

do de hierro, y se podrá encontrar óxido negro y puede ser que óxido rojo de cobre, así como manchas azules ó verdes, debidas á los carbonatos de cobre. Consultando más adelante, el minero podrá más fácilmente reconocer los óxidos, los carbonatos, los cloruros, los sulfuros ó los metales al estado nativo, que encontrará en su camino.

(Continuad.)

## METALURGIA.

### FABRICACION DEL ACERO EN HORNO ELECTRICO.

(Trad. Dr. Nemorio Andrade.)

Muchas ocasiones hemos tenido oportunidad de hablar en la "Industria Electro-Química, del procedimiento Stassano para la fabricación del acero, creemos, por lo tanto de mucho interés, dar un resumen de la descripción que de él hace el Dr. Goldschmidt y que ha comprobado. Stassano utiliza minerales de hierro muy puros, poco explotados aún, que existen en la alta Italia; región de las caídas de agua que suministran energía á precio bajo.

Si se compara el efecto de la hulla con el de la corriente eléctrica en los procedimientos metalúrgicos, se notará, que este último puede ser más económico, sin hablar de otras ventajas, en las regiones que carecen de hulla.

El cuadro siguiente permite comparar los dos procedimientos:

1 kg. de hulla corresponde á.....	7500	calorías.
Utilizando sólo el 20 por ciento.....	1500	"
1 caballo-hora que corresponde á		
$75 \times 3600$ .....	635,4	"
$\frac{425}{25}$ .....	508,24	"

De donde se infiere que 1 kg. de hulla corresponde á 3 caballos-hora.

El precio de venta de un caballo-hora puede calcularse como sigue:

Precio de instalación de un caballo eléctrico: 300 fr.

Costo anual	{	10 por 100 de interés y amorti-	
		zación del capital.....	30 fr.
		Conservación.....	10 fr.
		Total.....	40 fr.

De esto resulta que el precio del caballo-hora es de:

$$\frac{40}{7000} = 0,0057 \text{ fr.}$$

El horno Stassano es de 500 caballos. El arco es de corrientes alternativas, con una tensión de 170 v. y una intensidad de 2000 amp. En explotación ordinaria tiene una longitud ordinaria de 1 metro.

Se hace una mezcla de 100 kgs. de mineral, 23 kgs. de carbón y 12,5 kgs. de fundentes.

La composición de estas diferentes sustancias es la siguiente:

#### MINERALES DE HIERRO.

$Fe^2O^3$ .....	93,02	%
MnO.....	0,619	"
$SiO^2$ .....	3,79	"
S.....	0,058	"
CaO )		
MgO )	0,5	"
$H^2O$ .....	1,72	"

#### CARBÓN.

C.....	90,42	%
Cenizas.....	3,88	"
$H^2O$ .....	5,70	"
CaO.....	51,21	%
MgO.....	3,11	"
$Al^2O^3$ )		
$Fe^2O^3$ )	0,5	"
$SiO^2$ .....	0,9	"
$CO^2$ .....	43,43	"

Con esta mezcla se fabrican ladrillos.

Para obtener una escoria fusible que encierre toda la siliza, Stassano trató de obtener la fórmula  $SiO^2 + 4$  (base) para esta escoria. Con ese fin, calcula las bases que existen de antemano en el mineral de hierro: magnesia, cal, alúmina, óxido de manganeso y agrega lo que falta, en carbonato de cal. El hierro obtenido tiene la composición siguiente:

Fe.....	99,764	%
Mn.....	0,092	"
Si.....	huellas.	"
S.....	0,059	"
Ph.....	0,009	"
C.....	0,090	"

El cálculo teórico del gasto de energía eléctrica se hace fundándose en las bases siguientes:

