

Universidad de Holguín
"Oscar Lucero Moya"
Facultad de Ingeniería



Departamento de Ingeniería Mecánica

TRABAJO DE DIPLOMA

FUSOR ALTERNATIVO PARA
DERRETIDO Y AFINO DE LOS
METALES NO FERROSOS

Diplomante: Ahmad Bashir Khan

Tutor: MSc. Rigoberto Pastor Sánchez Figueredo

Holguín, 2009



RESUMEN

Luego de valorar los antecedentes tecnológicos de los agregados de fusión utilizados para la fusión de aleaciones no ferrosas en crisoles de níquel, cromo-níquel, grafito y carburo de silicio que utilizan en calidad de combustible el fuel-oil se analizó que en los últimos 55 años, desde los momentos del auge impetuoso del desarrollo de la fundición y la metalurgia en general durante y después del desarrollo de la segunda guerra mundial, se ha mantenido la misma estructura del sistema de pulverización e inyección del Mazut o fuel-oil, es decir, constituido por cámara de precalentamiento del fuel-oil, quemador e inyección con aire a presión. Debido al desarrollo de las exigencias tecnológicas actuales y la competitividad no son eficiente estos fusores y por eso creado un nuevo sistema de pulverización e inyección del combustible óptimo y eficiente que rompe con la estructura tradicional por estar constituido por:

- Cámara de precalentamiento parcial del fuel-oil.
- Cámara de autocalentamiento del fuel-oil.
- Cámara de autocalentamiento del aire.
- Quemador.

SUMMARY

After appraising the technological background of casting used for the fusion of non ferrous alloys in a nickel smelting chambers of chrome nickel, graphite and silicon which is used with a quality of fuel. The fuel oil we examined, in the last 55 years since the development of casting and metallurgy in general, during and after the development of the second world war, the structure of the system of pulverization and injection of Mazut or fuel oil has maintained the same, which is made up of a chamber for preheating of the fuel, burner and the injection of air under pressure. Due to the under development of technology for the present-day requirements they are no competitiveness nor efficiency, for that reason we have created a new system of pulverization and a more optimal and efficient fuel injection that breaks the traditional structure because it is constituted of:

- A fuel oil chamber for partial preheating of the fuel.
- A fuel oil chamber for the auto- heating of the fuel.
- An air chamber for the auto-heating of the air.
- A burner.

ÍNDICE	PÁG.
INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO 1. CARACTERÍSTICAS DE LOS HORNOS DE CRISOL PARA LA FUSIÓN DE METALES NO FERROSO.	7
1.1. Introducción.	8
1.2. Antecedentes fundamentales relacionados con los hornos de crisol de metales no ferrosos.	9
1.2.1 Hornos llamas de crisol.	9
1.2.2 Hornos de Crisol con combustibles sólidos.....	9
1.2.3 Hornos de crisol de combustibles líquidos y gaseosos.	12
1.2.4 Características de hornos de crisol de combustible gaseoso.	13
1.3 Aumento de la productividad de los hornos llama de crisol.	16
1.4 Recuperación de calor.	18
1.4.1 Ejemplos de hornos llama de crisol.	19
1.4.2 Hornos llamas de cámaras y tambores.	24
1.4.3 Hornos llama móviles.	28
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA PARA EL AHORRO DE PORTADORES ENERGÉTICOS EN LOS PROCESOS DE FUSIÓN DE METALES NO FERROSOS.	40
2.1. Introducción.	41
2.2. Fusor alternativo para derretido y afino de los metales no ferrosos.....	42
2.3. Para la explotación del horno multipropósito concebido se establece la siguiente instrucción tecnológica de fusión y vertido del bronce.	50
2.4. Discusión de resultados y valoración socio económica.	55
2.5. Valoración socioeconómica del fusor.	57
2.5.1. Cálculo de ahorro de energía eléctrica.	57
2.5.2. Cálculo de ahorro de fuel oil.	58
2.5.3. Cálculo de ahorro por la disminución del metal por pérdidas por fusión.	58
2.5.4. Cálculo del Efecto económico total de la innovación.	59
CONCLUSIONES.	61
RECOMENDACIONES.	62
BIBLIOGRAFÍA.	63
ANEXO	

INTRODUCCIÓN

Introducción

Es de vital importancia para el progreso de un país, el desarrollo de la construcción de maquinarias. Dentro de esta rama de la industria, lo que se refiere a la producción de artículos metálicos ocupa un lugar preponderante y las aleaciones no ferrosas son hoy en día un punto clave del desarrollo. Las mismas constituyen una de las bases fundamentales en la industria de la construcción, la fabricación de piezas para maquinarias agrícolas, la industria automovilística, la industria naval, la industria azucarera y otras.

Para la producción de las aleaciones no ferrosas se utilizan hornos de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos, siendo uno de los más difundidos los hornos de crisol-llama que utilizan como combustible el fuel oil.

Sobre el estudio de los fusores de metales no ferrosos, su aplicación en la industria mecánica utilizando combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y el ahorro de portadores energéticos versa esta tesis de pregrado.

Los hornos de crisol de metales no ferrosos más difundidos en nuestro país son los que utilizan como combustible el fuel oil.

La Empresa Fundición de Hierro y Acero (EFHA), es una de las entidades que tiene dentro de sus planes de desarrollo la implementación de la producción de hierro con grafito esferoidal, la misma está ubicada en la carretera de San

Germán km 3 ½, Holguín, fue fundada en Julio de 1980 y redimensionada en el año 2003 y consta de dos talleres fundamentales para su producción.

El taller de producciones ferrosas con un horno de cuba alta discontinuo de 700 mm de diámetro interior. La capacidad calculada del mencionado taller es de 360 toneladas al año. Se producen piezas principalmente para la Industria Mecánica, el MINAZ, el MINTUR, el MINBAS, entre otras. El moldeo se realiza en cajas metálicas de dimensiones 1000 x 800 x 300 mm y 630 x 500 x 250 mm y se utilizan mezclas en verde. En la actualidad, la carga para la producción del hierro fundido gris presenta la siguiente composición: 70% de chatarra de hierro y 30 % de retorno.

El contenido de azufre en el metal base, a partir del año 1998, ha aumentado de 0.03% hasta 0.067% según datos del 2006. El carbono equivalente es bajo, no sobrepasa el 4%. Posee un taller secundario para la elaboración y secado de los machos; estos son elaborados con mezclas de cromita, bentonita, fuel oil y melaza con secados en estufas a temperaturas de 200 – 250°C. Presenta un sistema de moldeo mecanizado con máquinas neumáticas movidas por un compresor que impulsa de forma estable aire comprimido a seis atmósferas.

El taller de fundiciones no ferrosa en su entorno tecnológico cuenta con: horno de crisol para la fusión de bronce, horno Wilkinson para la fusión de cuproaleaciones, horno tambor para la fusión de aleaciones de aluminio y se moldea con pisones neumáticos y mezclas en verde. La empresa tiene un taller auxiliar de herramental para la construcción de los modelos, accesorios, dispositivos y mantenimiento necesario para la ejecución de la producción.

Para poder utilizar como combustible el fuel oil o Mazut se necesita un proceso de precalentamiento que genera un aumento del consumo de portadores energéticos durante la fusión elevando el costo de la fusión de los metales no ferrosos.

Estas particularidades de nuestra industria han provocado el surgimiento de un **problema**, la necesidad de disminuir el consumo de portadores energéticos durante el proceso de fusión de los metales no ferrosos bajo las condiciones actuales en la industria sideromecánica cubana.

Por ese motivo surge como **objeto de estudio**, los hornos de fusión de metales no ferrosos y como **campo de acción** el ahorro de portadores energéticos durante el proceso de fusión de los metales no ferrosos.

La investigación plantea como **hipótesis** que, disminuyendo el consumo de portadores energéticos durante la fusión de los metales no ferrosos, se aumenta la competitividad en la producción.

A partir de la hipótesis, se plantea como **objetivo general** del trabajo, disminuir el consumo de portadores energéticos en los hornos de crisol, durante la fusión de metales no ferrosos.

Tareas de investigación:

- Evaluar los fusores que utilizan combustible sólido, líquido y gaseoso más avanzado y su estado actual de aplicación en la tecnología para la producción metales no ferrosos.
- Aprovechar el calor de los hornos durante la fusión para el precalentamiento del fuel oil antes de ser inyectado por el quemador, en las condiciones cubanas, para la obtención fundidos de metales no ferrosos
- Asegurar, con la construcción de cámaras de precalentamiento de fuel oil y el aire, una disminución del consumo de fuel oil durante la fusión de metales ferrosos y no ferrosos.
- Elaborar el informe final.

Los **beneficios esperados** de la investigación se expresan en la disminución del consumo de portadores energéticos, en la fusión de metales no ferrosos, adecuado a las condiciones actuales de la industria en Cuba, garantizando de esta forma el aumento de la productividad y competitividad de estas producciones.

Los métodos científicos cumplen una función fundamental en el desarrollo de la ciencia, ya que permiten obtener nuevos conocimientos sobre el fenómeno que se estudia y ejercen un papel importante en la construcción y desarrollo de la teoría científica.

En las ciencias se aplican una variedad de métodos teóricos, dentro de ellos están: el método de análisis y la síntesis, el hipotético-deductivo, el análisis histórico y el lógico, el de tránsito de lo abstracto a lo concreto, la modelación y el enfoque de sistema. Cada uno cumple funciones gnoseológicas determinadas, por lo que en el proceso de realización de una investigación científica se complementan entre sí. A continuación se exponen los **métodos** fundamentales utilizados en la investigación:

- Método histórico-lógico: Este se aplica para establecer el estado del arte del tema de investigación, como marco teórico referencial, permitiendo conocer que se ha investigado sobre el tema objeto de estudio y que leyes o aspectos generales se abordan en el fenómeno que se estudia.
- Método de inducción-deducción: A partir del estudio de diferentes casos particulares se llegan a establecer aspectos que son generales y leyes empíricas, que constituyen puntos de partida para inferir o confirmar formulaciones teóricas, de las cuales se deducen nuevas conclusiones lógicas que son sometidas a prueba de acuerdo con las generalizaciones empíricas. Se aplicará para la evaluación de los diferentes criterios que intervienen en las características de los hornos que se utilizan en la fusión de metales no ferrosos.

- Método de análisis y síntesis: Se utiliza para identificar los factores principales -y sus características- que influyen en el fenómeno que se estudia, así como su interrelación. Se aplica para identificar las características de los hornos que se utilizan en la fusión de metales no ferrosos.
- Método de modelación: Se crea un modelo científico -como instrumento de la investigación- de carácter material o teórico, el cual se utiliza para hacer una reproducción simplificada de la realidad; este cumple una función heurística, ya que permite descubrir y estudiar nuevas relaciones y cualidades del objeto de estudio. Se aplica al modelar el proceso de fusión de metales no ferrosos.
- Método computacional: Se utiliza durante la concepción y desarrollo de la aplicación informática para asistir en el cálculo de los parámetros que intervienen en las características de los hornos que se utilizan en la fusión de metales no ferrosos.
- Método Empíricos (percepción directa, entrevista con especialistas, revisión bibliográfica).
- Como **novedad**, la investigación logra las condiciones de la industria Metal-Mecánica en Cuba, la disminución del consumo de portadores energéticos durante la fusión de metales no ferrosos, logrando el aumento de la productividad y competitividad.

