

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
 Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19	ES	11	NUMERO	10	A1
		21	<b>47 577 8</b>		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			6-12-78		

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

20 FEB. 1979

**PATENTE DE INVENCION**

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
P 27 55 165.1 P 28 38 983.5	10-12-77 7-9-78	Rep. Federal Alemana " " "
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C21C	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"PROCEDIMIENTO PARA MEJORAR EL BALANCE TERMICO Y DE ESTE MODO AUMENTAR EL COEFICIENTE DE CHATARRA AL AFINAR ARRABIO EN UN CONVERTIDOR"		
71 SOLICITANTE (S)		(32 691 K)
EISENWERK-GESELLSCHAFT MAXIMILIANSHUTTE MBH		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
8458 Sulzbach-Rosenberg, República Federal Alemana		
72 INVENTOR (ES)		
Karl Brotzmann		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		(P.- 70.613)
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		

El invento se refiere a un procedimiento para mejorar el balance térmico y de este modo aumentar el grado o coeficiente de chatarra al afinar arrabio en un convertidor, que tiene boquillas para oxígeno con envolvente de medio protector por debajo de la superficie del baño.

El acero se produce en su mayor parte utilizando oxígeno técnicamente puro en convertidores con una cabida de desde aproximadamente 30 Tm hasta aproximadamente 40 Tm. En la práctica de servicio se han impuesto dos diferentes procedimientos de afino. Uno de ellos consiste en el procedimiento de soplado superior con oxígeno y el otro consiste en el procedimiento de soplado con oxígeno a través de la masa (procedimiento OBM/procedimiento Q-BOP).

El procedimiento de soplado con oxígeno a través de la masa utiliza boquillas para oxígeno con envolvente de hidrocarburos, las cuales consisten en tubos concéntricos y están dispuestas en la mampostería del convertidor por debajo de la superficie del baño.

El oxígeno de afino es cargado con los agentes formadores de escoria, y mediante la introducción de los participantes en la reacción a través de las boquillas dentro de la masa fundida se llega en el convertidor a condiciones óptimas para la cinética de reacción, existiendo también hacia el final de la reacción de afino todavía un

intenso movimiento del baño. De ello resultan los favorables resultados metalúrgicos cuando se afina acero, los cuales están ligados con claras ventajas económicas.

5 Por otro lado, una diferencia entre los dos procedimientos de afino consiste en que en el procedimiento LD se pueden emplear aproximadamente 3 unidades de tanto por ciento de chatarra, es decir 30 kg/Tm de acero, más que en el procedimiento OBM/Q-BOP.

10 En el pasado no han faltado propuestas de solventar desventajas individuales de los dos procedimientos de afino en convertidor con oxígeno. A este respecto se han conocido también propuestas de combinar entre sí ambos procedimientos para fines especiales.

15 La Memoria de Patente Austriaca 168.590 trata por ejemplo de la posibilidad de conducir en un convertidor, por debajo de la superficie del baño, a través de una boquilla situada en la pared lateral un gas agitador exento de nitrógeno, adicionalmente al necesario para efectuar el soplado, con el fin de mejorar el movimiento del baño. La desventaja consiste en un desfavorable balance térmico, dado que el gas de agitación sustrae calor de la masa fundida y por consiguiente disminuye el coeficiente de chatarra.

20

25 La Memoria de Patente de los EE.UU. 3.030.203 describe un procedimiento en el cual primeramente se insu-

fla sobre la masa fundida con una lanza usual y después de haber hecho girar el convertidor se sumerge la lanza dentro de la masa fundida. En este procedimiento se manifiesta como desventajosa la sustracción de calor a la masa fundida por la lanza refrigerada por agua. Por otro lado las grandes cantidades de oxígeno introducidas de un modo concentrado conducen a intensas salpicaduras y a una acrecentada proyección hacia fuera.

En la Memoria de Patente de los EE.UU. 3.259.484 la lanza de soplado superior con oxígeno, es combinada con un fondo de convertidor a base de material refractario poroso, a través del cual se introduce oxígeno en la masa fundida. Sin embargo, a través de los ladrillos porosos del fondo se pueden transportar sólo cantidades relativamente pequeñas de oxígeno, y según el estado actual de los conocimientos de introducción de oxígeno a través de ladrillos porosos conduce a una duración muy corta en servicio útil de estos fondos, que asciende a sólo algunas cargas de fusión.

La Memoria de Patente Francesa 2.121.522 se ocupa de un procedimiento que combina la simultánea utilización de una lanza y de boquillas en el fondo. En tal caso la insuflación desde arriba y desde abajo se realiza en diferentes zonas del baño. Por ejemplo, en la primera fase de afino, preferiblemente el período de eliminación de

silicio, se introduce oxígeno en la masa fundida solamente a través de las boquillas en el fondo. A continuación se introduce la lanza dentro del convertidor y se insufla oxígeno sobre el baño. La meta de ello es producir aceros ricos en carbono con contenidos de fósforo suficientemente bajos. Al oxígeno introducido a través de la lanza le incumbe en tal caso principalmente la misión de aumentar el contenido de FeO de la escoria como condición previa para una eliminación del fósforo lo más amplia posible. Al mismo tiempo debe impedirse la formación de humos pardos.

La Memoria de publicación Alemana DE-OS 2.237.253 se ocupa de la utilización de boquillas a base de tubos concéntricos con medio protector de boquillas, los cuales tubos estén montados en la mampostería refractaria del fondo así como en la pared lateral de un convertidor. Las boquillas situadas en la parte superior de la pared lateral sirven para la introducción de una suspensión a base de agentes formadores de escoria en forma de polvo y gas portador. Las boquillas en la pared lateral pueden estar dispuestas de una manera tal que en la posición de soplado del convertidor estén situadas por debajo de la superficie del baño o también se encuentran por encima de él e insuflan en sentido oblicuo sobre el baño. Si insuflan sobre el baño, se las utiliza sólo para la introducción de agentes formadores de escoria en forma de polvo.

En el caso en que las boquillas estén dispuestas por debajo del nivel del baño, entra en consideración también un gas portador oxidante.

5 El objeto de la Memoria de publicación Alemana (DE-OS) 2.237.253 consiste en lo esencial en insuflar sobre la masa fundida a afinar una suspensión de gas transportador y agentes formadores de escoria en forma de polvo. De este modo ya no pasan a manifestarse las ventajas de la introducción de las sustancias formadoras de escoria según  
10 el procedimiento de insuflación con oxígeno a través de la masa, tal como se describe por ejemplo en la patente Alemana 1.966.314.

15 La Memoria de publicación Alemana para llamamiento a oposiciones (DE-AS) 2.405.351 concierne a una combinación de lanzas de soplado superior y boquillas en el fondo. En tal caso, al comienzo el afino debe efectuarse en lo esencial mediante insuflación superior desde arriba y debe aumentarse la introducción de oxígeno desde abajo tan pronto como comience a disminuir el efecto de afino.  
20 Esto ocurre, según la memoria descriptiva, con contenidos de carbono entre 0,2 y 0,05%. Mediante la insuflación superior preferida el procedimiento no puede evitar en grado suficiente las desventajas ligadas con ello.

25 Además pertenecen al estado conocido de la técnica la Memoria de publicación Alemana (DE-OS)

2.522.467, la memoria de Patente DDR 101.916 y la memoria de Patente de los EE.UU. 3.895.784. Estas comprenden en lo esencial la utilización de boquillas con envoltente de hidrocarburos por encima de la superficie del baño en un convertidor de soplado a través de la masa por lo demás usual, con la meta establecida de lograr una combustión ulterior de CO con el fin de mejorar el balance térmico.

