

Boletín Informativo

del

Instituto Nacional del Carbón

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PATRONATO JUAN DE LA CIERVA DE INVESTIGACION TÉCNICA

Año V

Oviedo, mayo - junio 1956

Núm. 27

UNA APLICACION DEL COQUE SIDERURGICO LADRILLOS REFRACTARIOS DE CARBONO

Por E. PEREZ BLANCO*

Los ladrillos y bloques refractarios de carbono están utilizándose desde hace ya bastantes años para el revestimiento de la solera y del crisol de los hornos altos, con excelentes resultados. Es en Alemania donde se han generalizado más en aquel empleo, pero aún existe cierta reserva para su uso análogo en algunos países. Otra aplicación menos importante, y por ahora poco extendida, de estos refractarios es el revestimiento de algunas partes del cubilote de fusión de hierro.

El carbono reúne un conjunto de propiedades que hacen que se le considere como el material refractario ideal para ciertas aplicaciones. Su fabricación, bastante penosa por lo sucias y molestas de manejo que son las materias primas empleadas, requiere además unos cuidados especiales, a causa principalmente del reblandecimiento del aglomerante empleado y de la

combustibilidad del ladrillo en su conjunto.

En España no se han fabricado hasta el momento ladrillos de carbono. La única razón para ello estriba naturalmente en el poco consumo que tendrían en nuestro país, ya que, por otra parte, no existirían dificultades importantes respecto a materias primas ni en cuanto a las instalaciones industriales en sí.

MATERIAS PRIMAS

Las materias primas que se emplean en la fabricación de refractarios de carbono (refractario técnico) son el coque siderúrgico como material inerte, y un alquitrán consistente de coquerías, como aglomerante. Se citan también el coque de petróleo, y productos de asfalto para dar consistencia al ladrillo.

El coque debe tener un bajo contenido en cenizas, menor del 12%. Puede utilizarse coque de horno alto o de fundición. Es preferible este último, ya que para un coque de fundición se

* Licenciado en Ciencias Químicas, de la Empresa Nacional Siderúrgica, S. A., Factoría de Avilés.

requiere sea resistente, compacto y difícilmente combustible. Estas condiciones las cumple perfectamente el coque, existente primeramente en América y fabricado ahora ya en Europa, conocido con los nombres de «Densite Coke» y «High-Carbon-Koks». Como indican estas designaciones se trata de un coque denso y con alto contenido en carbono, propiedades éstas que lo hacen difícilmente combustible, al contrario que el coque de horno alto, donde se pretende que el producto sea resistente, pero, al mismo tiempo, lo más adecuado posible, por su reactividad, para los fenómenos de reducción del mineral de hierro.

Precisamente aquellas cualidades del coque denso son altamente estimables para su empleo como refractario técnico: buena resistencia mecánica, por razones obvias, alto contenido en carbono, ya que éste es el material químicamente inerte, supuestas naturalmente ciertas condiciones durante su empleo; difícil combustión, para evitar su desgaste; y compacidad (esto relacionado con el tamaño, cantidad y forma de los poros y de las paredes celulares), para evitar corrosión en su contacto directo o eventual con las escorias o con el metal en fusión. Se puede conseguir un coque de estas propiedades carbonizando a alta temperatura mezclas cuidadosamente estudiadas de hullas pobres en cenizas, con o sin adiciones de coque de petróleo y breas consistentes.

De esta manera se obtiene un coque que, aunque de poros grandes, presenta paredes celulares extraordinariamente gruesas, de tal forma que sus características físicas microscópicas son: $P = 50,0$ y $Z = 28,4$, con espesor medio de paredes de $0,415$ mm y una superficie interior específica ¹ de 90 cm²/g. Esto quiere decir: poros extremadamente grandes y paredes extraordinariamente gruesas². He aquí un servicio más que puede realizar la microscopía del coque. La superficie específica de un coque es un factor importante en relación con su reactividad. Es evidente que en nuestro caso interesa que sea lo menor posible, y esto se logra con un coque que tenga, no precisamente un mínimo de porosidad total, sino poros grandes y redondeados, y paredes celulares muy gruesas. Existen muchos procedimientos para medir la reactividad de los coques, pero siempre hay que tener en cuenta, para determinar la constante de la velocidad de la reacción, la penetrabilidad de los gases en los

trozos de coque³. Aquí hay que distinguir dos procesos: la profundidad de penetración en los poros visibles microscópicamente y la profundidad de penetración en las paredes celulares, que es posible por la presencia de poros finísimos submicroscópicos, que se ponen en evidencia al tomar las microfotografías del material sometido al ensayo de reactividad.