La investigación identifica como **aportes**:

- Aumentar la competitividad de los fundidos no ferrosos, disminuyendo el consumo de portadores energéticos durante su fusión, disminuyendo de esta forma el costo de producción.

- Lograr la construcción de un gasificador de fuel oil para hornos de crisol en la producción de metales no ferrosos que disminuye notablemente el consumo de portadores energéticos durante la fusión de fundidos no ferrosos.

El informe de tesis se **estructura** en la siguiente forma:

Introducción.

Capítulo I. CARACTERÍSTICAS DE LOS FUSORES DE METALES NO FERROSOS.

En este capítulo se realiza un estudio de los antecedentes y el estado actual de la fusión de metales no ferrosos.

Capítulo II. METODOLOGÍA DE AHORRO DE PORTADORES ENERGETICOS.

En este capítulo se expone en detalles todos los elementos que componen la metodología para el ahorro de portadores energéticos durante la fusión de metales no ferrosos, además se expone la concepción del horno para el ahorro de portadores energéticos durante la fusión de metales no ferrosos con el fin de demostrar y comprobar la hipótesis planteada. Se realiza una valoración socio económica, con un análisis del costo atizando las tecnologías antecedentes y la generada de esta tesis.

Conclusiones.

Recomendaciones.

Bibliografía.

Anexos.

**CAPÍTULO I. CARACTERÍSTICAS DE
LOS HORNOS DE CRISOL PARA LA
FUSIÓN DE METALES NO FERROSOS.**

1 CARACTERÍSTICAS DE LOS HORNOS DE CRISOL PARA LA FUSIÓN DE METALES NO FERROSO.

1.1 Introducción

En el presente capítulo se exponen los antecedentes fundamentales relacionados con los hornos de crisol para la fusión de metales no ferrosos, con el objetivo de identificar las principales variables que intervienen en el desarrollo de la tecnología para la obtención de este tipo de material.

Se concluye con un análisis de las principales características de los hornos de metales no ferrosos, dirigidas a asistir el proceso de fusión de aleaciones no ferrosas.

1.2 Antecedentes fundamentales relacionados con los hornos de crisol de metales no ferrosos.

En la fusión de metales no ferrosos se usa una gran variedad de fusores, que se diferencian tanto por su estructura constructiva (rotatorios, de tambor, basculantes, etc.), como por la fuente de energías necesarias para la fusión (combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y eléctricos).

Existe una amplia gama de fusores que usan como fuente de energía combustibles sólidos, líquidos o gaseosos entre los cuales se encuentran.

1.2.1 Hornos llamas de crisol. / 1 /

Los hornos de crisol son sencillos (utilizan como combustibles, carbón vegetal, coque, Fig. (1.1 y 1.2) y funcionales (basculantes, con estructuras de acero, usan combustible líquido y sólido, Fig. (1.3), con recuperadores de calor por lo que tienen una amplia aplicación como fusores de metales no ferrosos.

El calor en estos fusores se transmite al metal a través de las paredes de crisoles de grafito, carburos de silicio o de hierros, lo que exime al metal del contacto con la llama o los productos de la combustión.

1.2.2 Hornos de Crisol con combustibles sólidos: / 1 /

Características de los hornos de crisol:

1. El calor se obtiene por combustión transmitiendo los gases calientes a la carga metálica, por los laterales del crisol, jugando un gran papel todas las formas de transmisión de calor, principalmente la convección y radiación hacia las paredes del acamara del horno.
2. La temperatura en el interior de los crisoles es menor a la de los gases de combustión siendo de 1200 – 1400°C.
3. Los crisoles se caracterizan por una pérdida de calor significativa con la salida de los gases de combustión.

4. Los hornos estacionarios de tiro natural realizan el pulverizado del combustible con aire a presión o ventiladores con un flujo no mayor de 1 500 mm en la columna de agua.
5. Prácticamente no es posible regular la atmósfera del horno. El consumo del combustible sólido es muy grande y constituye del 50 al 60 % del peso de la carga.
6. La conducción del calor de los crisoles no metálicos es pequeña.
7. Se pierde mucho calor en el calentamiento del revestimiento refractario.
8. Disminuye la radiación con la salida de los gases de combustión.

Debido a todo esto el coeficiente de trabajo útil de los hornos de crisol estacionarios de tiro natural, principalmente el de coque con tiro natural, es muy bajo y constituye de un 3 – 6 %, con una conducción de colada eficiente puede aumentar al 7 % y más.

El balance calórico de los hornos de crisol estacionarios de tiro natural, según los datos del Prof. L. M. Marienbaj (Ex URSS), se caracteriza por los siguientes datos: / 15 /

Calor útil – 7,7 %, perdida a través de las paredes – 36,5 %, perdida a través de la tubería 55,8 %.

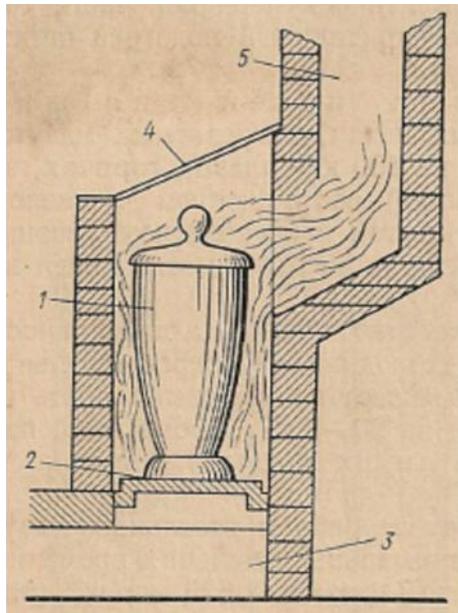


Fig.1.1Horno de crisol estacionario /17/

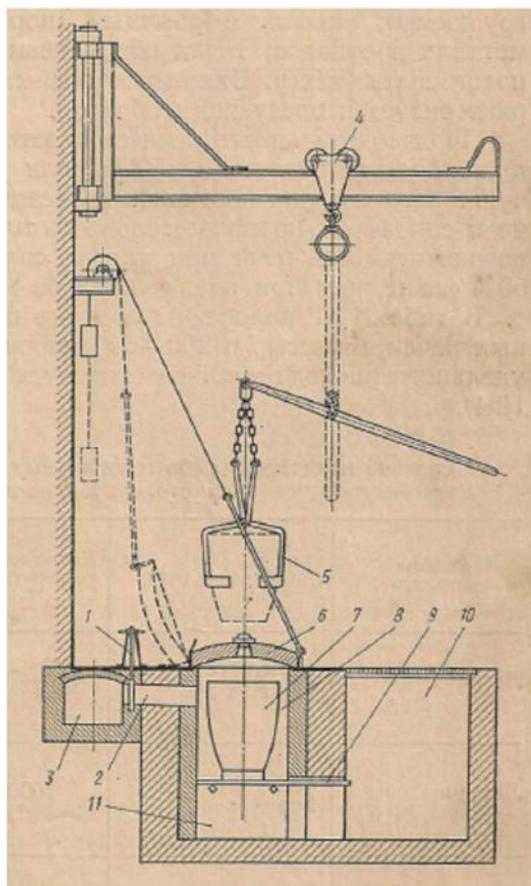


Fig. 1.2 Extracción de crisol /17/

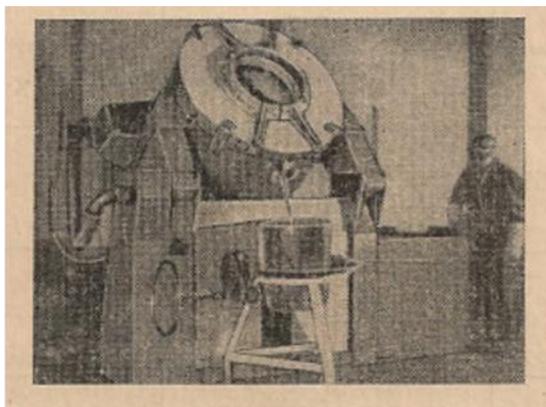


Fig. 1.3 Horno de Crisol Basculante /17/

1.2.3 Hornos de crisol de combustibles líquidos y gaseosos: /1/

Los datos enumerados a continuación son relacionados a los hornos de crisol modernos que utilizan combustible líquido y gaseoso.

El calor útil en estos hornos lo constituye del un 5 al 35 % de todo el calor y aumenta el coeficiente de trabajo útil del horno y depende de la temperatura del horno desde el comienzo de la fusión (caliente o fría).

La pérdida máxima de calor con la salida de los gases de combustión es alrededor del 50%, la temperatura de estos gases, en la salida es aproximadamente de 1000°C.

El trabajo útil del horno se puede aumentar significativamente recuperando una parte de las pérdidas de calor, utilizándolas en el precalentamiento de la carga y los gases.

Característica de los Hornos de crisol de combustibles sólidos:

Analizaremos los hornos calentados con Mazut, con un índice de consumo de 15 kg. por 100 kg. de aleación.

Horno frío: En estas condiciones la productividad disminuye un 30% y la colada se prolonga en un 50%.

Horno caliente: Con el calentamiento del horno y la carga la productividad del horno aumenta y se disminuye la conducción de la colada de un 20 a un 30%, además la productividad del horno durante la fusión de aleaciones de metales ligeros es 50 % mayor que para las aleaciones pesadas (Cu).

En la Tabla 1.1 se enumeran los índices medio de trabajo de los hornos de Mazut.

Tabla 1.1 Índices de trabajo de los hornos de combustible sólidos (Mazut).

/34/

Aleación	Condición del horno	Temperatura (°C)	Periodo de Colada (min.)	Consumo de combustible (kcal/kg.)	Coefficiente de trabajo útil
Ligeros	Fría	700 - 750	60 - 75	2000 - 2500	11 - 14
	Caliente		30 - 45	1300 - 1600	17 - 21
Latones	Fría	1000	90 - 105	1300 - 1800	8 - 11
	Caliente		45 - 60	1000 - 1300	11 - 14
Bronces	Fría	1200 - 1250	90 - 120	1700 - 2300	7 - 10
	Caliente		60 - 75	1300 - 1600	10 - 13

1.2.4 Características de hornos de crisol de combustible gaseoso: /1/

El calentamiento de los hornos de crisol con gases tiene grandes ventajas y aumenta su aplicación.

El calentamiento con gases en comparación con los combustibles líquidos se diferencia en la regulación más sencilla de la colada, con ausencia de humos y un aumento del coeficiente de trabajo útil en un 50 %.

El proceso de ignición termina bajo el nivel del crisol y los productos de combustión son neutrales. Con una regulación adecuada de los hornos gaseosos se evitan los residuos en la llama. Los gases resultantes son mucho menos agresivos en relación con el metal líquido que la llama de Mazut.

