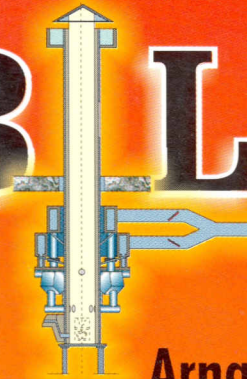
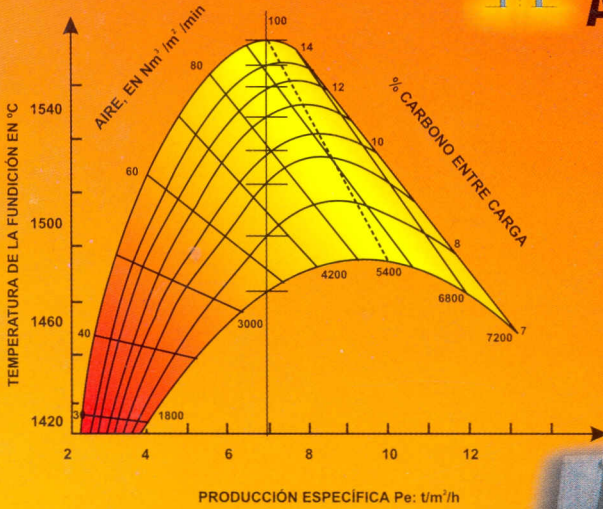


Diseño, Operación y Control del

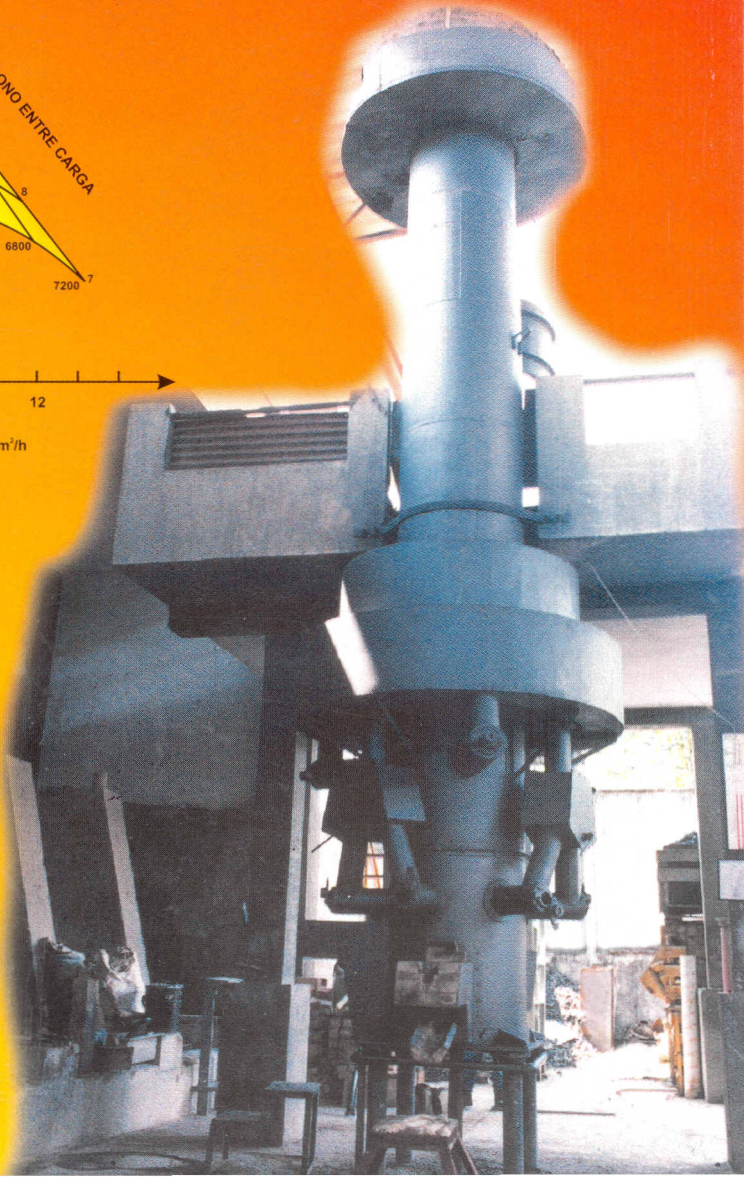
# CUBILOTE



Arnaldo Alonso Baquero



Ediciones UIS



# CONTENIDO

Pág.