De todas maneras, es muy adecuado para fabricar ladrillos de carbono un coque que reúna unas cualidades como las exigidas a un buen coque para fundición, cuyo análisis medio es el siguiente⁴:

Materias volátiles	0,98 %
Carbono fijo	89,97 %
Cenizas	9,10 %
Azufre	0,70 %
Peso específico real	1,89 %
» » aparente	1,04 %
Porosidad total	45,00 % en volumen
«Shatter test»	83,00 % sobre tamiz de 5 cm

«Tumbler test»:

Estabilidad	36,5 %
Dureza	62,9 %

Punto de reblandecimiento
de las cenizas

de las cenizas	1.450 °C
----------------------	----------

Como aglomerante se utiliza brea blanda o alquitrán de acerería de gran consistencia, de peso específico 1,2 y con menos del 10/30 % de destilado antes de 300° C y menos de 5/15 % de destilado por debajo de 270° C. Debe emplearse alquitrán deshidratado, con menos del 5 % de agua⁵. Como la misión del aglomerante es formar en la cocción del ladrillo un esqueleto de coque que enlace y dé trabazón al material granulado inerte, interesa el empleo de la mayor cantidad posible de brea en el alquitrán, compatible con una buena trabajabilidad en verde de la masa.

FABRICACION DE LOS REFRACTARIOS DE CARBONO

El coque se tritura en machacadora y se muele a tamaño menor de 2 mm. Para obtener la mayor compacidad se estudia un reparto granulométrico adecuado, lo mismo que en todas las fabricaciones de material refractario. Después se amasa a pala en el suelo, añadiendo un 20 % de alquitrán caliente. En esta operación, unos recomiendan

el empleo de un piso caliente para mantener la temperatura óptima (60-80 grados), mientras que otros lo rechazan debido a la producción de vapores molestos y nocivos para el personal. Una vez realizado el amasado, se procede al moldeo a máquina, con prensa hidráulica para ladrillos normales y con martillo pilón para los bloques grandes de horno alto. Conviene engrasar ligeramente los moldes, para evitar la gran adherencia del material.

Como es de suponer, tratándose de una fabricación sin agua de moldeo, no hay secado como tal. Su equivalente en este caso es un reposo en lugar ventilado y fresco, en el cual se verifica el endurecimiento del aglomerante.

Finalmente tiene lugar el proceso más delicado de la fabricación: la cocción. Para ésta pueden emplearse todos los tipos de hornos que presenten una estanqueidad al aire lo más perfecta posible. Lo ideal sería la cocción en cajas, como en la cerámica fina, pero es muy adecuado también el horno túnel con mufla. El encañe de los ladrillos tiene que ser muy cuidadoso, debiendo asentarlos sobre una capa de coque en polvo o mezclado con arena, y separando las hiladas y cubriendo el total con la misma masa. De esta manera se logra que la cocción sea siempre reductora y se evita también que se adhieran unas piezas a otras. La elevación de temperatura puede ser uniforme, excepto al principio, desde la temperatura ambiente hasta los 300 grados, en que debe ser muy lenta, a causa del reblandecimiento de la brea primeramente y del desprendimiento de volátiles luego. La temperatura a alcanzar varía entre 1.100 y 1.300 grados. Cuanto más elevada sea, se logrará una mayor grafitización y serán mejores los productos obtenidos.

PROPIEDADES Y CARACTERISTICAS

Los ladrillos de carbono son completamente inatacables por las escorias y álcalis⁶ y además no se adhieren a ellos los minerales. Después de su empleo en una fábrica siderúrgica inglesa, se observó que sólo existía una ligera erosión y una pequeña absorción gradual de sales alcalinas en los etalajes de un horno alto. Al contrario que los refractarios aluminosos, no son desintegrados por el CO, a no ser que contengan mucho óxido de hierro, lo que no es generalmente el caso.

En las reparaciones de hornos se ha podido

comprobar que el carbono no se disuelve en el hierro en fusión, sino que, precisamente al contrario, el grafito contenido en el hierro se deposita sobre el refractario. Sólo resulta corrosión cuando es atacado por CO₂ en presencia de vapor de agua y hierro finamente dividido, que actúa como catalizador. Naturalmente, hay que evitar el contacto con oxígeno.