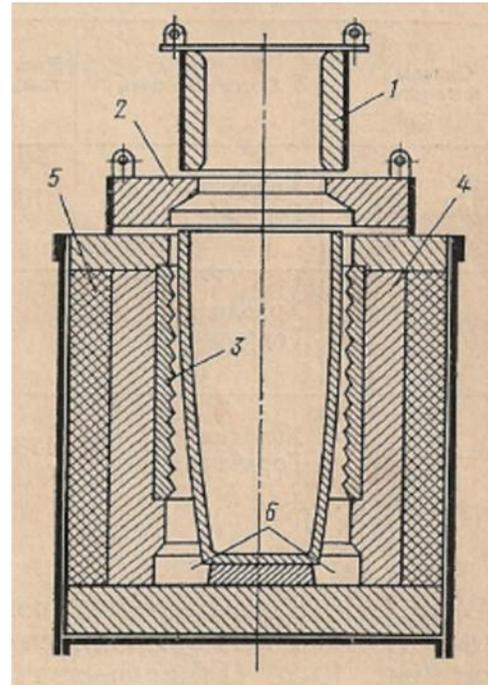
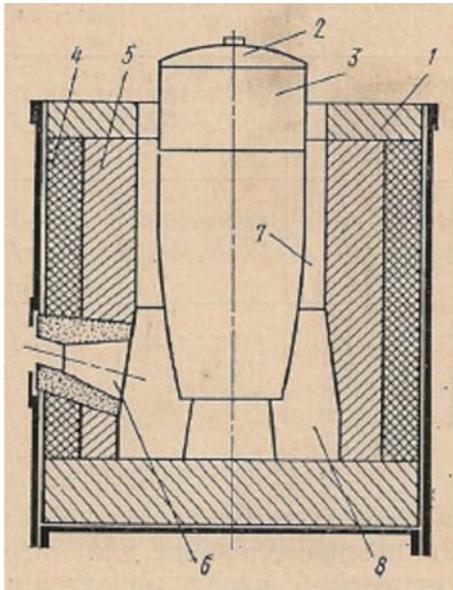


Fig. 1.4 Horno gaseoso abierto /17/

Fig. 1.5 Horno gaseoso cerrado

La utilización de gases permite un calentamiento intensivo del revestimiento por convección y un calentamiento adicional del crisol como resultado de la radiación del revestimiento. Ver Fig. 1.5

Los dispositivos del horno construidos para combustible líquido, para trabajar con gas no puede limitarse a un cambio de quemador (este error frecuentemente aparece en la literatura, catálogos y en la práctica). La utilización de gases, con una llama significativamente corta y una combustión más completa, permite disminuir las dimensiones de la cámara de combustión, como resultado disminuye el espesor entre el revestimiento y las paredes del crisol.

De esta manera se aumenta el flujo gaseoso y aumenta el coeficiente de transmisión de calor () La sumatoria del coeficiente de transmisión de calor () de la llama a la carga metálica aumenta.

$$\alpha = \alpha_{\text{cov}} + \alpha_{\text{cov-llama}} + \alpha_{\text{cov-revestimiento}}$$

Donde:

α_{cov} -- Coeficiente de transmisión de calor por convección de la llama al crisol.

$\alpha_{\text{cov-llama}}$ -- Coeficiente de transmisión de calor por radiación de la llama al crisol.

$\alpha_{\text{cov-revestimiento}}$ -- Coeficiente de transmisión de calor por radiación del revestimiento al crisol.

Tabla 1.2 Índices de trabajo de los hornos con combustible gaseoso./34/

No	Tipo de aleación	Condición del horno	Temperatura (°C)	Periodo de Colada (min.)	Consumo de Combustible (kcal. /kg.)	Coeficiente de trabajo útil
1	Ligeras	Fría	700 - 750	60 - 75	1400 - 1600	20 - 17
		Caliente		30 - 45	900 - 1000	28 - 31
2	Latones	Fría	1000	90 -105	1200 – 1400	10 – 12
		Caliente		45 - 60	700 - 800	18 - 20
3	Bronces	Fría	1200 - 1250	90 – 120	1400 – 1600	10– 12
		Caliente		60 - 75	1000 - 1100	15 - 16

En la Tabla 1.2 se enumeran los índices medios de trabajo de los hornos de crisol de combustible gaseoso. La superioridad de estos datos en relación con la tabla anterior es evidente.

1.3 Aumento de la productividad de los hornos llama de crisol./37/

El aumento de la productividad de los hornos llama de crisol depende de un grupo de factores, en relación con sus condiciones de trabajo, Además de los factores ya mencionados (selección del combustible, tipo de transmisión de calor a la carga metálica, forma y dimensiones de la cámara de trabajo del horno), tienen gran significado los siguientes:

1. La cantidad de calor transmitido en una unidad de volumen de la cámara de combustión en relación con el consumo específico de combustible (kcal /100 kg)
2. La influencia del soplo (m^3/h) en la prolongación de la colada (en los hornos de combustible líquido).
3. Aprovechamiento de los gases calientes en el precalentamiento de la carga y el soplo.

Prolongación de la colada: Disminuye el aumento proporcional horario del consumo de combustible. Para la disminución del periodo de colada, es evidente la conducción más rápida posible. Con una conducción lenta el consumo de combustible no disminuye. La prolongación de la colada crea las condiciones para el aumento de la pérdida por fusión e inclusiones gaseosas. En los hornos de combustible líquido la disminución del periodo de colada se realiza aumentando el soplo. Con una conducción rápida de la colada el consumo de energía no aumenta.

Influencia del precalentamiento de la carga:

En principio en cualquier equipamiento utilizado para el precalentamiento de la carga se utiliza el calor recuperado de los gases de combustión., aumentándole coeficiente de trabajo útil de calentamiento del horno.

Es necesario sin embargo tener en cuenta que el precalentamiento de la carga debe realizarse en condiciones adecuadas, porque puede aumentar la pérdida por fusión e inclusiones gaseosas en el metal. Principalmente existe un gran peligro cuando se usa combustible líquido con llama larga. Para el precalentamiento se puede utilizar productos de combustión completa, los cuales se inflaman antes de su contacto con la carga.

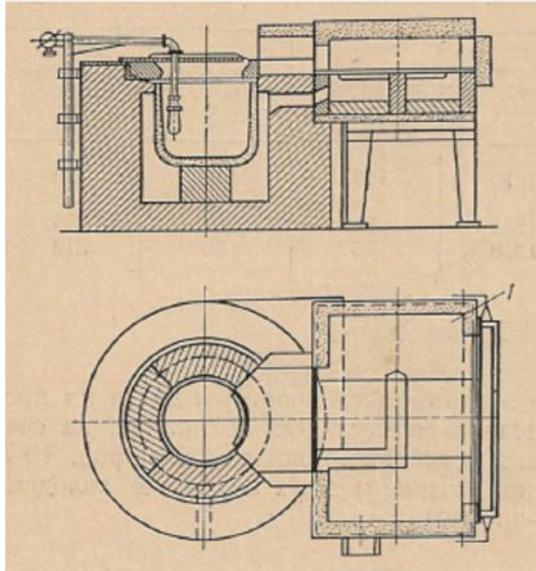


Fig. 1.6 Horno de combustible liquido /17/

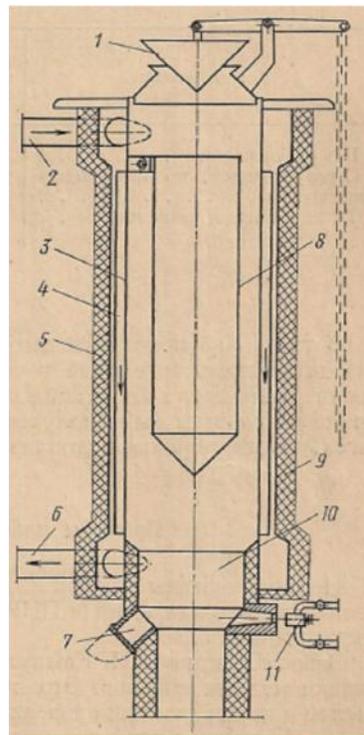


Fig. 1.7 Recuperador de calor /17/

La correcta realización del precalentamiento de la carga permite disminuir el periodo de fusión y como resultado la disminución del consumo de combustible en un 40 %.

Influencia del precalentamiento del soplo:

Para el aumento de la productividad del horno y aumento de la temperatura de la aleación en los crisoles fusores por lo general se realiza el calentamiento del soplo en los recuperadores.

Los cálculos e investigaciones demuestran, que el precalentamiento del soplo hasta 400°C por recuperación de los gases de combustión da una economía del combustible de un 30%. En los hornos gaseosos este efecto es superior, que en los hornos de combustible líquido.

1.4 Recuperación de calor: /22/

En la Fig. 1.3 se muestra un esquema de un horno de crisol dotado de una cámara para el precalentamiento de la carga con los gases de la combustión. Para el precalentamiento del aire y los gases, la construcción de los recuperadores que se muestra en la figura (1.7) es la más funcional.

Tabla 1.3 Influencia del soplo en los índices de trabajo de un horno de crisol /45/

No	Condición de la colada	Temperatura final del metal (°C)	Duración de la colada (min)	Consumo de Combustible (kg)	Temperatura del soplo (°C)
1	Sin recuperación	1 210	100	42	20
2	Recuperación, sin precalentamiento de la carga	1 265	80	36,5	255
3	Recuperación y precalentamiento de la carga	1 210	65	30	510

En la Tabla 1.3 se enumeran los datos sobre la temperatura del soplo en la productividad del horno de crisol. El calentamiento del aire se realiza por medio del calor transmitido por los gases de combustión a la instalación.

Fig. (1.7). Estos datos fueron obtenidos en la fusión de aleaciones de cobre en un horno de crisol frío.

1.4.1 Ejemplos de hornos llama de crisol: /4/

Para la fusión y mantenimiento de las aleaciones de metales no ferrosos existe una amplia variedad de hornos, los cuales se describen a continuación:

La Fabrica "Elterma" de Polonia construye varios tipos de hornos de crisol para la fusión de aleaciones de cobre. Hornos basculantes con crisoles de grafito y dos quemadores (o un solo quemador con combustible líquido). El flujo de productos de combustión son orientados tangencialmente a la superficie inferior del crisol, los gases se evacuan por la parte superior de la cámara de combustión por un orificio en la bóveda. Los hornos son dotados de paneles para la ubicación de los instrumentos de fundición. La temperatura de trabajo de estos hornos es de 1200°C, la capacidad del crisol es de 110 y 260kg.

Para la obtención en los hornos de crisol de aleaciones con buena calidad es necesaria la protección de la aleación de la interacción de los gases de la combustión y la reacción con los materiales del crisol. Un ejemplo de este equipamiento es el horno basculante "Coleman", que utiliza gas licuado mostrada en la Fig. (1,6) El crisol para este horno tiene una construcción particular. El baño metálico está aislado completamente de los productos de combustión. La fusión es rápida. La construcción del horno permite ubicar funcionalmente los canales de evacuación de los gases y conducción de la atmósfera protectora. La capacidad de estos hornos es de 250 – 300kg. de aleaciones de aluminio.

En la Fig. (1.8). Se muestra un horno basculante para la fusión de metales no ferrosos. Estos hornos se construyen de tres dimensiones para combustible líquido y gaseoso para la fusión de aleaciones de aluminio y cobre.

