

PRODUCCIÓN DE ARRABIO CON CARBÓN TÉRMICO Y PRERREDUCCIÓN

Responsable: Ing. Zoilo Valdivia Infantas

RESUMEN

En el presente artículo se propone producir arrabio en hornos similares a los Altos Hornos con una altura máxima de 14 metros, utilizando carbón de alto porcentaje de materias volátiles, de las cuales la más recomendable es el carbón térmico; asimismo, aprovechar el alto contenido calórico de los gases de la producción de arrabio para realizar una prerreducción en un horno vertical y utilizar los gases de la prerreducción para calentar el aire de inyección al Alto Horno en intercambiadores de tubos de acero inoxidable.

Se busca aprovechar el bajo precio del carbón térmico y los menores costos de trabajar con mineral directo de mina para generar una tecnología de un costo competitivo en la producción de arrabio, sobre todo para yacimientos de reservas de menor cuantía.

ABSTRACT

The present work propose the production of pig iron in a blast furnace of 45' high, which use bituminous coal with high volati matter content, instead of coke coal. The high caloric power gases coming out of the furnace are utilized in a prerreduction proces of the direc mine iron ore, which es then added to the blast furnace, all this improve the thermal efficiency.

We propose an demonstration plant of 34 ton per day, to confirm the production parameters, and then proyect plants of bigger capacity. This tecnology is suitable for litle mine ore like ther are something in our contry.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de arrabio se realiza fundamentalmente en los Altos Hornos y utilizando pelets de mineral de hierro y carbón en la forma de coque; sin embargo, en los últimos años el costo del coque se ha incrementado notablemente y, además, la oferta ha disminuido debido a que China, que produce el 75 % del coque en el mundo, lo requiere para la producción de su propio acero, siendo una de las causas por la que el precio se ha duplicado a partir del año 2004.

Ante la grave perspectiva de escasez de coque en los próximos años, desde hace 10 años se está desarrollando una profusa investigación para encontrar una alternativa que reemplace el uso del coque para la producción de acero en el mundo.

La gran solución es el uso de los carbones no coquificables cuyas reservas son abundantes, y dentro de esta posibilidad existen en investigación o pilotajes o plantas de demostración varias alternativas.

El presente estudio propone la instalación de una planta de demostración de 34 t/d empleando la alternativa más rentable de las dos tecnologías propuestas, con la finalidad de probar a nivel industrial la tecnología que se plantea, teniendo en cuenta que aun a este tamaño menor, la planta tiene un nivel de rentabilidad aceptable que permitirá la recuperación de la inversión en dos años.

II. ESTUDIO DE MERCADO

El consumo de arrabio en el Perú se desagrega de la siguiente forma:

EMPRESAS	I/MES	T/AÑO
Fundiciones	400	4800
Southern Peru - Ilo	500	6000
Total	900	10800

1) Características del Producto

Fe: 96,07 %, C: 3,15 %, Si: 0,56 %, Mn: 0,01 %, S: 0,028 %, P: 0,053 %, V: 0,012 %, Ti: 0,02 %

III. ESTUDIO GEOLÓGICO

El yacimiento de hierro Breno Miguel II está ubicado a 63 km al oeste de Tacna, a 112 km del puerto de Ilo. El depósito está constituido por vetas del tipo de relleno de fractura, caracterizado por una mineralización masiva con altos valores de hierro. La mineralización está formada principalmente de hematita y magnetita y en menor proporción por gohetita y limonita con algo de cuarzo, calcita y óxidos de cobre. Las reservas son del orden de 5 500 000 TM con leyes de 60 % de Fe promedio, considerándose un mineral de buena calidad y bajo azufre, por lo que se explotación su viable.

IV. PRUEBAS METALÚRGICAS

PRODUCCIÓN DE ARRABIO CON PRERREDUCCIÓN Y 100% CARBÓN BITUMINOSO

PELET	CONSU. CARB.	CONSUMO MINERAL	PRECIO CARBÓN	PRECIO MINERAL	EFIC. TÉRM.	PRECIO ARRABIO	PROD.	COSTO OPER.	INVER. TOT	FRI	IAN	TR
	KC/Ka	KM/Ka	\$/t	\$/t	%	\$/t	t/año	\$/t	\$x1000	mes	\$x1000	%
NO	1,26	1,57	1,40	34	64	300	12283	267	724,4	25	1054	49

PRODUCCIÓN DE ARRABIO CON PRERREDUCCIÓN Y 100% CARBÓN BITUMINOSO

PELET	CONSU. CARB.	CONSUMO MINERAL	PRECIO CARBÓN	PRECIO MINERAL	EFIC. TÉRM.	PRECIO ARRABIO	PROD.	COSTO OPER.	INVER. TOT	FRI	IAN	TR
	KC/Ka	KM/Ka	\$/t	\$/t	%	\$/t	t/año	\$/t	\$x1000	mes	\$x1000	%
SI	1,40	1,5	140	25	84	300	10733	285	665,3	33	497	33
NO	1,40	1,5	140	20	33	300	10734	266	551,4	23	1156	53

V. CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS METALÚRGICAS

1. En todas las pruebas se cargó mineral con una granulometría de + ½" - 1" y se tuvo un descarte de finos de - ½" del orden del 15 % del mineral triturado. Estos finos se tendrán que acumular o vender como finos de mineral de hierro y no están considerados en el presente estudio; al respecto existe la posibilidad de molerlos y mezclarlos con carbón fino y fundente para producir briquetas prerreducidas que se cargarían al horno junto con los prerreducidos de mineral directo, pero esto constituiría otro proyecto. La granulometría del carbón para las realizaciones de las pruebas de prerreducción fue de: +1/2" - 1 ½" y para las pruebas de producción de arrabio en el Alto Horno por problemas de permeabilidad de la carga y resistencia al paso de los gases la granulometría fue de: +1" - 3".
2. La escoria producida ha sido de un índice de basicidad de 0,25, es decir, bastante ácida, lo cual no ha permitido bajar más el contenido de azufre en el arrabio.
3. La calidad del arrabio ha sido bastante buena como lo indica el análisis correspondiente.
4. El porcentaje de reducción alcanzado en el prerreducido ha sido de 50 %. Se estima que difícilmente se llegará a mayores porcentajes de 60 %, por ser mineral directo de mina, es decir, compacto, que no permite una adecuada penetración de los gases de reducción.
5. El valor del 50 % de reducción es posible alcanzarlo por que el mineral directo de mina se agrieta y permite el contacto con el gas reductor, pero a temperaturas mayores a 1000 ° C, se produce un pegado cohesionándose el mineral e impidiendo que la reducción continúe.
6. Las pruebas de prerreducción se han realizado en un horno vertical, en el que no se puede exceder la temperatura de 1000 ° C, porque se produce el pegado del mineral y es imposible la descarga del mineral reducido. Sin embargo, se puede realizar la prerreducción en otro tipo de horno como los horizontales rotatorios o de parrillas continuas, que aumentarían la inversión pero los costos serían menores y sería interesante continuar investigando esta alternativa, cuyo objetivo sería una prerreducción de 85 % y que el Alto Horno fundamentalmente realice sólo la fusión del prerreducido, trabajando como un horno de cubilote con carga de chatarra, pero con alimentación continua del horno de prerreducción hacia el horno de producción de arrabio.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se está considerando una planta de 34 toneladas de arrabio por día, que es un tamaño pequeño porque se trata de una planta de demostración de tecnología

y que, en consecuencia, por economía de escalas, generará un costo de producción mayor que una planta de tamaño industrial pero con una rentabilidad aceptable. El tipo de carbón empleado es bituminoso de 35 % de materias volátiles y con una granulometría de 1" - 3" de procedencia colombiana y cuyo transporte es totalmente factible en lotes de 5000 t. Como antecedente se tiene que este tipo de carbón se está importando para la Central Térmica de Ilo a una granulometría de menos 2" pero es totalmente factible la importación a 1" - 3". En las pruebas realizadas con mineral directo de mina con un ajuste granulométrico a ½" - 1", se ha comprobado que el mineral es de fácil reducción en función del tamaño. Las pruebas de prerreducción se han realizado en un horno tipo vertical, por facilidades en su construcción, pero no es la mejor alternativa técnica por no poder elevarse la temperatura más de 800 ° C, por problemas de pegado de los trozos de mineral y en este caso imposible su evacuación. En este tipo de horno solamente se ha alcanzado una prerreducción de 50 %.

En otros tipos de hornos, tales como de parrillas continuas u horizontal giratorio tipo Kiln, será factible alcanzar 70 % con mineral directo de mina. El arrabio obtenido es de buena calidad y catalogado como de bajo azufre. En el Perú no hay oferta de arrabio porque Siderperú, que es el único que lo produce, no lo vende por usarlo totalmente para su producción de acero. El arrabio se tiene que importar de la India, Rusia o Brasil pero a precios FOB de 400 \$/t.

Bajo las condiciones de operación indicadas en los puntos previos, se ha determinado un período de recuperación de la inversión de 25 meses y una rentabilidad expresada por el TIR de 49 %. En caso de disponer de un mineral que contenga tamaños menores a ½", habría que separar el menos ½", molerlo y pelletizarlo o sinterizarlo, incrementándose el costo unitario en 20 \$/t para llegar a 285 \$/t, lo que originaría una disminución del TIR a 33 %; aun así para una planta de demostración el valor del TIR es significativo. Es factible bajar los costos mezclando diferentes tipos de carbón, por ejemplo 15 % de Antracita de procedencia nacional y 85 % de bituminoso, lo cual mejoraría la rentabilidad. Por ser una planta de demostración de pequeña escala, los costos de producción son más altos, pero estos serían menores en el caso de una planta de 200 t/día.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Doe Report, Oct. 2000 Internet.

Bob Cheeley. Midrex Direct Reducction Corporation. *The Midrex Direct Reduction Process*. Conferencia Amsterdam 2000.

Ralph H. Sweetser, Mc Graw-Hill. *Blast Furnace Practice, physical Chemistry Of Iron And Steel Manufacture*

C. Bodsworth and H.B. Bell. Editorial Longman. *El Alto Horno De Hierro Teoría Y Práctica*, J.G. Peaceey, W.G. Davenport. Editorial LIMUSA, 1986.