

## COQUE SIDERURGICO

### 5.-ESTABLECIMIENTO DE UNA FORMULA PARA EL PRECIO DE VENTA EN FUNCION DE LA SOLIDEZ Y DEL CONTENIDO EN CENIZAS

El Boletín Oficial del Estado, en su número 290, del 17 de octubre de 1955, publica una Orden del Ministerio de Industria, de fecha 6 del mismo mes, en la que se fija la fórmula

$$P = \frac{10}{9} p_0 + 8 (S - 60) + 15 (16 - c)$$

para el precio, en pesetas, de la tonelada de coque siderúrgico puesta sobre vagón u otro medio de transporte en punto de fabricación.

En esta fórmula  $p_0$  es el precio actual de venta de la tonelada de coque de tamaños superiores a 60 mm, con un contenido en cenizas igual al 20 % y solidez inferior a 60, cuyo valor actual es de 530 pesetas,  $S$  la solidez y  $c$  el porcentaje en cenizas.

Según se indica en dicha Orden, el Instituto Nacional del Carbón fué consultado para el establecimiento de la fórmula, cuyos parámetros  $S$  y  $c$  deben determinarse de acuerdo con las normas del Instituto, que queda, además, encargado de la realización de los ensayos contradictorios que puedan surgir.

La parte fundamental del informe emitido por el Instituto, con fecha 8 de julio de

1955, estaba redactada como se indica en los párrafos que siguen.

#### INFLUENCIA DEL VALOR DE LA SOLIDEZ EN LA VALORACION DE UN COQUE SIDERURGICO

Admitiendo<sup>3</sup> que un aumento de  $S_1$  a  $S_2$  en la solidez del coque produce una reducción del

$$r_c = 100 \frac{24 (S_2 - S_1)}{1,34 S_1 S_2 - 24 S_1} \quad (1)$$

por ciento en el consumo de coque por tonelada de arrabio, si por una tonelada de coque de solidez  $S_1$  se pagan  $z$  pesetas, el coque de solidez  $S_2$  se puede pagar a

$$\frac{100 z}{100 - r_c}$$

pesetas la tonelada. Pero este nuevo coque, si el aumento de solidez es bastante importante, asegurará una marcha más regular del horno alto, aumentará la capacidad de producción de éste, y estará menos sujeto a roturas por transporte, dando un porcentaje

menor de tamaños no siderúrgicos. Una valoración prudente de estos beneficios suplementarios, permitirá aumentar hasta

$$z' = \frac{100 z}{100 - 2 r_c} \quad (2)$$

el precio que podrá pagarse por el coque,

tales condiciones, el coque resultará con el 13 % de cenizas, aproximadamente, como mínimo. Para contenidos de este orden, las cenizas juegan un importante papel en el consumo de coque por tonelada de arrabio en el horno alto.

No es posible pues establecer una fórmula para el precio del coque siderúrgico en