De acuerdo con la Memoria de publicación Alemana 2.522.467 la combustión ulterior de CO conduce al aumento intencionado de la oferta de oxígeno en la zona superior del convertidor, el denominado sombrero, con el fin de evitar allí una formación de deposiciones. La citada Memoria de Patente DDR describe la combustión ulterior de CO en el convertidor y en otros recipientes para afino de acero. Como características esenciales sirven la posición de montaje de las boquillas para oxígeno por encima de la superficie del baño y las cantidades de oxígeno aportadas a las boquillas en el fondo y a las boquillas de combustión ulterior en relación con el desprendimiento de CO de la masa fundida.

La posición de montaje de las boquillas de combustión ulterior no debe desviarse de la horizontal hacia arriba y hacia abajo en más de 20°, y preferiblemente no debe hacerlo en más de 10°. Debe ser todavía más ventajoso que el ángulo de las boquillas esté inclinado ligera-

mente hacia abajo y no se desvíe de la horizontal en más de 5°, habiéndose manifestado como especialmente ventajoso un ángulo de 4°. Esta forma de realización permite reconocer la gran importancia que tiene la posición de montaje aproximadamente horizontal de las boquillas de combustión ulterior de CO.

La velocidad relativa de la insuflación de oxígeno a través de las boquillas en el fondo ha de regularse de modo tal que se haga óptimo el desprendimiento de CO, y la cantidad necesaria de oxígeno ha de ser introducida en una zona del desprendimiento de CO, próxima al lado superior del baño líquido, con el fin de convertir CO en CO<sub>2</sub>. Como cantidades preferidas de oxígeno para las boquillas de paredes laterales, la memoria de patente menciona las de 25% hasta 30%.

La memoria de patente de los EE.UU. parte en lo esencial de la idea de la conversión controlada de CO en CO<sub>2</sub> y explica un circuito de regulación que mide la composición de los gases de escape y controla correspondientemente la aportación de oxígeno en el recipiente de afino, así como también modifica la posición de montaje de las boquillas para introducción de oxígeno por encima de la superficie del baño. Es irrealizable en la práctica hacer variar la posición de montaje de las boquillas en la pared del convertidor durante el período de afino. Los orifi-

cios en la pared del convertidor son obstruidos después de breve tiempo por salpicaduras de acero y correspondientes deposiciones, y de este modo se hacen inútiles, y entonces los tubos de boquillas ya no pueden moverse.

5                   Es común a todos los procedimientos descritos con anterioridad el hecho de que no se pudo lograr una aportación de calor sensible, que fuese eficaz durante el proceso de afino, a la masa fundida de hierro existente en el convertidor, y por consiguiente ninguna de las propues-  
10                   tas conocidas ha encontrado hasta ahora acceso a la prácti  
ca industrial.

                  El presente invento se ha establecido la mi-  
sión de mejorar la producción de acero en un convertidor  
de soplado por el fondo, de manera tal que se mejore el ba-  
15                   lance térmico y de este modo se aumente claramente la pro-  
porción de portadores sólidos de hierro, por ejemplo el  
grado o coeficiente de chatarra, y se conserven las conoci  
das ventajas del procedimiento de soplado por el fondo,  
especialmente el transcurso del afino controlable de modo  
20                   digno de confianza, las preferencias de la técnica metalúr  
gica de procesos tales, tales por ejemplo los bajos conte-  
nidos finales de carbono y el bajo contenido de óxido de  
hierro de la escoria de sangrado, la capacidad asegurada  
de incorporación de chatarra en la fusión y el mayor rendi  
25                   miento de producción.

El invento resuelve esta misión mediante el recurso de que durante una parte esencial del período de afino se introduce en la masa fundida 20% hasta 80% de la cantidad de oxígeno para afino a través de uno o varios chorros gaseosos dirigidos sobre la superficie del baño, que actúan como chorro libre en el recinto gaseoso del convertidor. La restante cantidad de oxígeno es insuflada a través de las boquillas dispuestas en la mampostería del convertidor por debajo de la superficie del baño.

Con utilización de las enseñanzas del invento se aumenta la proporción de portadores sólidos de hierro, por ejemplo el coeficiente de chatarra en 5 hasta 10 unidades de tantos por ciento, y por lo tanto se trabaja y elabora una proporción de hierro sólido por Tm de acero en bruto aumentada en 50 kg hasta 100 kg frente al modo de funcionamiento normal de un convertidor OBM/Q-BOP. El coeficiente de chatarra se encuentra por consiguiente también en un valor esencialmente más alto que en el procedimiento usual de soplado superior con oxígeno. Para esto hay que hacer observar además que el mayor coeficiente de chatarra en el procedimiento de soplado superior, en comparación con el procedimiento de soplado a través de la masa, ha de ser atribuido parcialmente a la oxidación exotérmica de hierro. Por el contrario, en el caso del procedimiento según el invento el contenido de óxidos de hierro de la esco

ria permanece tan bajo como en el procedimiento de soplado con oxígeno a través de la masa.

5 Con el soplado superior con oxígeno solamente, sin la simultánea introducción de oxígeno por debajo de la superficie del baño, no pueden llevarse a realización las ventajas del invento. En el caso del soplado superior con oxígeno es necesario para lograr las reacciones metalúrgicas formar en el convertidor con la mayor rapidez posible una escoria espumosa. Esta escoria espumosa rellena entonces una parte esencial del recinto libre del convertidor por encima de la superficie del baño, y el chorro de oxígeno se insufla durante el más largo período del transcurso de afino en esta escoria espumosa, y por lo tanto no en el recinto gaseoso libre. Con tal modo de funcionamiento se llega a un aumento del contenido de óxidos de hierro en la escoria con los correspondientes efectos metalúrgicos, que se conocen del procedimiento de soplado superior con oxígeno. En estas condiciones de funcionamiento no pueden ser llevadas a realización las ventajas según el invento, especialmente del coeficiente de chatarra y de un bajo contenido de óxidos de hierro en la escoria.

10

15

20

Una importante característica del invento consiste en evitar la formación de escoria espumosa en el convertidor. Esta misión se logra especialmente mediante la introducción de al menos 20% de la cantidad total de oxígeno

25

no por debajo de la superficie del baño. Al mismo tiempo, con este oxígeno se insufla una parte esencial de la cal a través de las boquillas dispuestas por debajo de la superficie del baño.

5                    En el caso del procedimiento según el invento, la cantidad de oxígeno introducida por encima del nivel del baño es conducida dentro del convertidor de manera tal que se forma un chorro libre en el recinto gaseoso, y este chorro gaseoso incide sobre la superficie del baño de la

10 masa fundida. De esta manera se logra transferir a la masa fundida aproximadamente 90% de la energía resultante por la combustión ulterior de los gases de escape del convertidor. Para el efecto de acuerdo con el invento es necesario que los chorros libres recorran en el recinto gaseoso

15 un determinado tramo, dentro del cual aspiran considerables cantidades de los gases de escape del convertidor. En tal caso, se llega de este modo a un intenso mezclado de oxígeno y de gas de escape del convertidor, y sobre la superficie del baño incide entonces solamente un gas caliente, que consiste en CO y CO<sub>2</sub> y prácticamente ya no contiene nada de oxígeno libre. Correspondientemente se disminuye también la formación de humo pardo, es decir la combustión de hierro, y el procedimiento de acuerdo con el invento tiene sólo una pérdida procedente de la evaporación

20 de hierro de 0,03%, de modo similar al procedimiento OBM/

25

/Q-BOP.