Los ladrillos de carbono no funden en realidad, sublimándose a unos 3.600 - 3.700 grados. Su límite de empleo práctico es de unos 2.500 grados, pues por encima de esta temperatura experimentan cierto reblandecimiento.

La resistencia a la compresión en frío es buena, conservando además el mismo valor a temperaturas elevadas, especialmente por debajo de los 1.900 grados.

La dilatación es lineal, sin irregularidades y relativamente pequeña. El coeficiente de dilatación crece al calentar otra vez el material, aumentando mucho al mismo tiempo que la temperatura de reblandecimiento.

Los ladrillos de carbono presentan pequeña contracción permanente, y también es buena su resistencia a los cambios bruscos de temperatura.

El reblandecimiento bajo carga es muy elevado, variando, naturalmente, según la materia prima, los métodos de fabricación y el contenido en cenizas.

La conductividad térmica es muy grande también, tres y media veces superior a la de los materiales aluminosos, lo que facilita la refrigeración de los hornos. Disminuye cuando se eleva la temperatura.

La porosidad resulta algo alta, pero algunos fabricantes han conseguido rebajarla hasta un 20 por ciento.

En el cuadro que se acompaña indicamos las características de ladrillos de carbono según diversos autores, y las obtenidas por nosotros sobre una muestra extranjera.

En las fotografías 1 y 2 se observan los resultados del ensayo de ataque por escorias de horno alto sobre el ladrillo de carbono y sobre uno aluminoso normal de 40/42, para efectos de comparación.

Los ensayos han sido realizados en las mismas condiciones: a 1.500 grados, una hora de ataque y atmósfera reductora. La muestra de carbono presenta el hueco con la misma forma original; la escoria se observa fundida. No hay penetración

ni corrosión. Los bordes superiores están algo desgastados por una ligera combustión del carbono. El ladrillo aluminoso presenta señales de corrosión en la parte inferior del crisol de ensayo; obsérvese su deformación. No se ha conservado la escoria debido al escape por un poro del material, preexistente o formado por la corrosión.

Se ve en el cuadro que el ladrillo ensayado por nosotros corresponde en general a un término medio de los citados en la bibliografía. Quizás se encuentre que el punto de fusión de las cenizas es algo bajo. Por otra parte, no se ha determinado su análisis químico.

EMPLEO DE LOS REFRACTARIOS DE CARBONO

Las dos principales aplicaciones de los ladri-

llos de carbono son el revestimiento de ciertas zonas del horno alto y del cubilote de fusión de hierro. La primera es, con mucho, la más importante. La práctica los ha demostrado como muy valiosos para hornos que usan fundición gris, que está saturada de carbono. Para fundición blanca, donde hay menos carbono, no son tan adecuados, ya que tienden a ceder carbono al metal, y se destruyen por esta causa.

En los hornos altos se emplean para el revestimiento de la solera y de las paredes del crisol hasta el nivel del baño en fusión. Según Norton¹⁰ son de un uso muy extendido en Alemania. En Inglaterra se estaba ensayando entonces un horno con bloques de carbono por encima del nivel de la línea de escorias, en cuya posición se esperaba que la atmósfera fuertemente reductora los protegiera. Ya en el año 1942 se

CUADRO I

Características de ladrillos refractarios de carbono

	Bibliografía referencia ³	Bibliografía referencia ⁷	Bibliografía referencia ⁸	Bibliografía referencia ⁹	(A)	(B)
Peso específico real	—	1,5 — 1,9	1,96	—	—	1,91
Peso específico aparente	1,35—1,52	—	—	1,35	1,38 — 1,48	1,41
Porosidad total en volumen	25—30 %	—	20 — 30 %	30 — 35 %	23 — 27 %	26,2 %
Resistencia a la abrasión	Elevada	—	—	—	—	5 % (H)
Resistencia a la compresión en frío	250—650 Kg/cm ²	325 Kg/cm ²	400—1.000 Kg/cm ²	125 Kg/cm ²	325 Kg/cm ²	500 Kg/cm ²
Dilatación térmica a 1.000 °C	0,35—0,65 %	—	0,5 — 0,6 %	—	0,5 %	0,40 %
Dilatación térmica a 1.590 °C	0,8 %	—	—	—	—	—
Resistividad eléctrica	$5,5 \times 10^{-3} \Omega/\text{cm}$	—	3.000 (F)	—	—	—
Resistencia al fuego bajo carga	+ 1.710 °C (C)	+ 1.700 °C (E)	+ 1.650 °C	—	+ 1.700 °C	+ 1.700 °C (I)
Conductividad térmica	1,5—12,6 Kcal/h/m/ °C	0,0012 Cal/cm ² /seg/°C/cm	Elevada	—	Elevada	—
«Punto de fusión» en grados centígrados	3.652 — 3.697 (D)	—	3.600	—	Muy elevado	—
Resistencia a escorias y sales	Inatacable	Muy resistente	Ideal	—	Muy buena	Excelente (J)