	Calorías.
Descomposición de una molécula-gramo de $Fe^2O^3$ .....	192
Transformación de 1 kg. de agua á $100^\circ$ en vapor á $100^\circ$ .....	637
Calentamiento por grado de 1 kg. de vapor á $100^\circ$ .....	0,48
Calcinación de 1 kg. de fundente.....	425
Calentamiento por grado de una molécula-gramo de $CO^2$ .....	0,016
Calentamiento por grado de una molécula-gramo de CO.....	0,0068
Fusión de 1 kg. de hierro.....	350
Fusión de 1 kg. de escoria.....	600
1 kg. de C ardiendo para transformarse en $CO$ , produce.....	2175

Refiriendo estas cifras á una mezcla de 100 kgs. de mineral, 23 de carbón y 12,5 de fundente, con la composición señalada, se encuentra el valor siguiente para el consumo del carbón:

	Calorías.
Descomposición del óxido de hierro $93,02 \times 192$ .....	111,552
0,16.....	
Vaporización del agua del mineral y del carbón ( $1,72 \times 1,21$ ) 637.....	1,866-41
Calentamiento del vapor de agua á $500^\circ$ $2,93 \times 0,48 \times 40$ .....	562-56
Calcinación del fundente, $12,5 \times 425$ .....	5,312-5
Calentamiento de $CO^2$ á $500^\circ$ $5,429 \times 0,016 \times 500$ .....	987-09
0,044.....	
Calentamiento de CO producido á $500^\circ$ $20,9 \times 0,0068 \times 500$ .....	5,921-667
0,02.....	
Fusión del hierro obtenido $65 \times 350$ .....	22,775-2
Fusión de la escoria $13-89 \times 600$ .....	8,334-0
Total.....	157,311-427

Por otra parte, la combustión de carbón en C0 produce:  
 $20,9.2175 = 45\ 457,5$  calorías. Quedan por suministrar  
 $157\ 311,427 - 45\ 457,5 = 111\ 853,927$  calorías que corresponden á  $\frac{111\ 853,927}{635,3.0,8} = 219,08$  caballos-hora, según lo que hemos visto anteriormente.

Como 100 kgs. de mineral producen 66,114 kg. de hierro, el consumo de energía eléctrica por kilogramo de hierro es igual á  $\frac{219,08}{65,114} = 3,365$  caballos-hora.

A 0,0057 fr. el caballo-hora, el gasto de energía eléctrica es de 10,17 fr. por tonelada de 1000 kgs.

El Dr. Goldschmidt da detalles acerca de una operación hecha en un horno Stassano de 100 caballos empleado en Darfo en 1901. La carga fué de 70,25 kgs.; se obtuvieron 30,8 kg. de hierro. El cuadro siguiente indica las cantidades introducidas y que forman parte del metal obtenido, de las diversas sustancias.

Cuerpos.	Introducido.	Obtenido.
Fe	32 557,28 gr.	30 727,313 gr.
Mn	239,745	28,336
Si	910,448	huellas.
S	29,000	15,172
Ph	20,000	2,772

A las 8 h. 15', se comenzó á cargar y se envió la corriente. A las 9 h. 15' había terminado la carga y á las 10 h. 15' se vaciaba el horno. Después de 20 minutos de marcha, las constantes de la corriente eléctrica eran 80 v. y 800 amp.; 20 minutos más tarde se llegó 100 v. y 1,000 amp.; 30 minutos después, 70 v. y 600 amp. A los 30 minutos siguientes descendió á 50 v. y 500 amp. En fin, durante los últimos 20 minutos se sostuvieron 10 v. y 1,000 amp. El consumo total de energía se elevó á la cifra de 7.290,000 v.-amp. minuto, lo que da un cociente  $0 = 0,8$  correspondiente á

$$\frac{7290,000 \times 0,8}{60} = 97.200 \text{ v-hora, ó á } \frac{97200}{735} = 132,24$$

caballos hora.