5 En el caso de la conocida introducción de oxí-  
geno en la parte superior del convertidor a través de bo-  
quillas dispuestas horizontales o inclinadas con respecto  
a la horizontal hasta en 20º, para efectuar la combustión  
ulterior de CO, incluso con cantidades de oxígeno de 10%  
hasta 20% de la cantidad total de oxígeno no se puede trans-  
ferir a la masa fundida nada de calor sensible. La combus-  
10 tión ulterior de los gases de escape del convertidor condu-  
ce sólomente a deterioros en el material refractario. Es-  
pecialmente, en este procedimiento se produce un desgaste  
prematureo de la mampostería en el sombrero del convertidor  
y en las paredes situadas frente a las boquillas para oxí-  
geno. Este desgaste de la mampostería ha de ser atribuido  
15 a un intenso aumento de la temperatura en la zona superior  
del convertidor, y un aumento adicional de la proporción  
de oxígeno por encima de 20% sólo hace esperar un deterio-  
ro adicional del revestimiento refractario. Una transmi-  
sión sensible de calor a la masa fundida no es posible, de  
20 acuerdo con las experiencias actuales, con esta técnica co-  
nocida de adición de oxígeno.

Por el contrario, el procedimiento de acuerdo  
con el invento no conduce a ningún desgaste acrecentado de  
la mampostería. Seguramente, esta ventaja ha de ser atri-  
25 buída al hecho de que no incide sobre la mampostería refra-

taria del convertidor ningún chorro de gas con alta temperatura - por el contrario, una característica esencial del invento consiste en que los chorros libres existentes en el recinto gaseoso del convertidor están dirigidos hacia la superficie del baño de la masa fundida.

En el caso de la utilización del procedimiento según el invento se logra ya un aumento del coeficiente de chatarra, junto al límite inferior del margen indicado de 40 a 50 kg por Tm de acero bruto, si la cantidad de oxígeno insuflada sobre el baño asciende al menos a 20 hasta 30% de la cantidad de oxígeno para el afino. Sin embargo, se ha manifestado como ventajoso el hecho de distribuir toda la cantidad de oxígeno aproximadamente en partes iguales a las boquillas situadas por debajo de la superficie del baño y al sistema para introducción de oxígeno en el recinto superior del convertidor. De este modo se puede lograr, por ejemplo con una cantidad de oxígeno insuflado sobre la masa fundida de 40% de la cantidad total de oxígeno para el afino, un coeficiente de chatarra acrecentado en aproximadamente 6 unidades de tantos por ciento. El coeficiente de chatarra, definido como proporción ponderal de chatarra y acero líquido, se aumenta por consiguiente desde usualmente 27% en el caso del procedimiento de soplado por el fondo hasta 33% en el caso del procedimiento según el invento. Evidentemente, se disminuye de manera corres-

pondiente el coeficiente de arrabio. El oxígeno introducido en total tiene en tal caso un valor aproximadamente 12% mayor frente al coeficiente de oxígeno de aproximadamente 50 Nm<sup>3</sup>/t de arrabio, que sería necesario en un procedimiento usual de soplado con oxígeno a través de la masa. (Nm<sup>3</sup> = metros cúbicos en condiciones normales de presión y temperatura). El contenido de carbono de la masa fundida de acero terminada es de aproximadamente 0,02%, y el contenido de óxidos de hierro en la escoria final está en 15%. Con contenidos de carbono de aproximadamente 0,05% resulta un contenido de óxidos de hierro en la escoria de aproximadamente 8%. Esta proporción de óxidos de hierro en la escoria corresponde a los valores comparativos de las cargas que se producen según el procedimiento OBM/Q-BOP.

El consumo de oxígeno aumentado en aproximadamente 12% frente al procedimiento habitual permite quemar aproximadamente 24% de CO en el gas de escape del convertidor para formar CO<sub>2</sub>. La cantidad de calor, que en tal caso se libera, es suficiente, con un grado de rendimiento térmico de 90%, para fundir una cantidad adicional de chatarra de 6 unidades de tantos por ciento. Con el procedimiento de acuerdo con el invento se hace posible por lo tanto transferir a la masa fundida casi la totalidad de la cantidad de calor que resulta de la combustión de CO a CO<sub>2</sub>.

De acuerdo con una forma ventajosa de realiza

ción del invento, por lo menos una boquilla para oxígeno a base de dos tubos concéntricos se encuentra por encima de la superficie del baño en la mampostería del convertidor. A través del tubo interior de la boquilla circula el oxígeno; la rendija anular entre los dos tubos de boquilla sirve para la introducción del medio protector, preferiblemente a base de hidrocarburos gaseosos o líquidos. El oxígeno conducido en el convertidor es aprovechado totalmente. Una proporción esencial de aproximadamente 75% toma parte de las reacciones de afinó, la restante cantidad de oxígeno sirve para la combustión ulterior de CO y posibilita por lo tanto obtener el coeficiente de chatarra acrecentado.

Las boquillas situadas por encima de la masa fundida han de ser dispuestas en el convertidor de modo tal que se logre un tramo suficiente del chorro de oxígeno en el recinto gaseoso del convertidor. Con el fin de aprovechar plenamente el invento, el tramo del chorro de oxígeno entre los orificios de salida de los sistemas para introducción de oxígeno y la superficie quieta del baño debe corresponder aproximadamente a un valor de 50 hasta 200 veces el diámetro de los orificios de salida.

Con la forma geométrica usual del convertidor resulta al montar las boquillas para introducción de oxígeno en la pared lateral del convertidor, una inclinación mayor de  $35^\circ$ , preferiblemente mayor de  $45^\circ$ , desde la horizon

tal en dirección a la superficie del baño.

El chorro gaseoso, que consta en lo esencial de CO y CO<sub>2</sub>, incide con una alta temperatura, que está con siderablemente por encima de la temperatura del baño y es timativamente es de aproximadamente 2500°C, sobre la super ficie del baño. Para la reacción con la masa fundida y pa ra la transferencia de calor está disponible una superfi cie muy grande, que se deriva de la cantidad de oxígeno in troducido por debajo de la superficie del baño y del inten so movimiento del baño que resulta de ello. Por los cono cimientos que existen acerca del movimiento del baño en el convertidor, por ejemplo a partir de ensayos con modelos a escala, hay que contar con una zona de salpicaduras y de erupción junto a la superficie del baño de al menos 1 me-  
10 tro de altura. La superficie de reacción aumentada grande mente de este modo, que se conserva en el caso del procedi miento del invento durante una porción esencial del afino, es con mucha probabilidad decisiva para el elevado grado de aprovechamiento del oxígeno y la buena transferencia de  
15 calor al baño.

En un convertidor de soplado con oxígeno a través de la masa, con soplado por el fondo, con una capa cidad por ejemplo de 60 Tm y una forma aproximada de esfe ra, por encima del muñón de rotación del convertidor, a  
25 ambos lados, están instaladas sendas boquillas con un ángu

lo de inclinación de aproximadamente  $45^\circ$  en la mampostería refractaria. Los orificios de salida de boquillas se encuentran junto al lado interior del convertidor aproximadamente 2 metros por encima de la superficie del baño en el caso de un recipiente con mampostería renovada recientemente. Al aumentar el tiempo de empleo, la distancia aumenta hasta aproximadamente 3 metros. Las boquillas para oxígeno consisten en dos tubos concéntricos con un diámetro interior libre del tubo interior para el oxígeno de 40 mm. La anchura de rendija anular entre el tubo interior y el tubo exterior es de aproximadamente 1 mm. Con el fin de proteger las boquillas contra un desgaste prematuro en comparación con la mampostería refractaria, se conduce a través de la rendija anular 1% en volumen de propano, referido a la cantidad de oxígeno.