CUADRO I

(Conclusión)

	Bibliografía referencia ³	Bibliografía referencia ⁷	Bibliografía referencia ⁸	Bibliografía referencia ⁹	(A)	(B)
Resistencia a los metales fundidos	Inatacable	—	—	—	Muy buena	—
Resistencia al CO	Buena	—	—	—	—	—
Contracción permanente	Pequeña	Pequeña	1 %	—	0,4 % (G)	1,47 % (K)
Resistencia a los cambios bruscos de temperatura	—	Insensible	—	—	—	+ 25 DIN
Cenizas	—	7 — 14 %	—	— 10 %	—	13,22 %
Materias volátiles	—	—	—	—	—	1,84 %
Carbono fijo	—	—	—	—	—	85,44 %
Azufre	—	—	—	—	—	1,87 %
Fósforo	—	—	—	—	—	0,26 %
Calor específico 200 °C	—	0,312	—	—	—	—
Calor específico a 1.000 grados centígrados	—	0,412	—	—	—	—
Resistencia a O ₂ a temperatura elevada	Combustible	Combustible	Muy oxidable	—	—	—
Absorción de agua	—	—	15 — 23 %	—	—	24,0 %
Punto de fusión de las cenizas	—	—	—	—	—	1.180 °C
Permeabilidad al aire	—	—	—	—	—	8,1 × 10 ⁻⁸ (L)

(A): Ladrillo según catálogo de una firma inglesa. (B): Ladrillo extranjero ensayado por nosotros. (C): Bajo 3,5 Kg/cm². (D): Temperatura de volatilización. (E): Bajo 2,9 Kg/cm². (F): A 1 000 °C y expresada como resistencia específica ρ. (G): 2 horas a 1.500 °C. (H): Valor considerado como bueno.—Ensayo no normalizado. (I): Bajo 2 Kg/cm², a esta temperatura parece tener lugar una ligera contracción. (J): En el ensayo con escorias de horno alto, a 1.550 °C, no se observó corrosión ni impregnación. (K): Ensayo a 1.550 °C en atmósfera completamente reductora. (L): Expresada en unidades cegsimales.

informaba ¹¹ que en Alemania el 75 % de los hornos altos estaban revestidos de carbono, citándose que un horno había alcanzado una producción de dos millones de toneladas de hierro y que se esperaba sobrepasar esta cifra en otros. En su empleo para crisoles de horno alto se puede admitir que la resistencia de los ladrillos de carbono a la corrosión es muy buena, aunque a la larga quizás pudiera tener lugar alguna destrucción por una lenta admisión de carbono por el

hierro no saturado ¹². Como el ladrillo de carbono es mucho mejor conductor que los materiales aluminosos, se logra una mayor eficacia del agua de refrigeración, aunque hay que tener en cuenta que estas pérdidas de calor condicionan también un mayor consumo de coque. Por esta razón es adecuado emplear aislamiento en las paredes laterales del crisol cuando se utilicen ladrillos de carbono.

Se realizaron ensayos también con ladrillos de

carbono en la parte inferior de la cuba. En una factoría americana¹³ se revistió un horno alto en la cuba inferior, hasta una altura de 10,70 metros, con ladrillos de carbono. La falta de éxito se atribuyó aquí a las siguientes causas:

- 1) Desgaste mecánico en la parte superior de la cuba,
- 2) Oxidación por vapor de agua del lecho de fusión en la zona alta de la cuba,
- 3) Oxidación por CO_2 , combinado con ataque por álcalis, en la parte inferior de la cuba, y
- 4) Oxidación por aire de las paredes.

Según la misma información, es ventajoso el empleo de carbono en vez de aluminosos en el centro de la solera, ya que los últimos se atacan mucho más por el hierro fundido, las escorias y los álcalis.