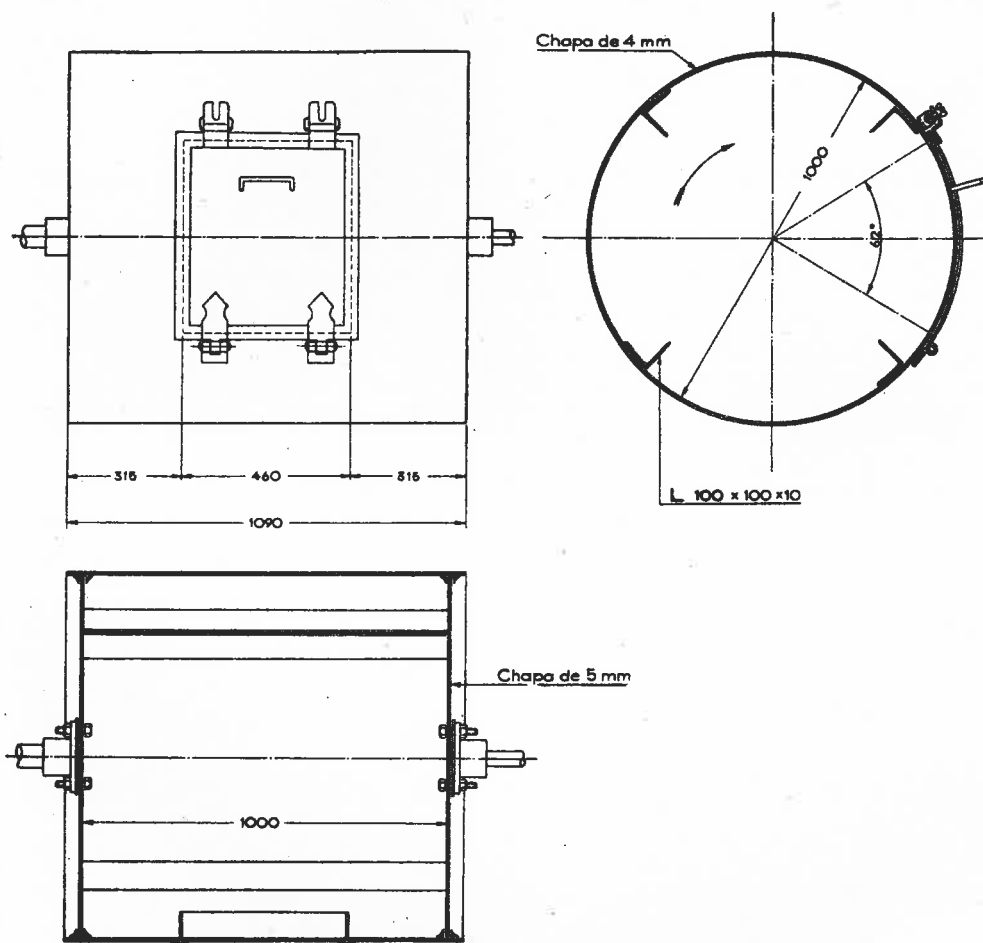


Fig. 1

sin repercusiones apreciables en el precio del arrabio.

**CENIZAS**

Habida cuenta de las condiciones de lavabilidad de las hullas brutas españolas<sup>3</sup>, hemos de aceptar éstas con un porcentaje mínimo en cenizas de alrededor del 9. En

función exclusiva de la solidez. Hay que hacer intervenir en ella, conjuntamente, el contenido en cenizas.

Puede admitirse, con criterio más bien restrictivo, que el aumento en el consumo de coque por tonelada de fundición es del orden del 2,5 % por cada uno por ciento en más de cenizas<sup>4</sup>.

Esto quiere decir, aproximadamente, que

si un coque con el  $c_1$  % de cenizas se paga a  $z_1$  pesetas la tonelada, por un coque con el  $c_2$  % de cenizas se pueden pagar

$$z'_1 = \frac{100 z_1}{100 - 2,5 (c_1 - c_2)} \quad (3)$$

pesetas por tonelada.

#### ESTABLECIMIENTO DE LA FORMULA DEL PRECIO DEL COQUE SIDERURGICO ...

En todo lo que sigue nos vamos a referir al precio de la tonelada del producto sobre vagón fábrica.

Se considerará como siderúrgico, es decir, como entrando dentro de las condiciones de aplicación de la fórmula que vamos a deducir, todo coque (mayor de 60 mm) que tenga una solidez  $S$  igual o mayor de 60, y un contenido en cenizas  $c$  igual o menor del 16 por ciento.

Designemos por  $p_0$  el «precio oficial de venta del coque» actualmente en vigor (para el clasificado mayor de 60 mm), precio que suponemos se refiere a un coque con una solidez inferior a 60 y un contenido en cenizas igual al 20 por ciento, correspondiente a un 14 por ciento de cenizas en la hulla.

Hasta los indicados valores de  $S$  y  $c$  (60 y 16), el precio del coque (no siderúrgico) puede venir fijado por una fórmula del tipo

$$\text{precio} = p_0 + K (20 - c)$$

siendo  $K$  una constante.

Suponiendo que para las utilizaciones industriales de este coque pueda aplicarse también la expresión (3), como esta expresión da, para  $z_1 = p_0$ ,  $c_1 = 20$  y  $c_2 = 16$ :

$$z'_1 = 10 p_0/9$$

y la diferencia

$$z'_1 - z_1 = p_0/9$$

corresponde a una rebaja de cuatro unidades en el valor de  $c$ , se puede poner aproximadamente

$$K = p_0/36$$

Para los propósitos prácticos que ha de reunir la fórmula, entre los que debe entrar la sencillez de la misma, el precio del coque siderúrgico podrá ahora fijarse aproximadamente por una expresión del tipo

$$P = \frac{10p_0}{9} + T(S - 60) + \frac{p_0}{36}(16 - c) \quad (4)$$

siendo  $S$  y  $c$ , respectivamente, la solidez y el porcentaje de cenizas, y  $T$  una constante que expresa la influencia de la solidez en el precio.

