

15  
5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el producto a aglomerar consiste en materias primas férreas.

20  
6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque el producto entrante es reducido, antes del procedimiento de laminación, esencialmente hasta la forma de  $Fe_3O_4$  o hasta una etapa de oxidación más baja.

25  
7.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque como producto entrante se utiliza óxido de hierro del tipo de magnetita procedente de una tostación de piritas, que proporciona magnetita.

30  
8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado, porque al producto entrante se añaden calcio, aluminio o materiales que con-



tienen magnesio, tales como óxidos o carbonatos.

5 9.- Procedimiento según una cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizado porque al producto entrante se añaden materiales que contienen carbono, tales como antracita, coque, lejía residual de sulfuro, aceite o betún.

10 10.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque como producto entrante se utilizan concentrados sulfurados de tratamiento, preferiblemente concentrados de flotación.

11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque la laminación tiene lugar en las proximidades de la temperatura a la que el mineral contenido en el concentrado desprende azufre libre.

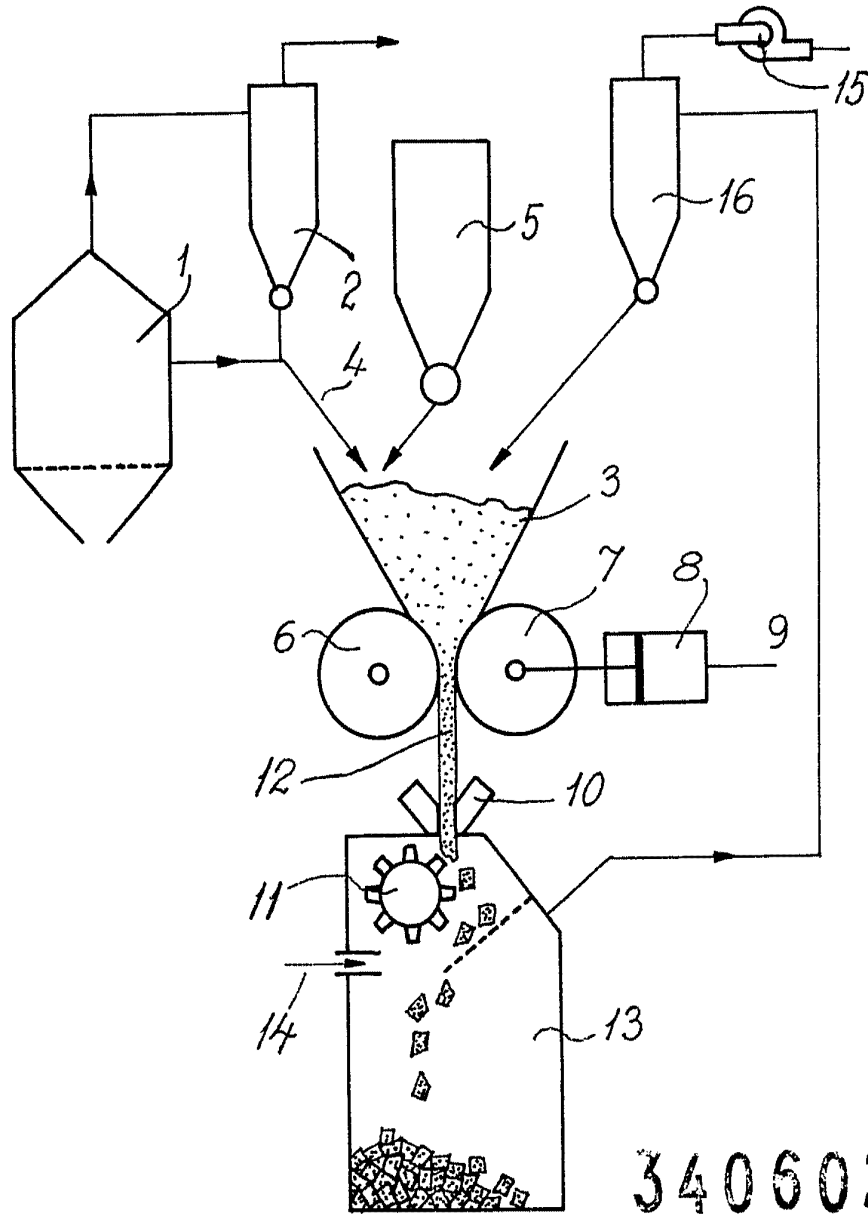
15 12.- Procedimiento según las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado porque se añade azufre elemental al producto obtenido en la laminación.

20 13.- Procedimiento según las reivindicaciones 11 ó 12, caracterizado porque el calentamiento se verifica por aportación de calor eléctrico por vía inductiva o de resistencia, en conexión con la alimentación del producto y/o el paso a través de la etapa de laminación.

25 14.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque los rodillos son protegidos del ataque por revestimiento con una capa de protección contra el desgaste, consistente en el producto sometido a la aglomeración, es decir un revestimiento autógeno.

30 15.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado porque los ro-





*Handwritten signature or name*