Uno de los inconvenientes de los ladrillos de carbono es la contracción que tiene lugar después de su largo uso. Experiencias realizadas con ladrillos usados, sacados del horno durante



Fig. 1

una parada de éste, muestran, en ensayos realizados con atmósfera inerte, que a partir de 1.000 grados ocurre una considerable contracción del material. Esta gran contracción se supone debida a los álcalis; el ladrillo de los ensayos mencionados tenía 0,37 % de Na_2O y 3,05 % de K_2O . De esto hay que sacar la consecuencia de que toda parada larga del horno alto puede dar lugar a penetraciones por las juntas. Se recomienda como solución trabajar en la nueva puesta en marcha con un arrabio de mucha viscosidad, por ejemplo, hematítico con elevado contenido en silicio, que, aunque penetra en las juntas, se solidifica inmediatamente.

Experiencias realizadas en Alemania con ladrillos de carbono retirados de un horno fue-

ra de uso¹⁴ demostraron que los del crisol se habían conservado bien hasta la hilada más alta por debajo del anillo de toberas. La destrucción de la zona superior se atribuyó a la introducción del agua y a los procesos de oxidación correspondientes. Los formadores de escoria, principalmente álcalis, daban lugar a un aumento de la resistencia del material. En cambio, se apreció una gran disminución de la resistencia en un ladrillo

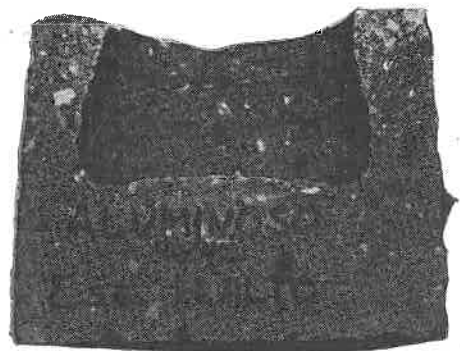


Fig. 2

en el que se encontró un 1,53 por ciento de sexquióxido de hierro.

Tanto como se han acreditado los ladrillos de carbono en el horno alto, se discute ampliamente su empleo en el cubilote¹⁵. Según H. M. Kräner se deben utilizar en el cubilote básico como revestimiento exterior, refrigerando éste para garantizar un buen flujo de calor. La magnesita sería de emplear como revestimiento interior. En cambio, W. W. Levi propone como más adecuado usar interiormente el carbono y exteriormente la magnesita, ya que al parar el cubilote los ladrillos de esta última no serían destruidos por los cambios de temperatura, y al mismo tiempo el ladrillo de carbono cedería pronto su calor y se abreviaría el tiempo de enfriamiento. Aparentemente, esta última opinión está en contradicción con el hecho de que al enfriarse rápidamente es cuando tiene lugar el «spalling» en la magnesita, a causa del choque térmico.

En otras referencias¹⁶ se considera a los ladrillos de carbono como muy útiles, en combinación con la magnesita, para la construcción de los agujeros de colada en el cubilote básico, pues el último de los dos refractarios es muy resistente al metal, y el carbono lo es a las escorias básicas.

Otro empleo muy interesante de los ladrillos de carbono es el revestimiento catódico de las

cubas de obtención del aluminio por electrólisis de la alúmina fundida. Aquí, naturalmente, resalta más su importancia como cátodo para una operación electroquímica que como refractario, ya que las temperaturas a las cuales se verifica este proceso no son muy elevadas. Sin embargo, tienen aplicación las excelentes cualidades del carbono: su inatacabilidad por los metales fundidos y su resistencia a las escorias y fundentes empleados. Igual que se ha señalado anteriormente, son de aplicación en este lugar los estudios sobre estructura y homogeneidad del coque, en relación con su reactividad y su conductividad eléctrica.