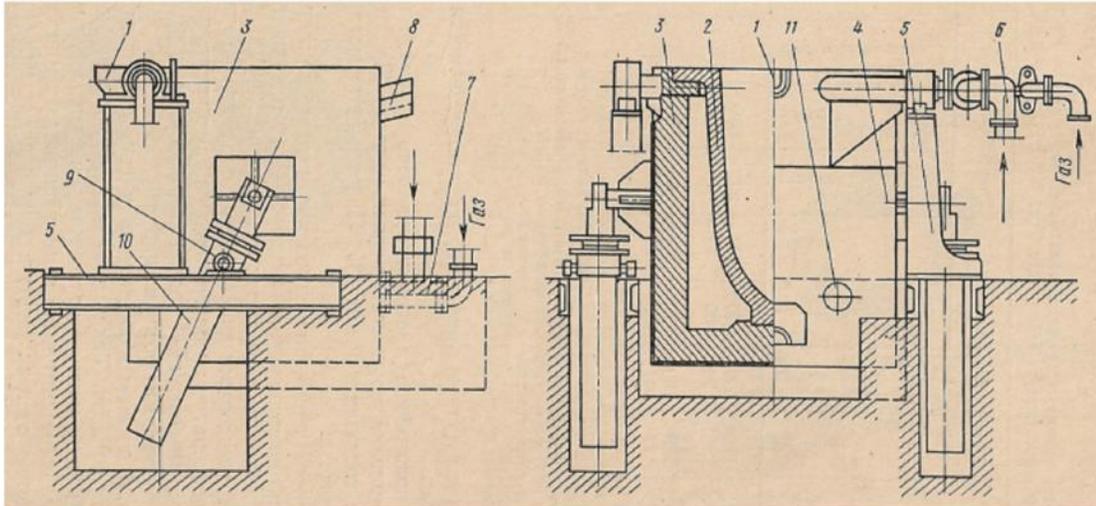


Fig. 1.8 Horno de crisol vasculante /17/

Tabla 1.4 Datos de capacidad, productividad y consumo de combustible./8/

No	Índices	Horno BT 380, Cáp. 170 kg.				Horno BT 380, Cáp. 170 kg.				BT 380, Cáp. 170 kg.*
		Aluminio	Latón	Bronce	Cobre	Aluminio	Latón	Bronce	Cobre	
1	Carga (kg)	170	500	500	500	225	680	680	680	585
2	Primera colada (min.)	35	70	80	95	45	105	120	135	70
3	Colada siguiente	30	60	70	85	40	80	90	105	60
4	Consumo de combustible (L**)	21	41	48	58	27	55	61	71	48

* Para aluminio

** Consumo de combustible líquido determinado para una viscosidad 4,50 a 50°C. Para combustible gaseoso (4500 kcal /m³) y un consumo de 7%.

En la Tabla (1.4) se enumeran los datos de capacidad, productividad y consumo de combustible para estos hornos.

La carga sólida se precalienta y se carga al horno desde la plataforma. El horno es funcional para la fusión de retornos de grandes dimensiones. La pérdida por fusión de las aleaciones de Al constituyen menos del 1%. La fusión es rápida. El coeficiente de trabajo útil del horno es alto.

La Fig. (1.9) muestra un horno de crisol automatizado de combustible líquido o gaseoso para la fusión y mantenimiento de aleaciones de metales ligeros.

Se comercializan de tres tipos de estos hornos (de 100, 137 y 175 kg de capacidad), para la fusión y mantenimiento de las aleaciones de aluminio. El horno tiene controles automáticos de temperatura y el régimen de calentamiento. (Quemadores automáticos). El horno se caracteriza por un bajo consumo de combustible, un alto coeficiente de trabajo útil calórico, presta un servicio muy funcional y seguro.

La Fig. (1.10 a y b), muestran la vista general y corte del horno para la fusión y mantenimiento de aleaciones de magnesio. Estos hornos se utilizan para fusiones rápidas y seguras para fundidos de magnesio en moldes de arenas, en coquillas y por presión. La particularidad de la construcción del horno facilita la refinación de la aleación. El presenta un sistema de doble sistema de seguridad: sobre el crisol (atmósfera protectora SO₂) y sobre la tapa de toda la instalación y también ventilación y extracción de los productos de combustión, SO₂ y los vapores de los fundentes. El horno permite con facilidad la preparación del caldo metálico, tiene controles automatizados de combustión y regulación de la temperatura. La capacidad del horno se elige según las necesidades.

Para la fusión de estaño, plomo y sus aleaciones se utilizan crisoles de campana de construcción adecuada a la forma de la cámara, el calentamiento, servicio y extracción. En la (Fig. 1.11) se muestra la vista general y un corte de un horno estacionario con campana de hierro de forma

particular, equipado con instrumentos de control automático y mando del régimen de temperatura y el proceso de combustión.

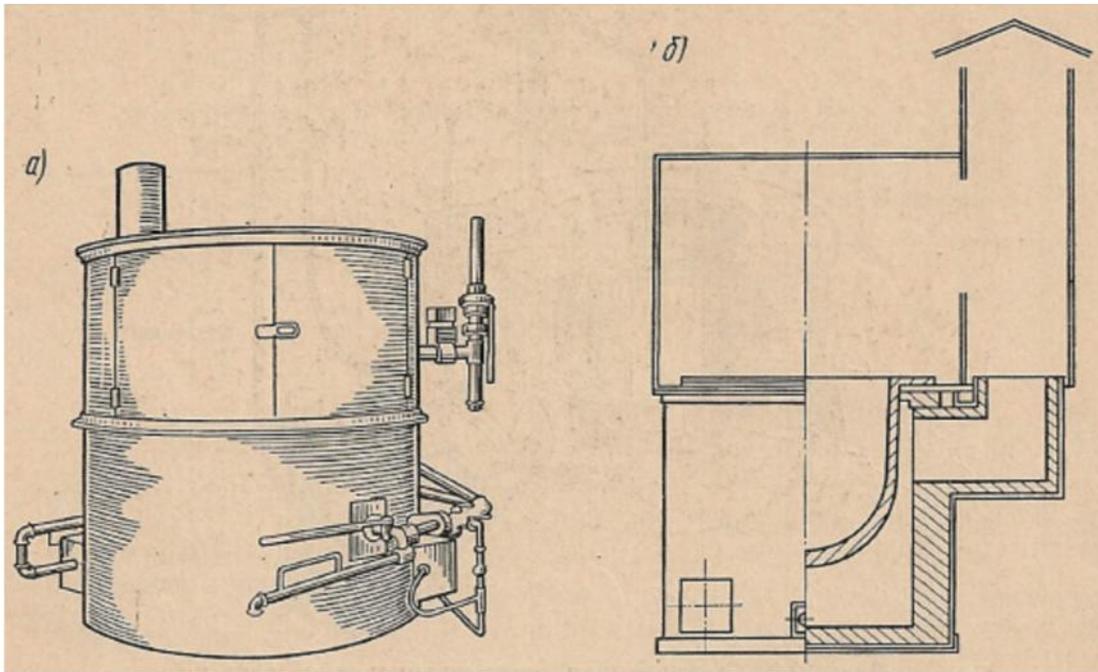


Fig. 1.11 Horno de crisol estacionario. /17/

La capacidad de las campanas es de 25kg hasta 10t. La (Fig. 1.12) muestra la vista general de un horno para la fusión de estaño, plomo y sus aleaciones, el horno es de vasculacion manual, hidráulica o neumática. Las campanas de hierro (crisoles) pueden tener forma de semiesfera o parabólicas, con una capacidad de 0,06 hasta 0,4 m³. El horno está equipado con quemadores especiales de túnel colocados tangencialmente a las paredes de la cámara del horno.

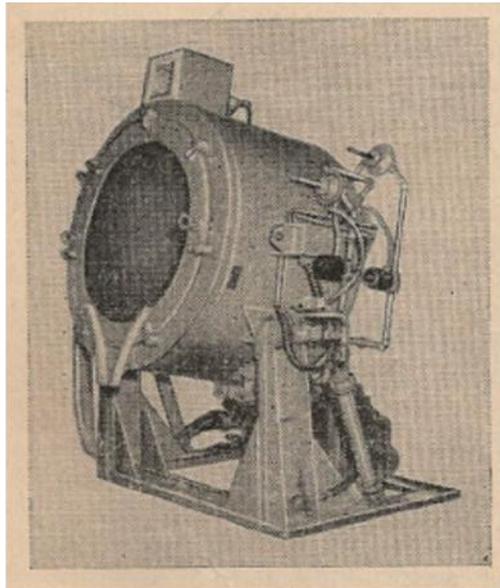


Fig. 1 .12 Horno de vasculacion /17/

La Fig. (1.13 a y b) representa un horno rotatorio para la fusión de virutas, polvos metálicos, escorias, residuos y retornos de las coladas de latones, bronces, cobre, zinc, estaño, aleaciones antifricción, etc. Se comercializan cuatro tipos de estos hornos:

Para la fusión del Zn (capacidad 100kg.), para la fusión de retornos de aleaciones antifricción (capacidad 100kg.), para la fusión de virutas y residuos de latones (capacidad 330kg.).

El principio operacional y las formas particulares satisfacen un rendimiento metálico máximo y pérdidas metálicas mínimas por fusión y derrame.

La posición de trabajo del cuerpo del horno y el crisol es con una inclinación de 50 ° de la vertical y con rotación continua. La rotación y la forma del crisol suministran una mezcla constante del caldo metálico con la carga sólida de la aleación. La tapa del horno y el quemador se mantienen estáticos.

El calentamiento del crisol y el revestimiento del horno son uniformes. Se humaniza el trabajo al no necesitarse del mezclado manual, brinda un servicio seguro y funcional. El coeficiente de trabajo útil del horno es grande. La distribución del caldo metálico se realiza con una cazuela ubicada en un móvil. Fig. (1.14).

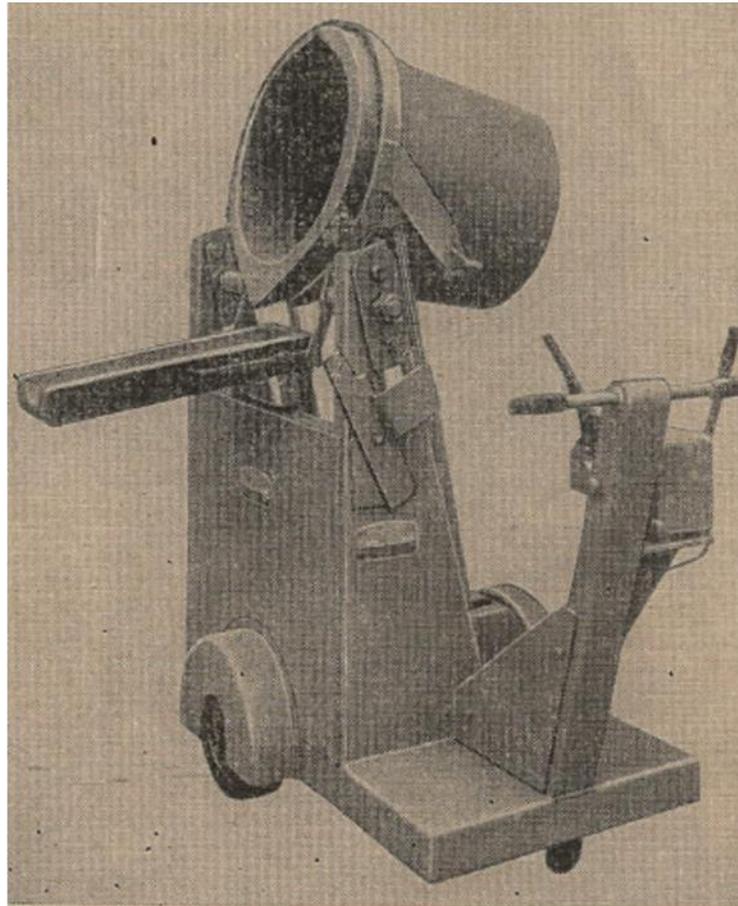


Fig. 1.14 Cazuela de vertido /17/

1.4.2 Hornos llamas de cámaras y tambores: /17/

Los hornos llamas estacionarios son muy funcionales para la fusión de gran capacidad de composición química uniforme. Es utilizada para la producción de fundidos de grandes dimensiones (hasta decenas de tonelada) para destinos de explotación determinados.