Con una aportación total de oxígeno de aproximadamente  $20000 \text{ Nm}^3/\text{hora}$ , y de ésta circulan aproximadamente  $10000 \text{ Nm}^3/\text{hora}$  a través de las boquillas en el fondo y aproximadamente  $10000 \text{ Nm}^3/\text{hora}$  a través de las dos boquillas de pared lateral por encima de la superficie del fondo, el tiempo de afino dura aproximadamente 10 minutos. La cantidad de chatarra refrigerante es en este modo de procedimiento aproximadamente 4 Tm mayor en comparación con la misma aportación global de oxígeno, exclusivamente a través de las boquillas en el fondo. Los valores de con

centración de óxidos de hierro de la escoria corresponden a los contenidos existentes en el caso de soplado por el fondo.

5 Por encima de la superficie del baño se pueden montar en la mampostería refractaria un gran número de boquillas. Se prefiere una altura de montaje superior a 2 metros por encima de la superficie del baño. Esta altura de montaje permite realizar soluciones constructivas favorables. En el caso del requisito de acuerdo con el invento, de dirigir las boquillas hacia el baño, es más sencillo disponerlas en la parte superior del convertidor, el llamado sombrero, dado que a causa de la inclinación del sombrero se hacen menores los tramos de penetración de las boquillas en la mampostería del convertidor. De este modo se hace más fácil, entre otras cosas, adaptar la mampostería a los tubos de boquillas, principalmente cuando se monta más de una boquilla a cada lado del convertidor en la zona situada por encima de los dos muñones de rotación. Por ejemplo, en un convertidor estén montadas seis boquillas, a saber sobre cada lado del convertidor tres boquillas, a aproximadamente 2 metros por encima del nivel del baño. Las desembocaduras de las boquillas se encuentran junto al lado interior del convertidor, en la zona de transición desde la parte cilíndrica del convertidor al cono superior del convertidor. La inclinación de las boquillas

10

15

20

25

con respecto a la horizontal es de aproximadamente 45° hasta 70°. Las boquillas están orientadas de manera tal que las zonas de incidencia de los chorros gaseosos se distribuyen aproximadamente de modo uniforme sobre la superficie del baño.

5

Una variante adicional en el caso de la disposición de boquillas, que conduce a un aumento adicional del coeficiente de chatarra, superior a 5 unidades de tantos por ciento, consiste en orientar las superficies de incidencia de los chorros gaseosos de manera tal que éstos incidan sobre la superficie del baño en la zona con máximo espesor de la capa de escoria. Esta zona de la superficie del baño se encuentra en los sectores de círculo junto a una franja central, sobre la que están distribuidas las boquillas en el fondo. Mediante esta medida es posible aumentar el coeficiente de chatarra hasta en 10 unidades de tantos por ciento, en comparación con el procedimiento de soplado con oxígeno a través de la masa. El consumo de oxígeno aumenta en tal caso en aproximadamente 20% frente al oxígeno de afino. Este sorprendente efecto puede explicarse presumiblemente por el hecho de que los chorros gaseosos procedentes de las boquillas de introducción inciden por encima de la superficie del baño preferentemente sobre masa fundida de escoria, y de que adicionalmente, mediante los chorros de oxígeno que discurren en sentido inclinado,

10

15

20

25

se logra una considerable rotación de los gases de escape del convertidor y por consiguiente una mejoría de la aspiración de estos gases de escape.

5 El oxígeno insuflado sobre el baño puede ser introducido a través de una lanza. El empleo de una lanza para la introducción de oxígeno por encima de la superficie del baño se muestra entonces como especialmente conveniente, cuando una instalación de convertidores dispone de disposiciones adecuadas. La distancia de lanza, es decir, 10 la separación entre los orificios para salida de oxígeno junto a la lanza y la superficie del baño en el convertidor, se escoge normalmente grande, por lo menos superior a 2 metros, en analogía a las boquillas en la pared lateral. Además, hay que procurar que los chorros gaseosos que salen de la desembocadura de la lanza, de modo similar al caso de las boquillas en la pared lateral, incidan sobre la superficie del baño y no toquen la pared lateral del convertidor. Por consiguiente, ha de modificarse decisivamente el modo de funcionamiento de la lanza en comparación 20 con el conocido procedimiento de soplado superior con oxígeno. Especialmente, hay que impedir la formación de escoria espumosa en el convertidor, lo cual se efectúa de acuerdo con el invento mediante la insuflación de una parte esencial de la cantidad de cal en forma de cal en polvo a 25 través de las boquillas en el fondo.

El número de las boquillas en el fondo puede ser disminuído en un convertidor de soplado a través de la masa, después de su reequipamiento para el procedimiento de afino de acuerdo con el invento. Con esta etapa no está ligada ninguna desventaja, siempre que la sección transversal de boquillas instalada por debajo de la superficie del baño en el convertidor sea suficiente para transportar al convertidor la cantidad total de los agentes formadores de escoria en forma de polvo durante el afino. Normalmente, se puede partir en tal caso de velocidades de carga de los agentes formadores de escoria en el oxígeno hasta de aproximadamente  $10 \text{ kg/Nm}^3$  de oxígeno. Por ejemplo, en el caso de afino de un arrabio pobre en fósforo y de los coeficientes de cal menores que están aparejados con ello, se necesitan menos boquillas situadas por debajo de la superficie del baño que en el caso del afino de arrabio rico en fósforo, el cual según es sabido exige mayores coeficientes de cal para la formación de escoria.

En el caso de la utilización del procedimiento según el invento en un convertidor de soplado por el fondo, que está equipado por ejemplo con dos boquillas adicionales en la pared lateral por encima de la superficie del baño en la zona del muñón de rotación del convertidor, se puede disminuir el número de las boquillas en el fondo del convertidor. En un convertidor OBF/Q-BOP de 200 Tm,

que está provisto con 20 boquillas y tiene una sección transversal global de soplado de  $150 \text{ cm}^2$ , y en el que se afina arrabio pobre en fósforo, según el procedimiento de acuerdo con el invento son suficientes 10 boquillas en el fondo con una sección transversal global de soplado de  $80 \text{ cm}^2$  y en cada caso dos boquillas de soplado superior por encima del muñón de rotación del convertidor con una sección transversal global de soplado con oxígeno de  $50 \text{ cm}^2$ . En un convertidor reequipado de este modo se producen, durante un tiempo de afino acertado en aproximadamente 25% de aproximadamente 8 hasta 10 minutos, 200 Tm de acero. En tal caso se conservan todas las características metalúrgicas de proceso del procedimiento de soplado con oxígeno a través de la masa. Como ventaja resulta un acrecentado coeficiente de chatarra refrigerante de 12 Tm, correspondiente a aproximadamente 6%.

Además de ello, se reduce el consumo de hidrocarburos líquidos o gaseosos para la protección de las boquillas, en aproximadamente 1/3 frente al procedimiento de soplado con oxígeno a través de la masa. Este menor consumo de hidrocarburos se compone de una proporción disminuída en alrededor de 50% para las boquillas en el fondo y de una velocidad media de protección menor de aproximadamente 1% en peso, referido al oxígeno, para las boquillas de soplado superior. La cantidad de hidrocarburos, reducida

hasta una proporción mitad, que recorre el baño, además de un ahorro de costos proporciona, como ventaja adicional, un menor contenido de hidrógeno en el acero terminado.