Para determinar  $T$  puede seguirse también un método aproximado, suficiente para las necesidades prácticas.

Haciendo en la fórmula (1)

$$S_1 = 60 \text{ y } S_2 = 68$$

o sea, tomando los valores extremos de  $S$  para un coque mediano<sup>5</sup>, se obtiene

$$r_c = 4,7676$$

Suponiendo  $c = 16$ , la fórmula (4) da (para  $S = 60$ )

$$z = 10 p_0/9$$

y la expresión (2) da entonces

$$z' = \frac{1000 p_0}{9 (100 - 9,5352)} = 1,23 p_0$$

Se puede, por lo tanto, tomar aproximadamente

$$T = \frac{z' - z}{8} = 0,015 p_0$$

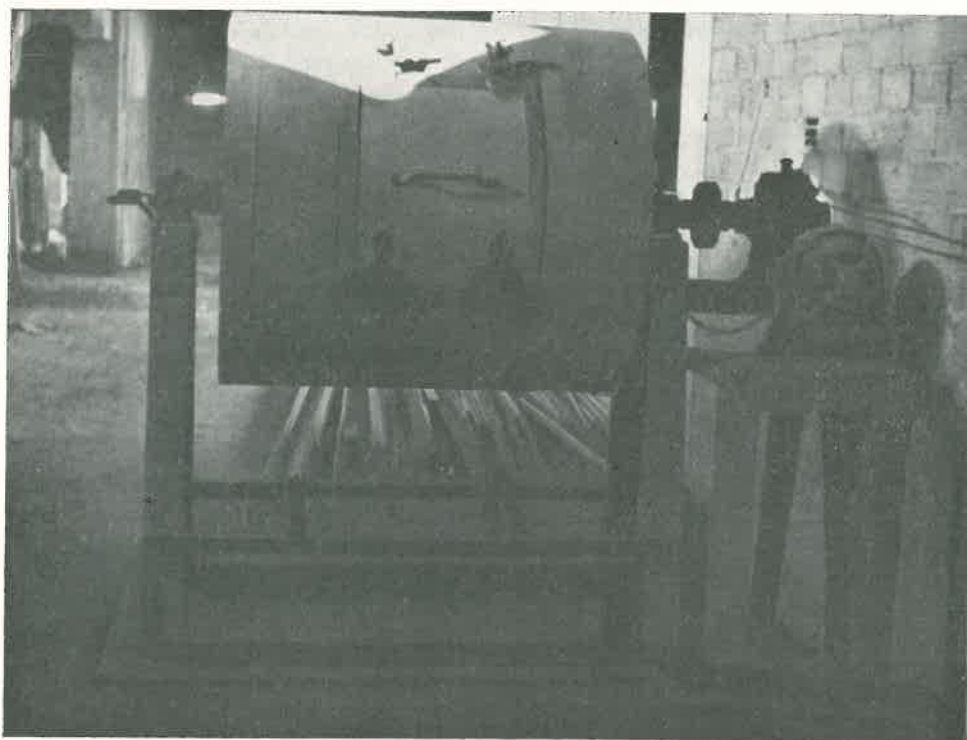


Fig. 2

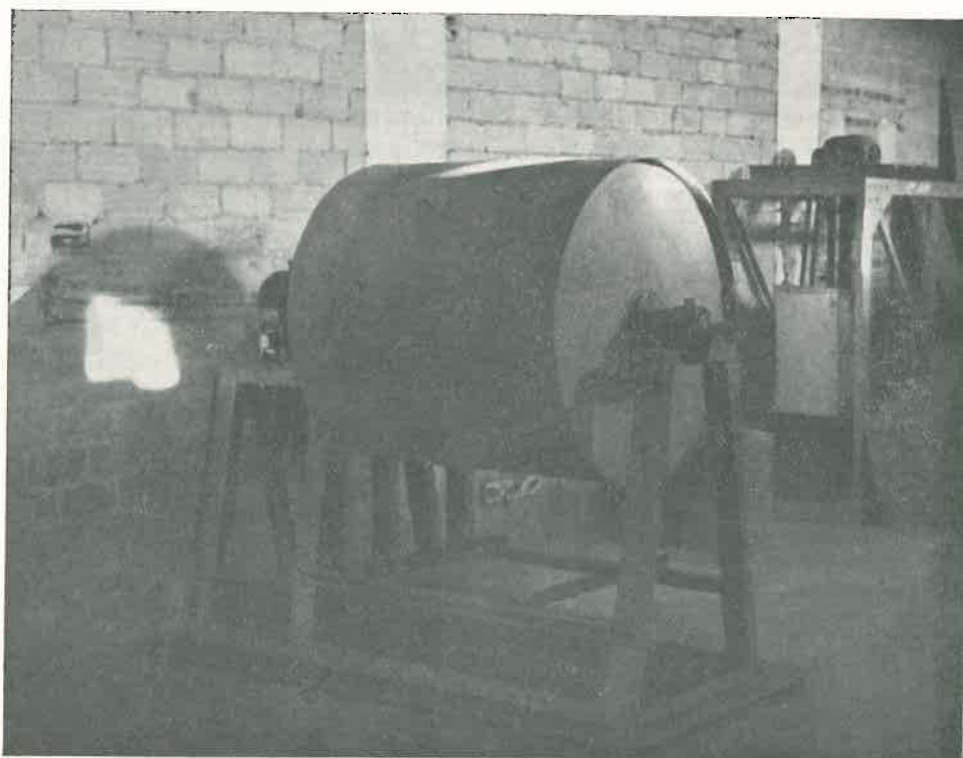


Fig. 3

La fórmula (4) se reduce, por lo tanto, a la siguiente:

$$P = 1,111 p_0 + 0,015 p_0 (S - 60) + 0,028 p_0 (16 - c)$$

que es la que se propone como expresión del precio de venta de la tonelada de coque siderúrgico, sobre vagón fábrica. En ella S representa la solidez, determinada en el ensayo Micum, c el porcentaje en cenizas, y  $p_0$  el precio de venta de la tonelada del coque con el 20 % de cenizas y una solidez inferior a 60.

Con el valor actual.

$$p_0 = 530$$

pesetas, la fórmula definitiva, en tanto no varíe este valor, será

$$P = 588,89 + 7,95 (S - 60) + 14,84 (16 - c)$$

o, con unos ligeros retoques:

$$P = 590 + 8 (S - 60) + 15 (16 - c)$$

pesetas la tonelada sobre vagón fábrica.

#### DETERMINACION DE LOS PARAMETROS DE LA FORMULA

Los métodos seguidos en el Instituto Nacional del Carbón para la determinación de los valores de S y de c en un coque dado, y que, como queda dicho, servirán de normas para la aplicación de la fórmula, son los que se detallan a continuación.

##### Solidez

La solidez se determina por un ensayo al trómel Micum<sup>6</sup>. El aparato (figuras 1 a 3) consiste en un cilindro horizontal de chapa de acero de 4 mm de espesor, sin eje interior y cerrado en sus dos extremos con chapa de 5 mm soldada, de 1 metro de diámetro y 1