Los gastos de explotación de los hornos llamas estacionarios no son muy grandes y su equipamiento también es barato. Estos hornos se comercializan se comercializan de diferentes capacidades desde cientos de kg. hasta decenas de tonelada. (Fig. 1.15). Los más prácticos son de 5 –10 t. (Fig. 1 .16), y también los agregados de 0,5 hasta 2 t, han sustituido los hornos de crisol.

La gran diferencia de los hornos llamas es el contacto directo de la llama con el metal y los gases de combustión, pero nunca con el combustible.

Como ventajas de los hornos llamas estacionarios se deben mencionar:

- a) Posibilidad de obtener grandes cantidades de caldo metálico homogéneo de la misma calidad.
- b) La conducción de la colada permite con facilidad, controlar la composición química del metal líquido.
- c) Posibilidad de refinar eficientemente con fundentes gracias a la gran superficie del baño metálico.
- d) Posibilidad de utilizar cargas de grandes dimensiones.
- e) Las nuevas construcciones de los hornos además brindan la posibilidad de:
 - Un control más exacto del proceso de encendido, régimen de temperatura y su distribución en el espacio de trabajo del horno.
 - Aumento del trabajo calórico útil por la utilización del calor de los gases de combustión.

Entre las desventajas de los hornos llamas se tienen:

- a) Contacto directo del metal con la llama.
- b) Imposibilidad del control de la atmósfera del horno.
- c) Peligro de absorción de gases por el caldo metálico.

Los hornos de combustibles sólidos con tiro natural tienen un coeficiente de trabajo útil bajo (8 –10%), tienen una pequeña producción específica y necesitan de un servicio calificado.

Teniendo en cuenta la imposibilidad de regular la temperatura y la atmósfera de este tipo horno, para la obtención de fundidos que deben cumplir con exigencias técnicas específicas solo se utilizan hornos de llama gaseosa.

Según su construcción los fusores llama se dividen en:

Hornos estacionarios cerámicos con tiro natural o sople (de ventiladores), de combustible sólido o gaseoso con o sin recuperadores.

Enchapados (Chapas de acero) con revestimiento refractario estacionarios o basculantes, de combustible sólido, líquido o gaseoso, con o sin recuperadores.
 Enchapados (Chapas de acero) de tambor con revestimiento refractario, basculantes o rotatorios, con eje de rotación horizontal, vertical o inclinado.

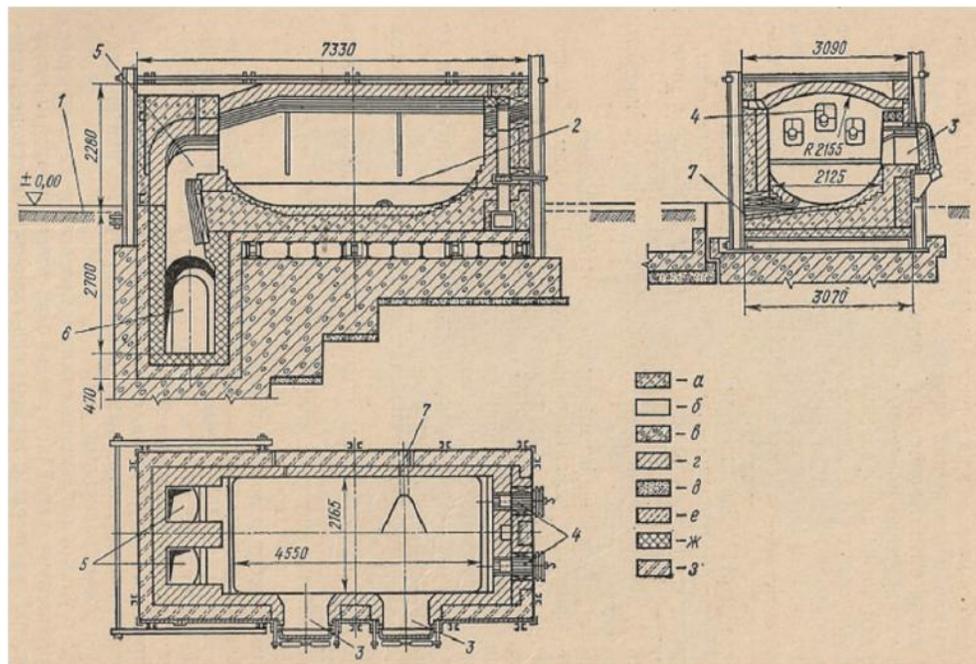


Fig.1.15 Horno llama. /17/

Intercambio calórico: En el espacio de trabajo de los hornos llamas el metal se calienta como resultado del intercambio de calor con los productos de la combustión durante su paso por el horno. Por esto tienen gran significado todos los tipos de transmisión de calor, pero el rol fundamental lo juega la refracción de la pared, la solera y bóveda y los gases calientes. La construcción de los hornos llamas se diferencian por su construcción, calentamiento desigual de la carga. Calentamiento desigual, durante el cual la llama actúa paralela al espejo del baño metálico (En este caso el calor se trasmite por radiación).

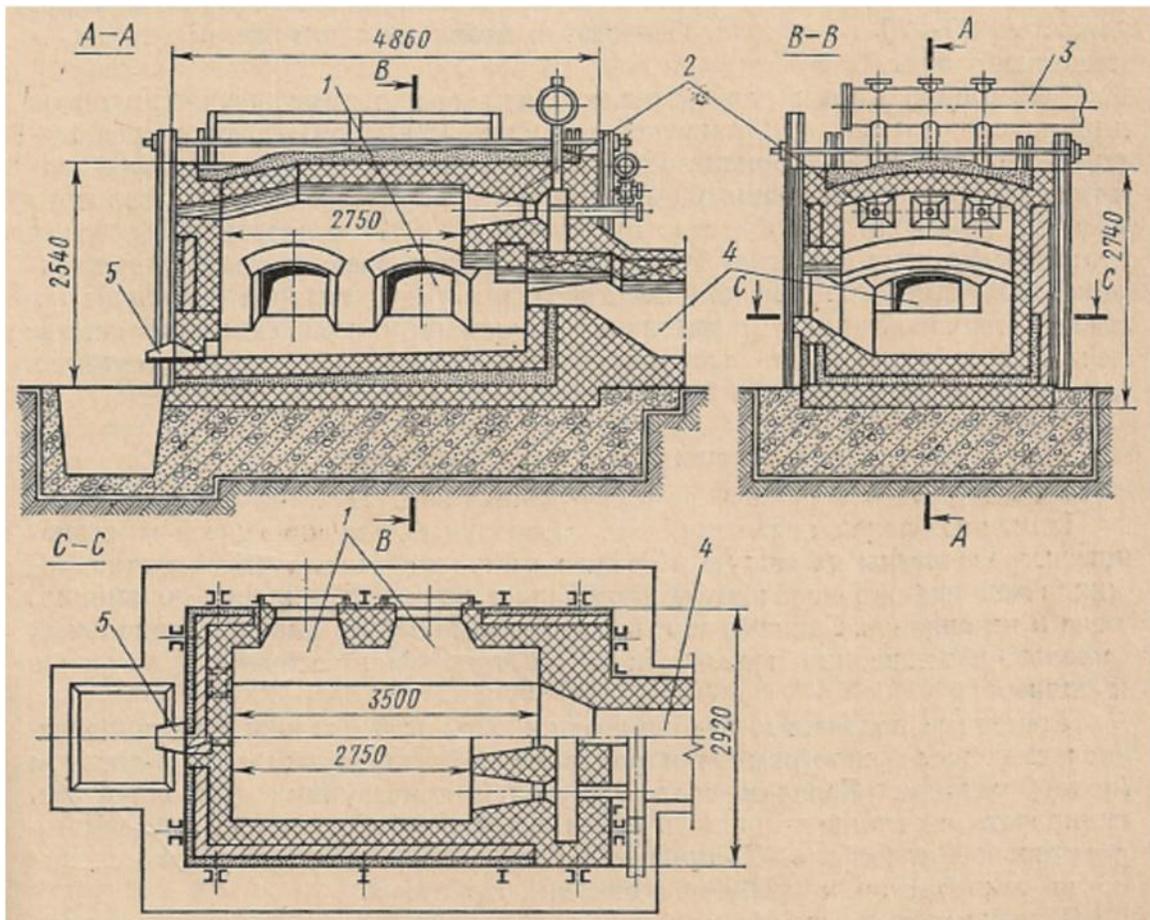


Fig. 1-16 Horno lama estacionario /17/

Calentamiento tangencial, cuando la llama esta dirigida a la pared del horno, con el movimiento del horno el metal se fricciona con las paredes calientes del horno calentándose, además la aleación se calienta por radiación.

Atmósfera: En los hornos llamas, sin tener en cuenta la pérdida por fusión, la condición óptima se da por la llama oxidante. Por lo cual en la atmósfera reductora hay que prestar atención a la introducción de gases en el baño metálico.

El Combustible y su encendido: En los hornos llamas estacionarios en calidad de combustible utilizamos carbón de piedra, el polvo de carbón, gas, petróleo o Mazut. En estos hornos el combustible sólido no actúa directamente con el metal fundido, el combustible se enciende en cámaras separadas. Los combustibles líquidos y gaseosos pueden ser encendidos en la cámara del quemador o en la

cámara de fusión. La construcción de del horno y los quemadores debe satisfacer la completa combustión del combustible. El consumo de combustible depende de la capacidad del horno. En los hornos llamas con una capacidad mayor de 25 toneladas, el consumo de combustible es de alrededor de 30% de la masa de la carga. En los Hornos con capacidad de 15-20 toneladas constituye alrededor del 35 al 40%, en los hornos menores aumenta al 50%.

Recuperación del calor: Los hornos cámaras de llamas se utilizan para la fusión de aleaciones con temperaturas inferiores a 1500°C. Las altas temperaturas de los gases de combustión (Alrededor de 1200°C) es la causa fundamental de la pérdida de calor, logrando un 60% del calor generado y menor coeficiente de trabajo útil constituyendo en las instalaciones viejas un 8%, en los hornos modernos este coeficiente logra 20% y más. La utilización del calor de los productos de combustión para el calentamiento del soplo permite elevar el coeficiente de trabajo útil de calor, aumenta la temperatura en la cámara de fusión del horno y da la posibilidad de utilizar combustibles gaseosos con menor coeficiente de calor.

1.4.3 Hornos llama móviles: /24/

Los hornos llamas móviles más difundidos son los basculantes, rotatorios y de balanceo, calculados para pequeña y mediana capacidad. Las nuevas construcciones de estos hornos en los últimos tiempos han alcanzado una amplia utilización para la fusión de las aleaciones de Al y Cu. Estos hornos se utilizan con éxito en la fusión, tratamiento y afino de los metales y aleaciones.

La capacidad de los hornos llamas móviles va desde centenares de kilogramos hasta varias toneladas y utilizan combustibles gaseosos, líquido y sólido. El diseño de los quemadores permite el encendido del combustible y conducir la colada en una atmósfera neutral o reductora. Además en estos hornos con facilidad se alcanzan altas temperaturas y el índice de recalentamiento necesario Como resultado de la rotación o balanceo del horno toda la masa del caldo metálico interactúa con el revestimiento del horno. El metal se calienta uniforme e intensivamente, el calor se trasmite por la radiación de la llama y por

convección de las paredes del horno, el caldo metálico se mezcla bien, las condiciones del revestimiento son más confiables. En comparación con los otros hornos la prolongación de la colada en los hornos móviles es menor, menor consumo de combustibles y las pérdidas del metal por fusión constituyen de 3 – 4% de la masa del metal. El coeficiente de trabajo útil calórico del horno lo constituye como regla del 20 al 40% y más.