## INTRODUCCIÓN

### 1. FUNCIONAMIENTO TEÓRICO DE LA FUSIÓN EN EL CUBILOTE

#### 1.1 GENERALIDADES

#### 1.2 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES.

#### 1.3 MECANISMO DE LA FUSIÓN

##### 1.3.1 Índice de combustión *n*.

#### 1.4 ASPECTO TÉRMICO

##### 1.4.1 Definiciones

##### 1.4.2 Cálculo de los parámetros de combustión

##### 1.4.3 Ejemplo

#### 1.5 ASPECTO METALÚRGICO

##### 1.5.1 Atmósfera del horno

##### 1.5.2 Carburación

##### 1.5.2.1 Factores que influyen en la carburación.

##### 1.5.3 Sulfuración

##### 1.5.3.1 Variables que afectan la desulfuración

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## 2. ZONAS DEL CUBILOTE

### 2.1. ZONA DE PRECALENTAMIENTO

### 2.2 ZONA DE FUSIÓN

### 2.3. ZONA DE GASIFICACIÓN DEL COQUE

### 2.4. ZONA DE COMBUSTIÓN O DE OXIDACIÓN

### 2. 5. ZONA DEL CRISOL

#### 2.5.1 Subzona de reacción.

#### 2.5.2 Subzona de escoria

##### 2.5.2.1 Índice de basicidad.

##### 2.5.3 El crisol propiamente dicho

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1

3

3

4

6

8

10

11

15

21

22

23

25

26

39

32

33

35

35

37

38

38

45

45

46

46

49

50

3. CIRCUITO DE AIRE	53
3.1 TUBERÍA VENTILADOR - CAJA DE VIENTO	53
3.2 CAJA DE VIENTO	55
3.3 TUBERÍA CAJA DE VIENTO - TOBERAS	56
3.4 TOBERAS	56
3.4.1 Sección de las toberas	56
3.4.2 Velocidad del soplo en las toberas	57
3.4.3 Número de toberas	58
3.4.4 Posición toberas	58
3.4.5 Toberas autolimpiantes	58
3.5 EL VENTILADOR CENTRÍFUGO	60
3.5.1 Potencia útil del ventilador	62
3.5.2 Potencia suministrada por el motor o potencia absorbida	62
3.5.3 Rendimiento del ventilador	63
3.5.4 Asociación ventilador - circuito de aire	63
3.5.5 Medida del flujo de aire	64
3.5.5.1 Aparatos de medida del soplo no automáticos	64
3.5.6 Procedimiento a seguir para obtener una adecuada medida del flujo de aire en el tubo pitot	69
3.5.7 Ejemplos	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
4. RELACIÓN PORCENTAJE DE COQUE ENTRE CARGA - FLUJO DE AIRE	75
4.1 TIEMPO DE COMBUSTIÓN DEL COQUE - TIEMPO DE FUSIÓN DE LA CARGA METÁLICA	76
4.1.1 Factores que influyen el tiempo de fusión de la carga metálica	76
4.1.2 Factores que influyen el tiempo de combustión de la carga de coque	77
4.2 DIAGRAMA DE JUNGBLUTH O DIAGRAMA RETICULAR DEL CUBILOTE	78
4.2.1 Regulación de la fusión del cubilote	81
4.3 EJEMPLO	83
4.4 PORCENTAJE DE COQUE ENTRE CARGA	84
4.5 PESO DEL COQUE ENTRE CARGA	84
4.5.1 Ejemplo	85
4.6 PESO DE LA CARGA METÁLICA	86
4.6.1 Ejemplo	86
4.7 CÁLCULO DE FLUJO DE AIRE. Q.	87
4.7.1 Ejemplo	88
4.8 DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE LA CAMA DE COQUE	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