NOTA

Todos los ensayos indicados en la referencia (B) del cuadro se llevaron a cabo en la Sala de Refractarios del Laboratorio de la Empresa Nacional Siderúrgica, S. A., Factoría de Avilés. Las correspondientes determinaciones analíticas han sido realizadas en las Salas de Análisis Inorgánico y de Ensayos de Carbones del mismo Laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- ¹ Heinrichs, W., *Giesserei*, **5**, 3/3/55, págs. 102-106.
- ² Pérez Blanco, E., *Bol. Inform. Inst. Nac. Carbón*, **IV**, **20**, 1955, págs. 77-83.
- ³ Reerink, W., *Stahl und Eisen*, **6**, 24/3/55, págs. 322-335.
- ⁴ Wilson, Ph. J. y Wells, J. H.: «Coal, coke and coal chemicals», New York 1950, pág. 228.
- ⁵ Bieler, G.: «Wingt ans de progrès céramiques», Paris 1942, pág. 144.
- ⁶ Logeling, M., *Iron Coal Trad. Rev.*, 17/9/54, pp. 688-92.
- ⁷ Searle, A. B.: «Refractory Materials», London 1950, página 514.
- ⁸ Salmang, H.: «Los fundamentos físicos y químicos de la cerámica», Barcelona 1955, pág. 285.
- ⁹ Rigby, G. R. y Green, A. T.: «The influence of working conditions on the durability of Blast-Furnace linings», *The Iron and Steel Institute*, Special Report núm. 28, pág. 128, London 1942.
- ¹⁰ Norton, F. H.: «Refractories», New York 1949, pág. 565.
- ¹¹ Ver cita⁹.
- ¹² Weilandt, B., *Stahl und Eisen*, **11**, 21/5/53 páginas 696-704.
- ¹³ Kahlhöfer, H. y Send, A., *Stahl und Eisen*, **26**, 16/12/54, págs. 1697-1713.
- ¹⁴ Kahlhöfer, H., Send, A. y Himsel, W., *Ibid.*, páginas 1714-1723.
- ¹⁵ Löbbecke, E., *Giesserei*, **19**, 16/9/54, págs. 477-485.
- ¹⁶ Greenlee, Ch., *Foundry*, febrero 1935, págs. 88-91, 184, 186, 188, 190.

RESUMEN

El carbono reúne un conjunto de propiedades que hacen que se le considere como el material refractario ideal para ciertas aplicaciones. Los ladrillos y bloques de este material están utilizándose desde hace bastantes años en Alemania para el revestimiento de la solera y del crisol de los hornos altos, pero aún existe cierta reserva para este empleo en otros países. Otra aplicación interesante, aunque todavía poco extendida, de estos refractarios es el revestimiento de algunas partes del cubilote de fusión de hierro.

No existirían dificultades para la fabricación en España del refractario de carbono, ni en el proceso industrial en sí, ni por las materias primas de que se parte.

Se describen estas materias primas, deteniéndose especialmente en el coque, y se dan detalles sobre la fabricación. A continuación se estudian las propiedades y características del producto terminado, y se dan indicaciones sobre su empleo, en particular como revestimiento en los hornos altos, en el cubilote de fusión de hierro y en las cubas de obtención del aluminio por electrólisis de la alúmina fundida.

RÉSUMÉ

Le carbone possède un ensemble de propriétés grâce auxquelles il est considéré comme le matériel réfractaire idéal pour certaines applications. Les briques et blocs de ce matériel sont utilisés depuis bien d'années en Allemagne pour le revêtement de la sole et du creuset des hauts fourneaux, mais il existe encore une certaine réserve pour cet emploi dans d'autres pays. Une autre application intéressante de ces réfractaires, quoique encore peu étendue, c'est le revêtement de quelques parties du cubilot de fusion du fer.

En Espagne il n'y aura pas de difficultés pour la fabrication du réfractaire à bas de carbone, ni pour le procédé industriel en lui même, ni pour les matières premières dont on a besoin.

On décrit ces matières premières, en faisant attention surtout au coke, et on donne de détails sur la fabrication. Ensuite, les propriétés et caractéristiques du produit fini sont étudiées, en donnant des indications sur leur emploi, particulièrement comme revêtement dans les hauts fourneaux, dans le cubilot de fusion du fer et dans les cuves d'obtention de l'aluminium par électrolyse de l'alumine fondue.

SUMMARY

Carbon has a lot of properties that make it to be considered as the ideal refractory material for some applications. From many years the bricks and blocks of this material have been utilized in Germany for the sill and hearth revetment of blast furnaces, but there is still a certain reserve to utilize them for these uses in some other countries. Although less widened, another interesting application of these refractories is the revetment of some parts of the cupola for cast iron.

In Spain, there would not be any difficulty to make refractories from carbon, and this, neither for the industrial procedure itself nor for the raw materials required.

These raw materials, particularly coke, are described and some details about the manufacture of those refractories are also given. The properties and characteristics of the finished product are studied and some indications on the employ, specially as a revetment for blast furnaces, in cupolas and in baths to obtain aluminium — through melted alumina electrolysis —, are given in the paper.

Recibido en febrero de 1956.