Los Hornos llamas Basculantes están formado por una construcción de acero y revestimiento refractario cerámico. Estos hornos se utilizan en producciones de pequeñas series para la obtención de alta calidad. En comparación con los crisoles estos hornos tienen varias ventajas: menos consumo de combustible, un coeficiente de trabajo útil significativamente superior, fusión rápida, mayor facilidad para la limpieza del metal líquido, menor tiempo de explotación (revestimiento más barato), instalación más sencilla. La conducción de la colada en estos hornos es significativamente menor. El coeficiente de trabajo útil de estos hornos se encuentra en los límites de 20 – 40% y se puede lograr 60% (Por ejemplo, los hornos Sklenar, Revecon, Reda, Kozma).

A pesar del desarrollo alcanzado por los hornos de inducción eléctricos, los hornos llamas continuamente alcanzan un desarrollo progresivo. Fundamentalmente esta tendencia se debe al gran coeficiente de trabajo útil calórico logrados, disminución de las áreas de instalación, disminución del costo de la construcción civil, sencillez y fisionabilidad en la explotación y servicio.

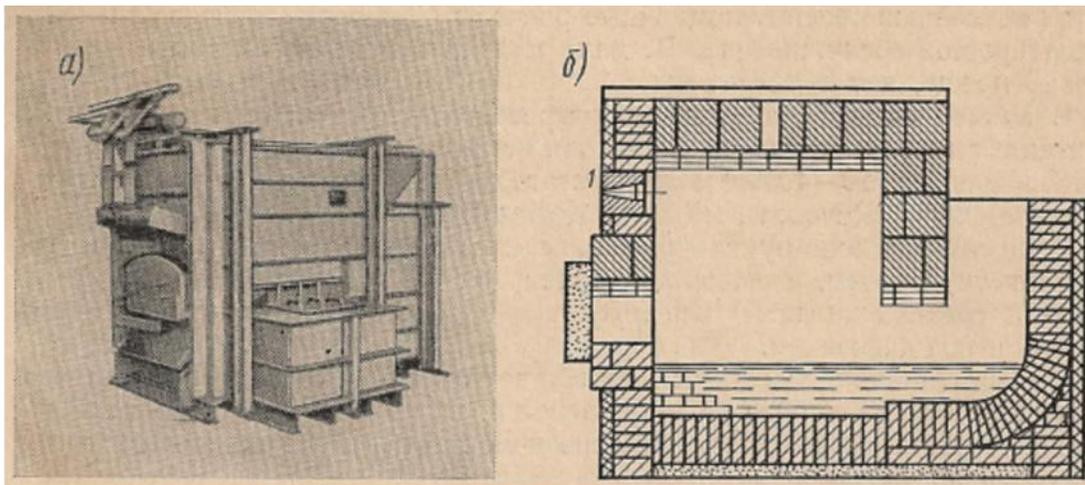


Fig. 1.17. Hornos Sklenar /17/

En los últimos tiempos la carga de los hornos se ha automatizado y el proceso de ignición y fusión es controlable.

Con tecnologías de punta se construyen grandes hornos para la fusión de metales no ferrosos, además de existir la tendencia de fabricar fusores basculantes y tambores con un alto coeficiente de trabajo útil calórico de combustibles líquidos y gaseosos de explotación práctica y funcional como se muestra en la Fig. (1.18).

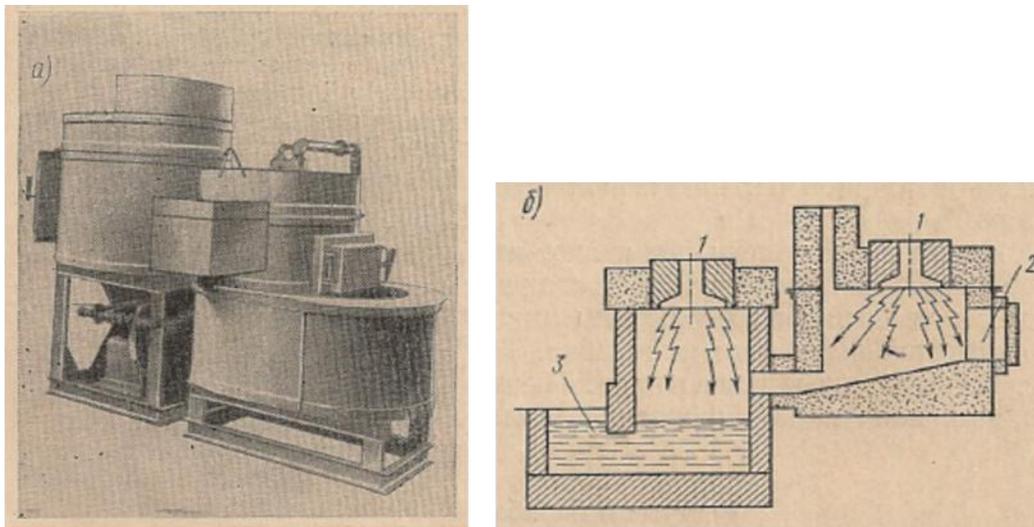


Fig. 1 .18 Horno con quemadores Radiant /17/

Para la fusión de cuproaleaciones aleaciones especiales se utilizan hornos llamas móviles de gran capacidad como el mostrado en la Fig. (1 .15).

En varias construcciones de estos fusores se prevé la instalación de un quemador Radiant, desde arriba dando una llama con un alto coeficiente calórico, el cual elimina el peligro de calentamiento parcial. Además la conducción de la colada y todo el proceso se controla automáticamente.

Una gran transmisión de calor tienen los fusores de punta de combustibles líquidos y gaseosos estacionarios y móviles construidos por la firma Steklar.

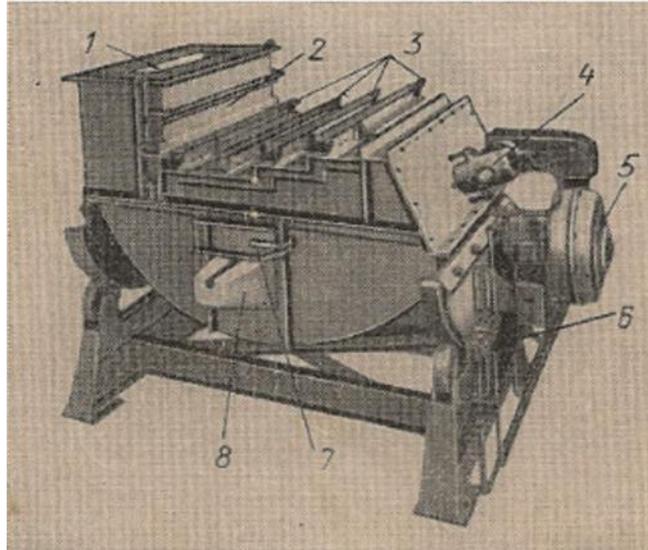


Fig. 1 .19. Horno vasculante de quemador directo

El coeficiente calórico de trabajo útil de estos fusores alcanza el 60%. Prestando gran atención a la conducción de la colada, forma, contorno y la proporción entre todos los componentes del revestimiento, el proceso reencendido y la construcción del quemador como se muestra en la Fig. (1.20).

El horno frío se calienta durante 30 minutos, luego de lo cual se carga la cámara de fusión del horno ya precalentada, esto permite un derretido rápido, ya que el metal al encontrarse arriba en la garganta de carga absorbe todo el calor chorreando el derretido a la solera del horno, donde se crea el baño metálico tomando la temperatura tecnológica de vertido.

Continua y paralelamente al vertido se realiza la carga de la chatarra la cual provoca un derretido continuo, permitiendo la fusión de un gran tonelaje de metal con la temperatura de vertido requerida.

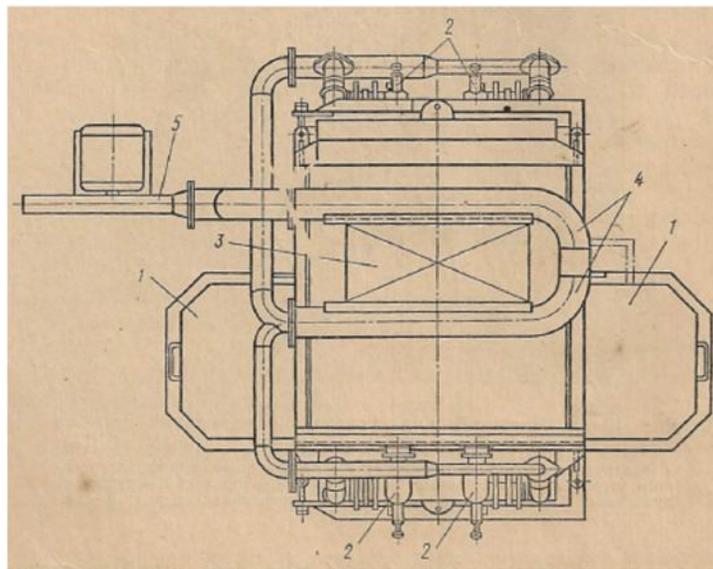


Fig. 1 .21Horno con baterías de quemadores /17/

Los quemadores permiten la relación constante del flujo de combustible y aire en cada etapa del proceso de derretido y va corrigiéndose automáticamente según las exigencias tecnológicas de la conducción de la fusión.

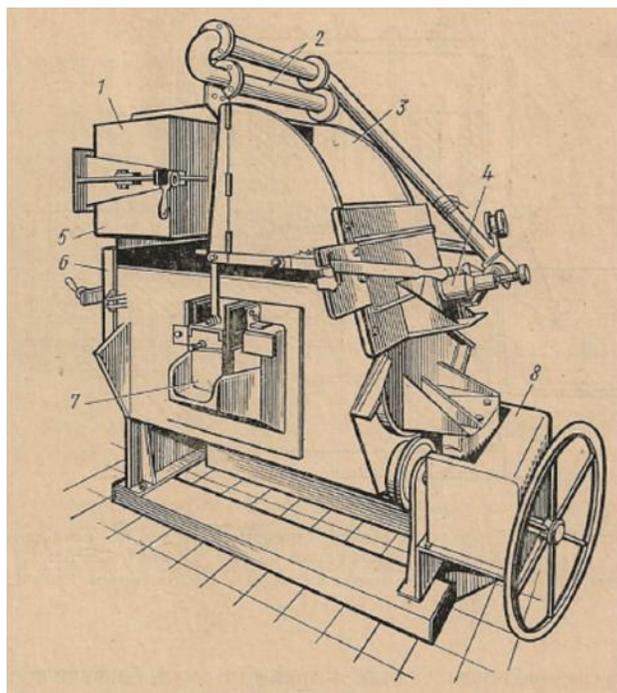


Fig. 1.22. Horno de vasculacion manual. /17/

Las inclinaciones de las paredes laterales de la cámara de carga del horno posibilitan el desplazamiento adecuado de la chatarra y la facilidad de reparación del revestimiento.

Los hornos estacionarios de construcción Sklenar de una, dos y tres cámaras se utilizan para la fundición en moldes metálicos y a presión y alcanzan una capacidad hasta 1200kg para aleaciones de Cu y 500kg para aleaciones de Al. En la Fig. (1.21) se muestra un corte de un horno de dos cámaras para la fusión de aleaciones de Al.