5 Mientras que en el caso del procedimiento usual de soplado a través de la masa el contenido de hidrógeno en el acero terminado está en el orden de magnitud de 4 ppm, éste es en promedio de 3 ppm en el caso de utilizarse el procedimiento de acuerdo con el invento. La distribución de la cantidad total de oxígeno para afino se efectúa en tal caso 10 aproximadamente a partes iguales en las boquillas de soplado superior y en las boquillas en el fondo.

Con el número reducido de boquillas en el fondo del convertidor están aparejadas una serie de ventajas. Así, se disminuye la superficie global, sobre la que están 15 distribuidas boquillas, a saber en el caso del modo de montaje usual sobre una franja central en el fondo resulta una menor anchura de la franja. A su vez, de ello resulta un mayor volumen para la masa fundida; entonces el mismo convertidor es apropiado para mayores pesos de cargas, 20 o la capacidad del convertidor se aumenta de este modo. Con menos boquillas por debajo de la superficie del fondo también repercute ventajosamente una posición de montaje en la zona inferior de la pared del convertidor. Por ejemplo, para ello se han acreditado las denominadas boquillas 25 de rendijas anulares. En el caso de estas boquillas de

acuerdo con la memoria de patente alemana 2.438.142, el oxígeno circula con o sin carga de cal a través de una rendija anular, que admite mayores caudales de paso por cada boquilla. Igualmente la profundidad de penetración de estos chorros gaseosos es menor que en el caso de boquillas tubulares dobles normales, y por consiguiente los chorros gaseosos de las boquillas en la pared lateral no inciden sobre la pared opuesta del convertidor. De esta manera se evita un desgaste prematuro de la mampostería.

Además de ello un menor número de boquillas en el fondo del convertidor tiene como consecuencia simplificaciones constructivas. Es suficiente un distribuidor de cal de menor tamaño, y disminuye el número de los tubos de introducción para el oxígeno y para el medio protector en el fondo del convertidor. Las secciones transversales de la conducción de abastecimiento colectora hasta el distribuidor de cal y para el medio protector de boquillas, se pueden disminuir de un modo correspondiente.

La aportación de oxígeno a las boquillas por debajo de la superficie del baño y a los sistemas de introducción orientados hacia la superficie del baño se efectúa normalmente mediante sistemas de abastecimiento controlables por separado, que pueden ser regulados independientemente uno de otro. Por ejemplo, después de haber efectuado la operación de carga, al enderezar el convertidor a la

posición de soplado, se puede hacer funcionar el sistema de soplado superior con la deseada cantidad de oxígeno, mientras que las boquillas en el fondo al enderezar el convertidor son alimentadas con nitrógeno y sólo tras haber alcanzado la posición de soplado son cambiadas a oxígeno y a medio protector de boquillas. Frente a la práctica normal en el caso de la aplicación del procedimiento según el invento, en que circulan a través de las boquillas de soplado superior y de soplado a través de la masa cantidades aproximadamente iguales de oxígeno, puede trabajarse también con diferentes caudales de paso de oxígeno.

Por ejemplo, en el caso de un arrabio con elevado contenido de silicio de 1,5 hasta 2% se manifiesta como favorable conducir a través de las boquillas en el fondo del convertidor en la fase inicial aproximadamente 60% de la cantidad de oxígeno, y trabajar con mayor carga con cal, con el fin de evitar escorias ricas en ácido silícico en el convertidor.

Otra posibilidad se refiere, al efectuar el afinado en el convertidor, a aportar adicionalmente calor en la masa fundida y por consiguiente a efectuar la fusión de chatarra, en cantidad por encima del coeficiente de chatarra refrigerante acrecentado en 5 hasta 10 unidades de tantos por ciento. En tal caso, en una masa fundida de hierro se introducen en el convertidor combustibles que contienen

5 carbono, por ejemplo coque, coque de hulla, grafito y carbones de diferentes calidades, y mezclas de los mismos. La introducción de oxígeno para el afino de la masa fundida y para la combustión de estos combustibles se efectúa, de acuerdo con el invento, simultáneamente en forma de chorros gaseosos dirigidos hacia la superficie del baño y por debajo de la superficie del baño, por ejemplo a través de las boquillas en el fondo de un convertidor OBM.

10 Sobre la superficie del baño, el oxígeno puede ser insuflado por ejemplo a través de una o varias boquillas en la pared lateral, que están dispuestas por encima del muñón de rotación del convertidor del modo descrito. Las boquillas en la pared lateral están constituidas a base de dos tubos concéntricos, de modo similar a las boquillas situadas en el fondo del convertidor. Para la protección de estas boquillas frente a un prematuro desgaste por combustión en comparación con la mampostería del convertidor, se conduce a través de las rendijas anulares 15 0,5 hasta 5% de hidrocarburos, referido al caudal de oxígeno. Evidentemente es posible del modo descrito efectuar la insuflación del oxígeno también con una lanza.

20 La introducción de los combustibles que contienen carbono puede efectuarse fundamentalmente de modo diferente. Una ventajosa posibilidad consiste en insuflar 25 los combustibles que contienen carbono en forma de polvo

por debajo de la superficie del baño dentro de la masa fundida a través de correspondientes boquillas con un gas portador. Como gas portador se han acreditado por ejemplo nitrógeno, CO, CH<sub>4</sub> o gas natural y gases inertes, por ejemplo argón. Esta aportación de combustibles se efectúa a través de una o varias boquillas. La solución más sencilla consiste en utilizar para ello una o varias de las boquillas en el fondo situadas en un convertidor OBM. En este caso, el tubo interior de las boquillas es alimentado con la suspensión a base de combustible molido y gas portador. No obstante, se pueden emplear también una boquilla o un mayor número de boquillas a base de varios tubos concéntricos, por ejemplo tres, para la aportación de combustible. En el caso de boquillas a base de tres tubos concéntricos es conveniente conducir a través del tubo central los combustibles, a través de la rendija anular situada junto al tubo central el oxígeno, y a través de una segunda rendija anular exterior los hidrocarburos usuales para la protección de las boquillas. Una adecuada regulación de la cantidad de oxígeno hace posible modificar en forma deseada la formación de deposiciones junto a la desembocadura de las boquillas. Tan pronto como se hacen demasiado grandes las deposiciones junto a la desembocadura de las boquillas, éstas llegan por ejemplo a una altura superior a 150 mm, y existe por consiguiente el peligro de que al

cargar la chatarra sean deterioradas las boquillas, se aumenta la aportación de oxígeno a las boquillas y se reduce de este modo el tamaño de la deposición junto a la desembocadura de las boquillas. De un modo inverso puede regularse la cantidad de oxígeno, caso de que sea demasiado pequeña la deposición en las boquillas.

También se encuentra dentro del marco del invento, cargar los combustibles de modo continuo o en porciones en el convertidor. La adición se efectúa mediante dispositivos adecuados, por ejemplo toboganes, sobre la desembocadura del convertidor u orificios en la pared lateral superior del convertidor. Por ejemplo se ha acreditado la adición de menudo de coque a través del orificio de sangrado. Los combustibles que contienen carbono pueden ser introducidos en el convertidor también conjuntamente con los formadores de escoria, tales como cal. Los combustibles son empleados preferentemente en estado seco, principalmente cuando se les insufla en forma de polvo, en la forma ventajosa, por debajo de la superficie del baño.

La aplicación del procedimiento según el invento conduce aproximadamente a una duplicación del grado de rendimiento termotécnico de los combustibles introducidos en comparación con los procedimientos hasta ahora conocidos, en los cuales también se introducen combustibles en la masa fundida de hierro, y todo el oxígeno o bien es con

ducido dentro de la masa fundida o bien es insuflado sobre el baño con una lanza.