5. OPERACIÓN DEL CUBILOTE	95
5.1 SELECCIÓN DE LA CARGA METÁLICA	95
5.1.1 Criterios de selección	95
5.2 CALCULO DE LA CARGA METÁLICA	99
5.2.1 Método algebraico para determinar la carga metálica	100
5.3 CALENTAMIENTO DEL CUBILOTE	106
5.3.1 Tiempo de calentamiento	106
5.3.2 Altura de la cama de coque acorde con el porcentaje de coque entre carga	108
5.3.3 Soplo de precalentamiento	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
6. CONTROLES TECNOLÓGICOS DE LA FUSIÓN	111
6. 1 OBSERVACIÓN DE LAS GOTAS DE FUNDICIÓN EN LAS TOBERAS	111
6. 2 MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE LA FUNDICIÓN LÍQUIDA EN LA PIQUERA	113
6.3 OBSERVACIÓN DEL ASPECTO DE LA ESCORIA	115
6. 4 PRODUCCIÓN HORARIA	117
6. 5 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA FUNDICIÓN	119
6. 5.1 El ensayo del temple	119
6.5.2 Análisis Térmico	127
6. 6 BALANCE METÁLICO	132
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
7. SIMULACION DE LA OPERACIÓN DEL CUBILOTE	137
7.1 INTRODUCCIÓN	137
7.2 OBJETIVOS DE LA SIMULACIÓN	137
7.3 MODELOS MATEMÁTICOS	138
7.3.1 Modelos estadísticos	138
7.3.2 Modelos termoquímicos.	143
7.4 IMPORTANCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA FUSIÓN DEL CUBILOTE	148
7.5 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA FUNDICIÓN EN PIQUERA	151
7.5.1 Determinación del contenido de silicio	151
7.5.2 Cálculo del porcentaje de manganeso	151
7.5.3 Determinación del contenido de carbono de la fundición en piqueta	152
7.6 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	154
7.6.1 Cálculo de la resistencia mecánica de la fundición	154

7.7 CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

159

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

161

EJERCICIOS

163

GLOSARIO

169

ANEXOS

177

7.3.2.3. Soporte de precalentamiento

7.3.2.4. Soporte de precalentamiento

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.6. Obtención de datos o datos por computadora

8. CONTROLES TECNOLÓGICOS DE LA FUSIÓN

8.1. OBSERVACIÓN DE LAS GOTAS DE FUSIÓN EN FUNDICIÓN

8.1.1. Medida del flujo de las gotas

8.2. MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE LA FUSIÓN

8.2.1. Medición de la temperatura

8.3. OBSERVACIÓN DEL ASPECTO DE LA ESCORIA

8.4. PRODUCCIÓN HORARIA

8.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA FUNDICIÓN

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8.5.1. El ensayo de temple

8.5.2. Análisis térmico

8.6. BALANCE METÁLICO ENTRE FLUJO DE LA FUSIÓN Y FLUJO DE LA CARGA - FLUJO DE AJRE

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.6. CÁLCULO DE LA FUSIÓN DE LA CARGA METÁLICA

7.7. SIMULACIÓN DE LA OPERACIÓN DEL CUBILOTE

7.7.1. INTRODUCCIÓN

7.7.2. OBJETIVOS DE LA SIMULACIÓN

7.7.3. MODELOS MATEMÁTICOS

7.7.3.1. Modelos matemáticos

7.7.3.2. Modelos matemáticos

7.7.4. IMPORTANCIA DE LA SIMULACIÓN DE LA FUSIÓN

DEL CUBILOTE

7.5. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

7.5.1. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SÍLICO

7.5.2. CÁLCULO DEL PORCENTAJE DE MANGANESO

7.5.3. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO DE LA FUSIÓN EN PÍQUELA

7.6. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

7.6.1. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LA FUNDICIÓN