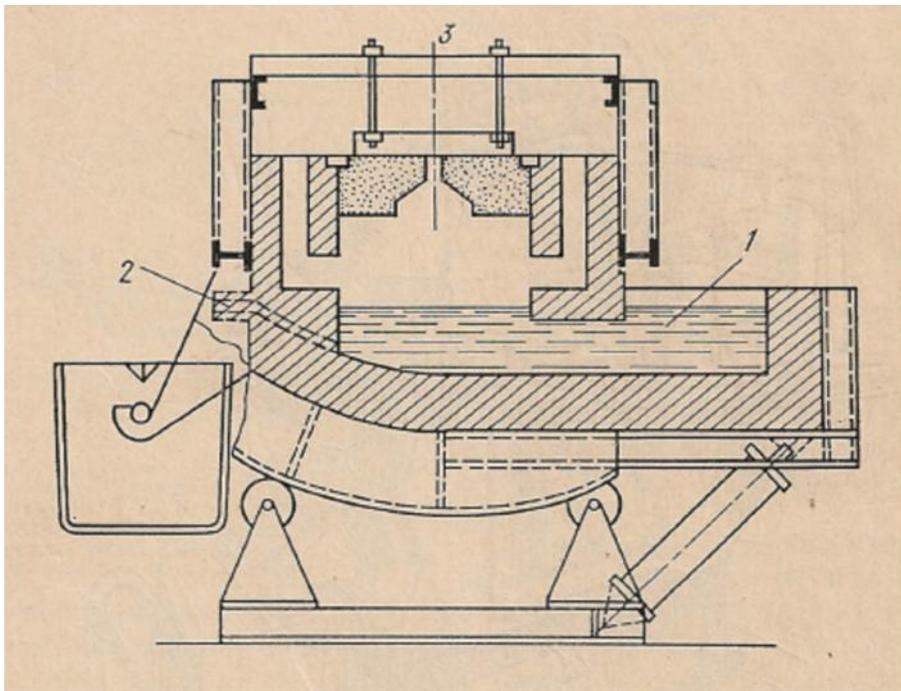


Fig. 1.23. Hornos Steklar. /17/

Los fusores de pequeña y mediana capacidad del modelo Revecon, tienen alguna similitud con los hornos Steklar, pero se diferencian en un mayor coeficiente calórico y mayor diapasión de dimensiones, con una capacidad de 10 a 1800kg y un tiempo de fusión de 8 – 30 min y para Cu de 25 – 5000kg con un tiempo de duración de la fusión de 20 – 40 min.

Estas instalaciones cuentan con recuperadores y equipos de control de la temperatura, combustión y calentamiento del horno.

La Fig. (1.24) muestra un horno tambor de dos cámaras para la fusión de artículo de grandes dimensiones. Estos hornos trabajan con combustible líquido y gaseoso. Y están contruidos para una capacidad de 250 a 900 kg/h.

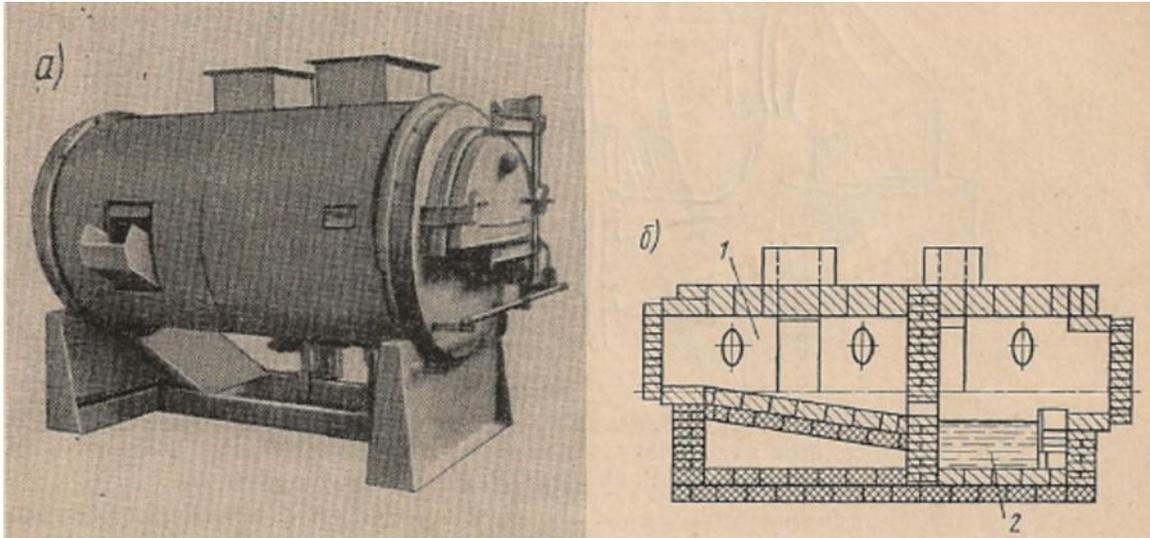


Fig. 1.24 Horno rotatorio /17/

La Fig. (1.25) muestra un horno tambor rotatorio de llama de gran capacidad. El mismo tiene un gran aprovechamiento del calor, los periodos de carga y fusión no son grandes, la ventana de carga es a su vez el hogar del quemador, tienen una capacidad hasta 20 toneladas y se utilizan para la fusión de aleaciones de Al y Cu.

Existen dos tipos de hornos tambores rotatorios contruidos por "Fulmina" para la fusión de todo tipo de chatarra de aleaciones de Al y Cu.

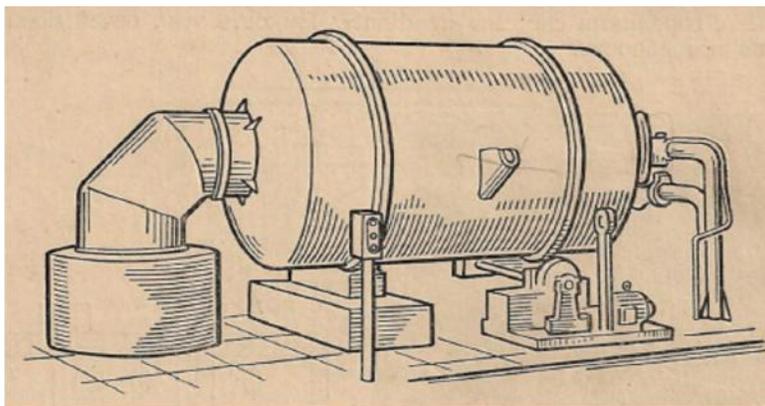


Fig. 1.25 Horno tambor rotatorio

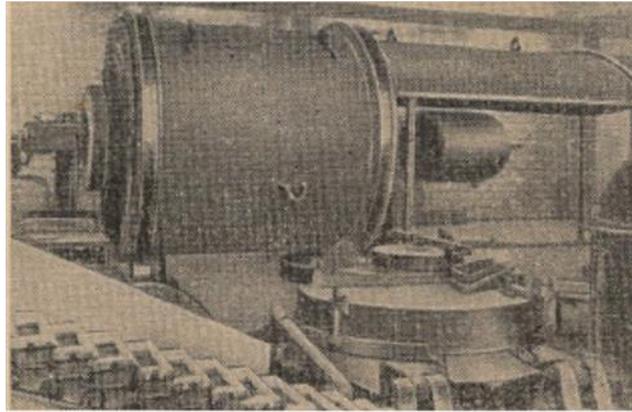


Fig. 1.26 Fusor tambor

- El primer tipo se utiliza para el tratamiento de retornos de cuproaleaciones. La relación del diámetro del horno con la longitud es de 1: 1,2 y una capacidad de 70 – 1400kg.
- El segundo tipo de estos hornos se utiliza para la fusión de aleaciones de Al. La relación del diámetro del horno con la longitud es de 1: 1,1 y una capacidad de 160 – 3000kg.

Un horno original de plano inclinado se muestra en la Fig. (1.27). La carga metálica se precalienta y el caldo metálico se mantiene hasta el vertido.

La conducción de la colada en estas instalaciones de fusión disminuye el consumo de portadores energéticos y la pérdida por fusión. En estos fusores la temperatura es homogénea en toda la cámara fusora del horno.

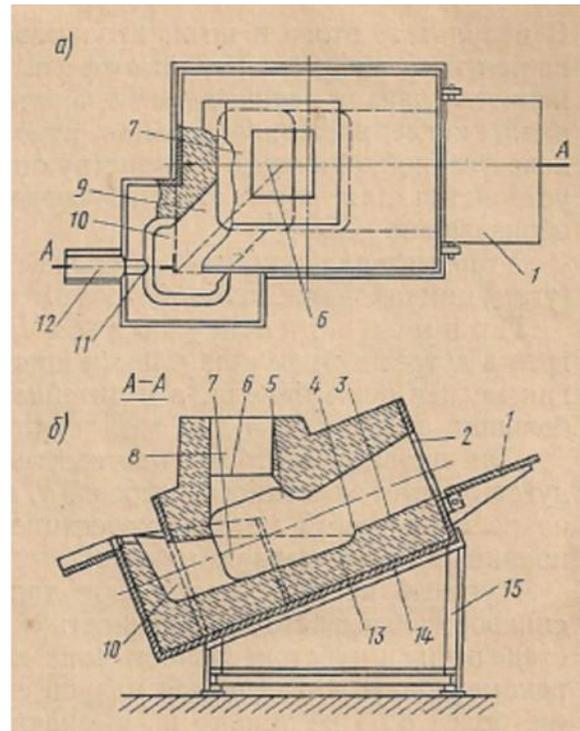


Fig. 1.27. Horno vasculante.

El sistema de inyección y pulverizado de los combustibles fósiles debe ser precalentado antes de inyectarse a la cámara de encendido del fusor, por eso estos sistemas están constituidos por el tanque de almacenamiento de fuel oil, cámara de precalentamiento y quemador. La cámara de precalentamiento generalmente es eléctrica y deben permanecer encendidas durante todo el periodo de fusión, generando un alto sobre consumo de energía eléctrica.

El combustible líquido para ser encendido debe ser pulverizado. Las dimensiones de las gotas del combustible que entran en contacto con el oxígeno del aire influyen decisivamente el proceso de la llama. Por eso la pulverización fina y homogénea del combustible líquido es un elemento importante en su preparación para el encendido. La pulverización del combustible líquido se produce con la ayuda del quemador. La termotecnia metalúrgica del quemador se divide en vapor gaseoso de alta presión y soplo de baja presión.

El proceso de pulverizado del combustible líquido en el quemador es muy complejo. En sus inicios el obtiene una pérdida en el pulverizado sobre la

viscosidad del líquido. Como resultado de la pérdida de combustible surge un movimiento acelerado, la fricción entre las capas sueltas elementales del líquido se rompen y se crea vibraciones, que fomentan la aparición de masiva de poros y sopladuras. El pulverizador fragmenta el combustible y forman las fracciones y el espacio de inter-fracciones, y cae en la viscosidad del líquido. Por eso la pérdida de cualquier combustible no tiene un carácter de rígido. Paralelamente con la interacción masiva de las fracciones, actúa el proceso contrario de autoeliminación de las fracciones y la formación de la gota de combustible.

En los quemadores de baja intensidad la pulverización del Mazut se realiza con ventiladores de aire en la cantidad necesaria para un encendido completo (13 – 14kg). La presión resultante no supera 5–6 kN/m². Los dos tipos de quemadores más difundidos se muestran en la Fig. (1.28 y 1.29).