5 Solamente mediante la aplicación del procedimiento según el invento ha obtenido una importancia esencial el empleo de combustibles que contienen carbono, y este empleo se ha hecho económicamente atractivo. Los combustibles que contienen carbono, principalmente el barato menudo de coque, son apropiados por consiguiente como portadores de energía con el fin de incorporar chatarra en la fusión. Evidentemente, las ventajas económicas que resultan en tal caso han de ser consideradas en relación con el precio de la chatarra. Por ejemplo, son suficientes 150 kg de coque para incorporar en la fusión con el procedimiento según el invento 1 Tm de chatarra adicionalmente en la producción de acero. Esto corresponde aproximadamente a un grado de rendimiento termotécnico de aproximadamente 30%. Por el contrario, los procedimientos conocidos necesitan al menos aproximadamente 300 kg de coque para 1 Tm de chatarra adicional, y a partir de ello se calcula un grado de rendimiento termotécnico de aproximadamente 15%.

20 Con el procedimiento según el invento se puede aumentar a deseo la proporción de los portadores de hierro sólidos, especialmente el coeficiente de chatarra, en un convertidor, hasta llegar a la producción de acero sin utilizar arrabio líquido, es decir con una masa fundida constituida en 100% por portadores de hierro sólidos. Sin

embargo, es especialmente ventajoso, sin tener que aceptar una clara prolongación del tiempo de afino, trabajar con una porción de portadores de hierro sólidos, por ejemplo con un coeficiente de chatarra hasta de aproximadamente

5 50%. Un aumento del coeficiente de chatarra por encima de 50% trae consigo una clara prolongación del tiempo de sucesión de cargas, aproximadamente hasta la duplicación en el caso de cargas constituidas en 100% por portadores de hierro sólidos o por chatarra.

10 El procedimiento según el invento se manifiesta en la práctica como muy flexible, y hace posible adaptarse convenientemente a diversas condiciones de trabajo. Ya las introducciones de oxígeno susceptibles de ser aumentadas independientemente entre sí para las boquillas OBM

15 por debajo de la superficie del baño y para el sistema de soplado superior con oxígeno, abren nuevas posibilidades de influir sobre el balance térmico en el proceso de afino de acero. La capacidad acrecentada de incorporación de chatarra en la fusión mediante la cantidad de oxígeno insuflado

20 sobre el baño, se puede utilizar evidentemente de modo total o parcial para aumentar la temperatura final de la carga y al mismo tiempo para ajustar el coeficiente de chatarra entre el nivel usual, tal como en el procedimiento OBM/Q-BOP, y el coeficiente según el invento aumentado en aprox

25 imadamente 5 hasta 10 unidades de tantos por ciento.

Además de ello, en el caso de un aumento de coeficiente de chatarra no totalmente realizado, mediante una modificación de la cantidad de oxígeno insuflado sobre la superficie del baño, se puede hacer variar la temperatura final de la masa fundida de acero terminada de afinar, Esta posibilidad de ajuste puede ser utilizada para trabajar con un coeficiente de chatarra constante y ajustarse adaptándose al servicio, la temperatura final de la carga mediante la proporción de las cantidades de oxígeno que son introducidas por encima y por debajo respectivamente de la superficie de baño de acero de la masa fundida. Por ejemplo, aproximadamente 1 Tm de chatarra adicional corresponde en el caso de un peso de carga de aproximadamente 60 Tm a una diferencia de temperaturas de alrededor de 25°C.

Esta posibilidad descrita para la corrección de las temperaturas con el procedimiento según el invento se manifiesta en su aplicación en servicio como extraordinariamente útil, especialmente en atención a la seguridad de elección de temperaturas durante la producción de acero.

El invento es explicado con mayor detalle con ayuda de los dibujos. Los dibujos muestran una sección longitudinal a través de un convertidor con dos boquillas de soplado superior en la parte superior del convertidor.

El convertidor consiste en una envolvente 1 de chapa de acero con una mampostería refractaria 2. En el

fondo recambiable 3 del convertidor están dispuestas boqui-  
llas en el fondo, es decir boquillas OBM 4 usuales a base  
de dos tubos concéntricos. El tubo central de las boqui-  
llas 4 en el fondo está unido con el distribuidor de cal 5  
5 a través del tubo de introducción 6. La suspensión de oxí-  
geno y polvo de cal es introducida en el distribuidor de  
cal 5 a través de la conducción colectora 7. El abasteci-  
miento de las rendijas anulares de las boquillas 4 en el  
fondo se efectúa con hidrocarburos gaseosos o con hidrocar-  
10 buros líquidos. El cambio de hidrocarburos gaseosos a hi-  
drocarburos líquidos se realiza a través de las válvulas  
de conmutación 8 controladas por presión, que son alimenta-  
das en un caso a través de las conducciones de abastecimien-  
to individuales 9 con hidrocarburos gaseosos y a través de  
15 las conducciones 10 con hidrocarburos líquidos. Desde la  
válvula de conmutación 8, una conducción 11 lleva a la ren-  
dija anular de las boquillas. A través de esta conducción  
11 circulan o bien hidrocarburos gaseosos o bien hidrocarbu-  
ros líquidos. La mayor parte de las veces, la brida de bo-  
20 quilla y la válvula de conmutación 8 forman una sola unidad  
constructiva.

Los hidrocarburos líquidos se conducen princi-  
palmente como combustible, durante la fase de calentamien-  
to previa de chatarra, dentro de la rendija anular de las  
25 boquillas 4 en el fondo, es decir cuando las boquillas en

el fondo son hechas funcionar como quemadores. Durante la fase de afino en el convertidor se utilizan por el contrario, para la protección de las boquillas, hidrocarburos gaseosos, que se han manifestado como especialmente seguros en servicio.

5

Por encima del muñón de rotación 12 del convertidor están montadas en la mampostería 2 del convertidor 1 dos boquillas 13 para introducción de oxígeno, las cuales también consisten preferiblemente en dos tubos concéntricos. Estas boquillas para introducción de oxígeno se encuentran a alrededor de 2 m por encima de la superficie 16 del baño. Están montadas con un ángulo de inclinación 17 de aproximadamente 45° con respecto a la horizontal y están orientadas hacia la superficie 16 del baño de acero en el convertidor 1. A través de las boquillas 13 para introducción de oxígeno en la pared lateral superior del convertidor circula aproximadamente 20 a 80%, preferiblemente 30 a 70%, de la cantidad total de oxígeno.

10

15

20

25

Junto al orificio de salida 18 de la boquilla lateral 13 se forma, inmediatamente después de la puesta en funcionamiento, un chorro libre 19 en el recinto gaseoso 20 del convertidor 1. Este chorro gaseoso 19 que sale de la desembocadura 18 aproximadamente con la velocidad del sonido, aspira según el principio de inyector grandes cantidades de gases de escape procedentes del procedimiento

de afino de acero, en lo esencial CO. La cantidad aspirada de gases de escape se representa en forma de flechas 21 en la figura 1.

5 El chorro libre 19 incide con alta velocidad, después de que ha atravesado el recinto gaseoso 20 del convertidor, sobre la superficie 22 del baño de metal y escoria. Por el intenso efecto de aspiración de los chorros libres 19 en el recinto gaseoso 20 se hace posible quemar grandes cantidades, por lo menos aproximadamente 20% de la  
10 cantidad de gases de escape de CO y CO<sub>2</sub>, cosa que puede comprobarse mediante el análisis de los gases de escape. La energía liberada de este modo es aportada con un grado de rendimiento de aproximadamente 90% a la masa fundida metálica 23.