metro de longitud, provisto de cuatro aletas interiores longitudinales, colocadas a 90 grados unas de otras, formadas cada una por un hierro en ángulo de 100 mm soldado a la superficie y a las paredes laterales del tambor.

La introducción del coque se hace por una puerta con bisagras y tuercas de cierre.

Un motor eléctrico da al cilindro, por intermedio de un reductor de velocidad, un movimiento de rotación de 25 vueltas por minuto alrededor de su eje horizontal, en el sentido indicado en la figura 1 en relación con la disposición de las aletas interiores.

La muestra, constituida por 50 Kg de coque (secado en estufa a 105 grados y, en general, compuesta por trozos que, en ninguna posición pasen por una chapa con agujeros redondos de 50 mm de diámetro), se introduce a mano en el tambor. Cerrada la puerta de éste, se le hace girar, a la velocidad indicada, durante 100 vueltas.

Terminada la rotación, se saca del tambor la totalidad del coque, incluso el polvo (para ello será preciso emplear una brocha o cepillo con mango), y se determina la granulometría del producto, estableciéndose, con cribas de agujeros redondos, las categorías superiores a 40 mm y 20 mm y la inferior a 10 mm, expresadas en tanto por ciento del peso original.

La operación del cribado se hace a mano, pieza por pieza, para asegurarse de que no queda sobre la criba ningún trozo que, en ninguna posición, pueda pasar por las perforaciones. La categoría inferior a 10 mm se determina por diferencia, pero es conveniente, para descubrir posibles errores en las pesadas de las categorías superiores, determinarla también directamente, por pesada del tamaño inferior a 10 mm obtenido en el cribado.