El cuadro siguiente nos hace conocer las acciones térmicas:

	CALORIAS.
Reduc. del Fe contenido en el producto final $\frac{30.727,312 \times 192}{112}$	= 52.730,262
Reduc. del Mn. contenido en el producto final $\frac{28.336 \times 94,6}{55}$	= 48,719
Fusión del metal $30,8 \times 350$	= 10.780,000
Fusión de la escoria $6,3 \times 600$	= 3.780,000
Transf. del H0 en vapor á 100C $1,316 \times 637$	= 838,292
Cocido de la Ca0 $6,25 \times 470$	= 2.968,750
Calentamiento del vapor de H20 500 C $1,316 \times 400 \times 0,48$	= 252,472
Calentamiento de C02 á 500 C $2,714 \times 500 \times 0,016 : 0,44$	= 493,554
Calentamiento de los carburos de hidrógeno á 500 C $2,43 \times 500 \times 0,27$	= 328,328
Calentamiento de C0 result. de la reduc. del Fe y Mn. $\left( 3 \frac{30.729,312}{112} + \frac{28,336}{55} \right) \times 500 \times 0,0068$	= 2.800,131
<b>Total</b>	<b>75.020,330</b>

Como la combustión en C0 del C introducido desprende durante la reducción  $9,883 \times 2,175 = 21.495,525$

calorías, queda por suministrar teóricamente . . . . . 53.524,805 calorías.

El calor consumido en realidad es igual á  $132,24 \times 635,3 = 84.012,072$  calorías. por lo que el rendimiento teórico debería ser de

$$\frac{53.524,805}{84\ 012,072} = 0,6133$$

Stassano calcula de la manera siguiente el costo por tonelada de hierro. Supone su instalación de 5,000 caballos que produce 30 toneladas de acero en 24 h. con un rendimiento térmico igual á 0,6666.

1,600 kg. de mineral á 15 fr. Tonelada	20 fr.
Pulverización á 3 fr. T.	4,80
200 kg. fundente á 5 fr. T.	1,00
250 kg. cok á 45 fr. T.	11,25
Pulverización del cok, 2 fr. T.	0,50
190 kg. carbón grasa (para aglomerar) 70 fr. T.	13,30
Fabricación de la mezcla 3 fr. T.	6,75
Gasto de los electrodos 12 kg. á 0,30 fr. kg.	3,60
Conservación del horno.	12,00
Mano de obra.	6,00
Utensilios.	3,00
Energía eléctrica 4,000 caballos hora á 0,0057 fr. c. h.	22,80
Gastos generales.	3,00

Total . . . . . 112,00 fr.

He aquí, por otra parte, la composición de los diferentes hierro y acero obtenidos en los hornos Stassano:

C = 0,04	C = 0,04%	
Mn = 0,03	Mn = 0,12%	
C = 0,17%	C = 0,09%	C = 0,77%
Mn = 0,08%	Mn = 0,18	Mn = 0,65
Si = Huellas	Si = huellas	S = 0,04
Ph = 0,029%		
S = 0,05%		

Acero al cromo C = 1,51%  
 Mn = 0,26  
 Cr = 1,22

Stassano emplea de preferencia el mineral: sin embargo, para la fabricación del acero, usa también hierros brutos y desechos de palastro. Las cargas son, entonces, variables; corresponden á las empleadas en los hornos Martin. El gasto de energía en este caso, es mucho menor. El hierro producido por el método de Stassano ha sufrido numerosos perfeccionamientos desde la época en que el Dr. Goldschmidt lo ha visto funcionar; no ha entrado aun á la práctica corriente.

*De L'Industrie Electro-Chimique.*

## AGRICULTURA

APLICACIONES DE LA ELECTRICIDAD A LA AGRICULTURA  
 POR EMILIO GUARINI.

La agricultura madre de la industria, atraviesa hoy una profunda crisis en casi todos los países. Quiere decir esto que todas las industria se resienten ó están á punto de resentirse de ello, porque toda crisis agrícola influye perniciosamente en las demás industrias.

Por fortuna, un nuevo auxiliar, casi milagrosamente acudido, se dispone á salvar la agricultura con tal que ésta quiera recibirle como merece. Este enviado del cielo, que llega en el momento en que ciertos espíritus incompletos proclaman y preconizan el fracaso de