15 Una importante característica del invento consiste en introducir simultáneamente en la masa fundida de acero durante la fase del soplado superior con oxígeno a través de las boquillas 4 en el fondo, oxígeno en cantidades de 20 a 80%, preferiblemente de 30 hasta 70% de la  
20 cantidad total de oxígeno, y cargar esta corriente parcial de oxígeno con la cantidad esencial de polvo de cal que es necesaria para el procedimiento de afino.

Mediante la introducción del oxígeno a través de las boquillas 4 en el fondo, con o sin carga con cal, se  
25 logra en el convertidor 1 un considerable movimiento del

baño, que a su vez conduce a la rápida igualación de concentraciones en la masa fundida global. Se pueden formar en el convertidor las zonas de carga o llenado representadas esquemáticamente en la figura 1; la zona 23 de baño de acero con la superficie 16 de baño de acero y la zona 24 de baño de acero y escoria con la superficie aproximada 22. Encima de ésta se encuentra el recinto gaseoso 20 del convertidor.

La zona 24 de baño de acero y escoria no ha de ser confundida con la escoria espumosa en el convertidor LD. Según la figura 1, la zona 24 consiste en la zona de salpicaduras y de erupción de la masa fundida de acero, en la cual se llega a un íntimo mezclado de acero y de escoria. En esta zona de reacción 24, que se encuentra en movimiento forzado, entre la masa fundida de acero y la masa fundida de escoria aparece con el impulso de la elevada velocidad el chorro libre 19, que se encuentra a alta temperatura, y transmite su energía calorífica casi totalmente a la masa fundida.

Se puede presuponer también que en el chorro libre 19 los gases se presentan ampliamente disociados, y que los gases al incidir sobre la superficie 22 de metal y escoria o al entrar en la zona 24 de baño de acero y escoria se vuelven a combinar, y el calor liberado de este modo es aportado directamente a la masa fundida 23.

En un convertidor de 60 Tm, que tiene la forma del recipiente de afino representado en la figura 1 y que en el estado de mampostería recientemente renovada tiene un volumen interno de  $55 \text{ m}^3$ , sobre una franja central de aproximadamente 90 cm de anchura se encuentran 10 boquillas. Este convertidor en el caso de utilizar la técnica usual de soplado a través de la masa según el procedimiento OBM, es alimentada con aproximadamente 18 Tm de chatarra de composición mixta y aproximadamente 49 Tm de arrabio. La composición de chatarra consta por ejemplo de 5 Tm de paquetes de chapa, 7 Tm de chatarra mixta usual en el comercio y 6 Tm de chatarra de reflujo de taller de laminación y de acerería con trozos individuales de un peso hasta de 4 Tm. El análisis medio del arrabio tiene 3,5% de carbono, 0,7% de silicio, 1% de manganeso y 1,7% de fósforo. Después de un tiempo total de afino de 12 minutos, que se divide en un período de soplado principal de 10 minutos y en un soplado ulterior durante dos minutos, se produce el acero con una composición de 0,03% de carbono, 0,1% de manganeso, 0,025% de fósforo, y es retirado por sangrado del convertidor. Durante este tiempo de afino se introducen en el convertidor  $3000 \text{ Nm}^3$  de oxígeno con velocidades de soplado de 15000 a 20000  $\text{Nm}^3/\text{hora}$  a través de las boquillas en el fondo. Como medio protector de las boquillas, circulan a través de las rendijas anulares de las bo-

quillas en el fondo aproximadamente  $60 \text{ Nm}^3$  de propano con una velocidad de soplado de 300 a  $350 \text{ Nm}^3/\text{hora}$ . Con el oxígeno son transportados al convertidor alrededor de 4 Tm de cal en polvo. Las adiciones de cal se efectúan preferi-  
5 blemente de modo inmediato al comienzo del proceso de afino, durante el período de eliminación de silicio y hacia el final del afino o al efectuar el soplado posterior.

En el mismo convertidor, para la aplicación del procedimiento según el invento, se han instalado dos  
10 boquillas 13 para introducción de oxígeno a aproximadamente 2,50 m por encima de la superficie del baño en la zona situada por encima de los dos muñones de rotación del convertidor. Las boquillas 13 consisten en dos tubos concéntricos con un tubo central de 50 mm de diámetro interior  
15 libre para la introducción de oxígeno, rodeado por una rendija anular de aproximadamente 2 mm de anchura. El centrado de los dos tubos de boquillas se efectúa mediante seis aletas o nervaduras situadas sobre el tubo para oxígeno.

El convertidor es alimentado con 22 Tm de cha-  
20 tarra, correspondiente a la mezcla mencionada, y 45 Tm de arrabio con el análisis mencionado. Al comienzo del proceso de afino las boquillas 4 en el fondo y las boquillas 13 de soplado superior son alimentadas cada una con  $10000 \text{ Nm}^3$   
25 /hora de oxígeno. La velocidad de soplado de propano es de aproximadamente  $165 \text{ Nm}^3/\text{hora}$  para las boquillas en el

fondo y aproximadamente  $100 \text{ Nm}^3/\text{hora}$  para las boquillas de soplado superior. Después de un tiempo total de afino de 10 minutos, que se componen de 8 minutos de período de soplado principal y 2 minutos de soplado posterior, el acero terminado es sangrado del convertidor con la composición mencionada. La adición de la cantidad de cal de aproximadamente 4 Tm se efectúa según el mismo esquema de adición que en el procedimiento de soplado a través de la masa, exclusivamente a través de las boquillas en el fondo.

En un convertidor de 200 Tm, que de acuerdo con otra forma de realización del invento dispone de cuatro boquillas para introducción de oxígeno por encima de la superficie del baño, las cuales están dirigidas hacia el baño en cada caso por pares sobre los muñones de rotación del convertidor con un ángulo de inclinación de aproximadamente  $60^\circ$  con respecto a la horizontal, se cargan 70 Tm de chatarra y 150 Tm de arrabio con una composición de 4% de carbono, 1% de manganeso, 1,2% de silicio y 0,1% de fósforo. A través de las 16 boquillas en el fondo del convertidor con un diámetro de tubo para oxígeno de 28 mm se introducen en la carga, durante el tiempo de afino de 10 minutos,  $5000 \text{ Nm}^3$  de oxígeno y al mismo tiempo a través de las cuatro boquillas de soplado superior, con un diámetro de tubo de oxígeno de 50 mm,  $5000 \text{ Nm}^3$  de oxígeno. La cantidad de cal de 15 Tm, necesaria para la formación de esco

ria, es cargada en forma pulverizada exclusivamente en el oxígeno de las boquillas en el fondo. Las velocidades de carga varían durante el tiempo de afino. Mediante el procedimiento de afino de acuerdo con el invento se pudo tratar en este convertidor OBM una proporción de chatarra refrigerante aproximadamente 12 Tm mayor, correspondiente a un aumento de 6 unidades de tantos por ciento. El tiempo de afino se hace más corto en aproximadamente 20%, con lo cual está ligado un correspondiente aumento de la producción.