Se efectúan cuatro determinaciones, sobre cuatro muestras distintas de 50 Kg. Las medias aritméticas de los valores obtenidos con estas cuatro muestras constituyen los resultados definitivos del ensayo.

Si, por ejemplo, se ha obtenido en un ensayo:

mayor de 40 mm..... 78,85  
 mayor de 20 mm..... 92,01  
 menor de 10 mm..... 6,66

como resultados del mismo se indican los siguientes:

Indice Micum..... M = 78,85  
 Indice de abrasividad<sup>7</sup>.. m = 6,66  
 Indice de fragilidad<sup>8</sup>... F = 100-M-m=14,49  
 SOLIDEZ..... S = M-1,5 m=68,86  
 Valor útil<sup>9</sup>..... V = 1,34-24/S=0,992

Cenizas

En otro lugar de este mismo número de nuestro Boletín Informativo se describe el método utilizado en el Instituto para la determinación de las cenizas del carbón. Para el caso del coque, la única diferencia es que

puede suprimirse el calentamiento previo hasta 500 grados, introduciendo la muestra en el horno ya calentado a 815 ± 10 grados y manteniendo esta temperatura hasta constancia de peso, según se indica en el método para el carbón.

El peso de las cenizas se expresa en porcentaje del peso del coque seco, de manera que es necesario efectuar simultáneamente una determinación de la humedad de la muestra de que se parte para el ensayo de cenizas, aplicándose para ello el método descrito en el número 23 de este Boletín Informativo (determinación de la segunda fracción de la humedad, página 277).

REFERENCIAS

- <sup>1</sup> Bol. Inform. Inst. Nac. Carbón, I, 5, 11-12, 1952.
- <sup>2</sup> Ibid., pág. 13.    <sup>3</sup> Ibid., págs. 7-10.
- <sup>4</sup> Ibid., pág. 6.    <sup>5</sup> Ibid., pág. 12.
- <sup>6</sup> Ibid., pág. 11.    <sup>7</sup> Ibid., págs. 11-12.
- <sup>8</sup> Ibid., pág. 12.    <sup>9</sup> Ibid., pág. 13.

RESUMEN

Se transcribe la parte fundamental del informe emitido por el Instituto Nacional del Carbón, a petición del Ministerio de Industria, que sirvió para el establecimiento de la fórmula que fija el precio oficial del coque siderúrgico, en función de su resistencia mecánica y de su contenido en cenizas.

En el informe se valora, en función del precio original de un coque con el 20 % de cenizas y una solidez inferior a 60, el precio que puede pagar la industria siderúrgica por coques destinados a horno alto, con 16 % o menos de cenizas y solidez igual o superior al límite indicado.

Como complemento, se describe la forma cómo se determina el valor de la solidez en el trómel Micum, y se dan indicaciones sobre las normas seguidas en el Instituto Nacional del Carbón para las determinaciones de cenizas y de humedad partiendo de la muestra para análisis del coque.

RÉSUMÉ

On reproduit la partie fondamentale du compte rendu de l'Instituto Nacional del Carbón qui fut utilisé par le Ministère de l'Industrie espagnol pour l'implantation d'une formule qui fixe le prix du coke sidérurgique en fonction de leur solidité et de leur taux de cendres.

Dans ce compte rendu on évalue, en fonction du prix d'un coke avec une solidité inférieure à 60 et avec le 20 % de cendres, le prix qui peut payer l'industrie sidérurgique pour des coques pour haut fourneau avec une solidité égal ou supérieure à 60 et avec un pourcentage de cendres égal ou inférieur à 16.

L'article finit par des indications relatives aux essais qui servent pour déterminer les deux paramètres (solidité et taux de cendres) qu'interviennent dans la formule.

SUMMARY

The essential part of the report rendered by the Instituto Nacional del Carbón, on request of the Spanish Ministry of Industry, is transcribed. This served to state the formula fixing the price for siderurgical coke, according to its mechanical resistance and ash content.

Related to the original price of a coke containing 20 per cent of ash and having a «solidity» lower than 60, a valuation is made in the report on the price that the Steel Industry is able to pay for cokes destined to blast furnaces, with an ash content lower than 16 per cent and a solidity superior to the limit stated above.

It is described, as a complement, the way to determine the value of «solidity» in the Micum drum, and suggestions are given in order to determine the ash and moisture contents, starting from the analysis coke sample.