En otro modo de aplicación del procedimiento de acuerdo con el invento el convertidor OBM/Q-BOP de 200 Tm trabaja ahora con un número reducido de boquillas en el fondo y dos boquillas de soplado superior con oxígeno dispuestas por encima de la superficie del baño. El convertidor dispone ahora de diez boquillas dispuestas en dos filas en el fondo del convertidor frente a un número de boquillas de 16 en el caso del procedimiento OBM/Q-BOP. El diámetro de los tubos para introducción de oxígeno en el fondo es de aproximadamente 28 mm, y de este modo se puede introducir en la masa fundida la cantidad total de cal de 15 Tm, necesaria para la formación de escoria, durante el afino de arrabio pobre en fósforo, durante un tiempo acortado de afino de 8 minutos. La necesaria cantidad total de oxígeno de 10000 Nm<sup>3</sup> es distribuída aproximadamente de

modo uniforme en las boquillas en el fondo y en las boquillas de soplado superior con velocidades de soplado de 70000 Nm<sup>3</sup>/hora. Mediante la disposición de las boquillas en el fondo en dos filas, es decir una estrecha banda paralela al eje de rotación del convertidor, se logra un mayor volumen libre de convertidor para la masa fundida existente en el convertidor, manteniendo la distancia de seguridad necesaria entre la superficie del baño y las boquillas en la posición de toma de muestras o de sangrado del convertidor. Ahora se producen en este convertidor cargas con hasta 250 Tm de peso de sangrado.

En el convertidor de 60 Tm descrito se cargan 34 Tm de chatarra y 33 Tm de arrabio de la composición mencionada. Con el comienzo del afino se introducen ahora en el convertidor aproximadamente 10000 Nm<sup>3</sup>/hora de oxígeno a través de las boquillas en el fondo y aproximadamente la misma cantidad de oxígeno a través de dos boquillas en la pared lateral, en el sombrero del convertidor. Paralelamente a ello se introduce en la masa fundida a través de una boquilla en el fondo coque pulverizado con una velocidad de soplado de 180 kg/minuto. Durante un tiempo de afino de aproximadamente 18 minutos, correspondiente a un tiempo de sucesión de cargas de 40 minutos, se introducen en el convertidor en total 6000 Nm<sup>3</sup> de oxígeno y 3200 kg de coque. El peso de sangrado es de 60 Tm, y el acero tie

ne una composición de aproximadamente 0,03% de carbono, 0,01% de manganeso y 0,025% de fósforo. Este análisis corresponde también a la composición del acero en el caso de la producción de acero según el procedimiento OBM.

5 Otra carga se ha producido exclusivamente a partir de chatarra, sin adición de arrabio líquido. En tal caso, se cargan primeramente 67 Tm de chatarra en dos tandas. Esta chatarra es calentada previamente con 25 litros de aceite combustible por Tm. Después de un tiempo de calentamiento previo de alrededor de 10 minutos comienza la introducción de coque pulverizado, y al mismo tiempo se aumenta la cantidad de oxígeno desde la proporción estequiométrica con respecto a la carga de aceite hasta la velocidad de soplado de oxígeno para afino, y se ponen en funcionamiento las boquillas situadas sobre la superficie del baño. Después de un tiempo total de calentamiento previo y soplado de 50 minutos se sangra la deseada carga de acero. Resulta un consumo de combustible de 25 litros de aceite y 65 kg de coque por Tm de chatarra. Los costos para las combustibles y el oxígeno necesario para la combustión son, de acuerdo con el estado actual, de aproximadamente el equivalente de alrededor de 1400 Pts por Tm de chatarra.

10

15

20

25 La combinación del procedimiento según el invento con el calentamiento previo de chatarra según la so-

licitud de patente alemana P 2.816.543.7 no publicada hasta ahora, especialmente en el caso del empleo de elevados coeficientes de chatarra, hasta llegar a cargas constituidas sólo por chatarra, se encuentra dentro del marco del  
5 invento. En esta combinación de procedimientos, los combustibles que contienen carbono son insuflados en la masa fundida en forma de polvo por debajo de la superficie del baño.

10 Entra dentro del marco del presente invento emplear, en lugar de chatarra también otros agentes refrigerantes, tales como por ejemplo esponja de hierro, nódulos, arrabio sólido, mineral de hierro y piedra caliza. También se pueden aplicar oportunamente las características del invento, especialmente en lo que se refiere a la  
15 estructuración del chorro libre, en otros procedimientos de afino de acero.

Las enseñanzas del presente invento se pueden aplicar además de ello en general para la aportación de  
20 energía a masas fundidas de hierro, tal como por ejemplo en la masa fundida de un reactor de baño de hierro, como está descrito en la memoria de publicación alemana 2.520.883.

25

30118

REIVINDICACIONES

5

10 1ª.- Procedimiento para mejorar el balance  
término y de este modo aumentar el coeficiente de chatarra  
al afinar arrabio en un convertidor, que tiene boquillas  
para introducción de oxígeno con envolvente de medio pro-  
tector por debajo de la superficie del baño y que dispone  
de dispositivos para soplado superior con oxígeno por enci-  
ma de la superficie del baño, caracterizado porque durante  
15 una parte esencial del tiempo de afino se introduce en la  
masa fundida de 20% hasta 80% de la cantidad de oxígeno de  
afino a través de uno o varios chorros gaseosos dirigidos  
hacia la superficie del baño, que actúan como chorro libre  
en el recinto gaseoso del convertidor, y la cantidad restan-  
20 te del oxígeno es insuflada por debajo de la superficie del  
baño.

25

2ª.- Procedimiento según la reivindicación 1ª,  
caracterizado porque se hace variar durante el transcurso  
del afino la cantidad de oxígeno insuflado sobre la super-  
ficie del baño.

30118

3ª.- Procedimiento según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizado porque el eje del chorro libre está orientado de modo inclinado hacia la superficie del baño con respecto al eje de rotación del convertidor, con un ángulo de al menos 35º, preferiblemente de al menos 45º.

4ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 3ª, caracterizado porque el tramo entre los orificios de salida de los chorros de oxígeno y la superficie quieta del baño corresponde a 50 hasta 200 veces el diámetro de los orificios para salida de oxígeno.

5ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 4ª, caracterizado porque la aportación de oxígeno sobre la superficie del baño se efectúa a través de boquillas, que están montadas en la mampostería del convertidor y son protegidas contra un desgaste por combustión prematura con un revestimiento de hidrocarburos.

6ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 5ª, caracterizado porque la cantidad de hidrocarburos para las boquillas de soplado superior con oxígeno es de aproximadamente 0,5 hasta 5% en peso, referido al oxígeno.

7ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 6ª, caracterizado porque las porciones cuantitativas de los medios insuflados sobre y a través del baño son reguladas independientemente entre sí.

5                   8ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 7ª, caracterizado porque la proporción esencial de los agentes formadores de escoria, especialmente cal, es cargada en el oxígeno que circula a través de las boquillas por debajo de la superficie del baño.

                  9ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 8ª, caracterizado porque en la masa fundida de hierro del convertidor se introducen combustibles que contienen carbono.

10                  10ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 9ª, caracterizado porque como combustibles que contienen carbono se emplean carbones de diferentes calidades, grafito, coque de hulla, coque y especialmente menudo de coque, así como mezclas de los mismos.

15                  11ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 10ª, caracterizado porque los combustibles que contienen carbono son introducidos, en forma de polvo y en estado seco por debajo de la superficie del baño, en la masa fundida.

20                  12ª.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1ª a 11ª, caracterizado porque los portadores de hierro sólidos cargados en el convertidor, tales como chatarra, arrabio sólido, nódulos y esponja de hierro, son calentados de modo previo.

25                  13ª.- PROCEDIMIENTO PARA MEJORAR EL BALANCE

30118

MPB.-

TERMICO Y DE ESTE MODO AUMENTAR EL COEFICIENTE DE CHATA-  
RRA AL AFINAR ARRABIO EN UN CONVERTIDOR.

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

Esta Memoria consta de cuarenta y seis hojas  
escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 06. DIC. 1978

P. A.

Alberto de Azcárru  
Por Poder,

POOR  
QUALITY