El quemador mostrado en la Fig. (1.28) es muy sencillo por su construcción y de explotación segura. La principal desventaja lo constituye que al disminuir el consumo de combustible y aire, la velocidad de inyección del aire disminuye, por lo cual la calidad del pulverizado se empeora. La regulación de la inyección del combustible y el aire se realiza con la ayuda de ventiladores y sopladores, a través de los conductores de Mazut y aire, lo cual pierde una cierta cantidad de presión en el empuje. El quemador trabaja normal a plena productividad.

El quemador construido por Stalproekt. Mostrado en la Fig.(1.29), es satisfactorio diferenciándose del mostrado en la Fig. (1.28), por poseer un nudo especial de regulación de la emisión del aire con la disminución del consumo de Mazut, contribuyendo a que la velocidad de pulverizado se mantenga estable.

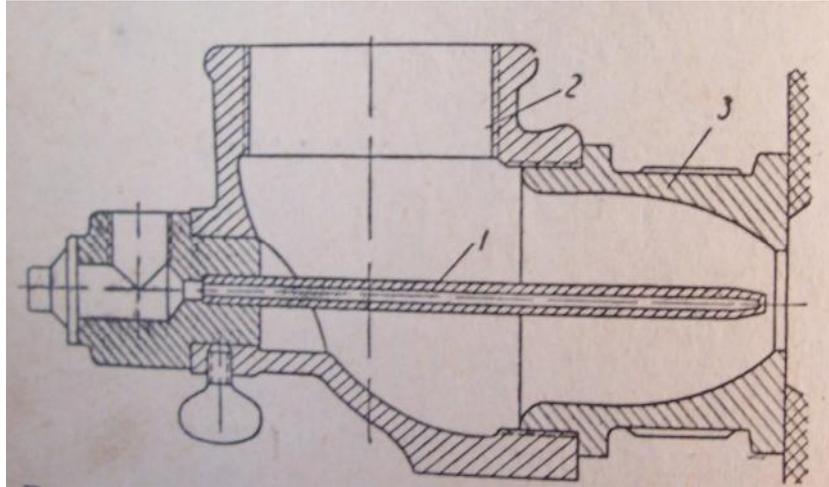


Fig. 1.28. Quemador de baja intensidad. /20/

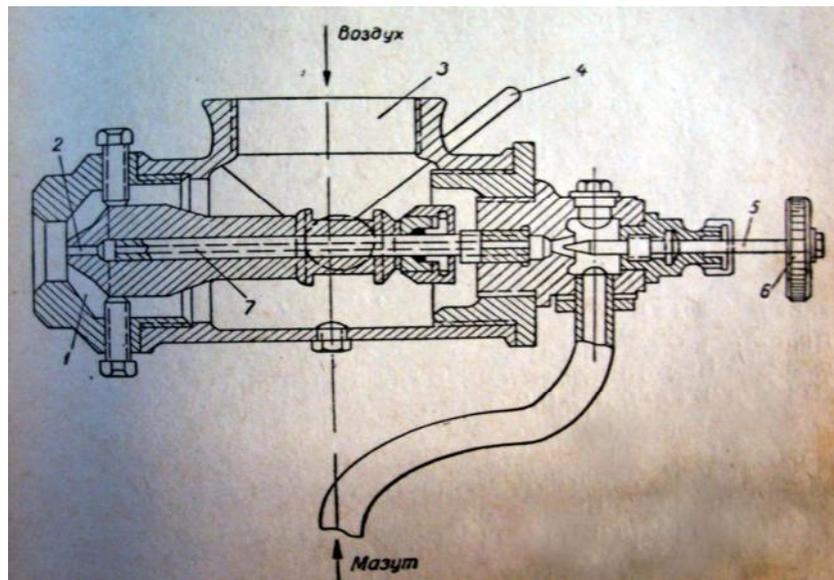


Fig. 1.29. Quemador de baja intensidad construcción Stalproekta. /20/

El quemador está compuesto por el cuerpo (3), el soplo (3) y la cavidad de aire (1). El Mazut entra en el tubo regulándose su consumo con la aguja (5) con la ayuda de la llave (6). La diferencia fundamental del quemador de construcción Stalproekt de los quemadores de otros tipos radica en la instalación móvil del soplo de Mazut (2), mezclada en el paso (4) del tubo (7), se puede variar la sección del conductor de aire, y por consiguiente el soplo del aire sin pérdida de presión.

Para la concesión del sistema de pulverización por gasificación, se selecciona un quemador de baja presión, para cuyo cálculo tendremos en cuenta el cálculo de los diámetros de los conductores del combustible y el aire y el cálculo de las secciones de salida del quemador para el combustible y el aire a consumo y presión determinada.

CONCLUSIONES.

El marco teórico analizado a través de análisis bibliográfico, consultas con expertos de La Empresa de Fundiciones Acero-Hierro de Holguín, nos da argumentos para concluir que el sistema de pulverizado de los combustibles fósiles empleados en la fusión de metales no ferrosos no son competitivos bajo as condiciones especificas de la industria metalúrgica cubana.

**CAPÍTULO II. METODOLOGÍA PARA EL
AHORRO DE PORTADORES
ENERGÉTICOS EN LOS PROCESOS DE
FUSIÓN DE METALES NO FERROSOS.**

2 METODOLOGÍA PARA EL AHORRO DE PORTADORES ENERGÉTICOS EN LOS PROCESOS DE FUSIÓN DE METALES NO FERROSOS

2.1 Introducción

En el presente capítulo se expone los aspectos fundamentales de las acciones realizadas y la metodología para el ahorro de portadores energéticos durante la fusión de metales no ferrosos y la valoración Socioeconómica de los resultados.

2.2. FUSOR ALTERNATIVO PARA DERRETIDO Y AFINO DE LOS METALES NO FERROSOS.

La propia naturaleza de los procesos de manufactura de artículos fundidos de cuproaleaciones genera alto consumo de portadores energéticos Este capítulo versa sobre la novedad de un fusor multipropósito capaz de gasificar el fuel oil logrando disminuir de portadores energéticos durante la fusión de metales no ferrosos.

Se valoraron los antecedentes tecnológicos de los agregados de fusión utilizados para la fusión de aleaciones no ferrosas en crisoles de níquel, cromo-níquel, nirresist, grafito, carburo de silicio, que utilizan en calidad de combustible el fuel-oil en los últimos 55 años, es decir, desde los momentos del auge impetuoso del desarrollo de la fundición y la metalurgia en general. Durante y después del desarrollo de la Segunda Guerra Mundial se ha mantenido la misma estructura del sistema de pulverización e inyección del Mazut o fuel-oil, es decir, constituido por cámara de precalentamiento del fuel-oil quemador e inyección con aire a presión, debido al desarrollo de las exigencias tecnológicas actuales y la competitividad no son eficiente estos fusores. Por eso hemos creado un nuevo sistema de pulverización e inyección del combustible óptimo y eficiente que rompe con la estructura tradicional pues está constituido por:

- 1 Cámara de precalentamiento parcial del fuel-oil
- 2 Cámara de autocalentamiento del fuel-oil
- 3 Cámara de autocalentamiento del aire
- 4 Quemador.

Lo cual permite semi-gasificar el fuel-oil, creando una llama medio oxidante necesaria para la difusión del hidrógeno y el oxígeno en el baño metálico, un aprovechamiento óptimo del trabajo térmico útil realizándose un derretido rápido, tratamiento del caldo metálico con un procedimiento barato y poco nocivo para el entorno y lograr un fusor competente en cuanto a eficiencia de fusión como lo exigen los momentos actuales.

Para la concesión de un entorno tecnológico capaz de ahorrar portadores energéticos durante la fusión de metales no ferrosos, construimos un horno multipropósito Gasificador de fuel oil.

Analizamos como antecedentes los actuales agregados de fusión de aleaciones no ferrosas instalados en el mundo y el país, que usan como combustibles el fuel oil llegamos a la conclusión que no son competitivos en las condiciones de exigencias tecnológicas actuales por: /45/

- Sus perjuicios nocivos sobre los recursos humanos y el entorno.
- El consumo de portadores energéticos.
- Pérdidas de tiempo al tener que esperar que las cámaras de precalentamiento del fuel-oil lleguen a las temperaturas de inyección
- Pérdida de metal por la prolongación de la colada.
- Los quemadores no combústionan bien cuando el Mazut presenta elevados por cientos de azufre y sustancias no combustibles que provocan una llama oxidante desventajosa para la efectividad de la colada.

Se decidió diseñar un sistema de inyección del fuel-oil que eliminara todas estas desventajas, para lo cual se construyó un gasificador compuesto por: /45/

- Dos cámaras de autocalentamiento
 - Una para el aire
 - Otra para el fuel-oil.
- Quemador

Para la construcción de este gasificador se tuvo en consideración el cálculo de la combustión del fuel-oil, para lo cual incorporamos a la Tabla (2.1) todos los elementos que componentes del fuel oil.

Tabla 2.1 Composición del fuel oil.

Cr	Hr	Or	Nr	Sr	Wp	Ac
87.4	11.2	0.3	0.6	0.5	2.0	0.1

Cálculo del contenido de sustancias no combustibles por la fórmula (1) /46/

$$A^p = A^c \frac{100 - W^p}{100} = 0.1 \cdot \frac{100 - 2}{100} = 0.098\% \quad (1)$$

El coeficiente de combustión lo determinamos según expresión (2). /46/

$$k = \frac{100 - (W^p + A^p)}{100} = \frac{100 - (2 + 0.098)}{100} = 0.979 \quad (2)$$

El contenido de los componentes en la masa útil lo calculamos por la fórmula (3)

$$C^p = kC^r = 0.979 \cdot 87.4 = 85.53\% \quad (3)$$

Incorporando los resultados en la Tabla (2.2).

Tabla 2.2 Composición de la masa útil del fuel oil. /46/

CP	HP	NP	SP	WP	AP	Total
85.53	0.29	0.59	0.49	2.0	0.1	100.0

El calor de ignición del fuel oil se calcula según la formula (4)

$$Q_H^p = 0.339 \cdot 85.53 + 1.03 \cdot 11 - 0.109(0.29 - 0.49) - 0.25 \cdot 2 = 40.4 \text{ J/kg} \quad (4)$$

Entonces el contenido del aire teórico responderá a la expresión matemática (5).

Cantidad de aire teórica:

$$\begin{aligned} L_0 &= [0.0889(C^p + 0.375 S^p) + 0.265H^p - 0.0333 O^p] \times (1 + 0.00124d_B) = \\ &= [0.0889(85.53 + 0.375 \cdot 0.49) + 0.265 \cdot 11 - 0.0333 \cdot 0.29] [1 + 0.00124 \cdot 10] = \\ &9.66 \text{ m}^3 / \text{kg} \end{aligned} \quad (5)$$

Y la cantidad real de aire con $n=1.15$ se determina como (6)

$$L_d = 1.15 \cdot 9.66 = 11.11 \text{ m}^3 / \text{kg} \quad (6)$$

Luego se calcula la cantidad de productos combustibles con (7)

$$V_{CO_2} = 0.0187 C^P = 0.0187 \cdot 85.53 = 1.6 \quad (7)$$

$$V_{H_2O} = 0.112 H^P + 0.0124W^P + 0.00124L_d d_B = 0.112 \cdot 11 + 0.0124 \cdot 2 + 0.00124 \cdot 11.11 \cdot 10 = 1.39$$

$$V_{SO_2} = 0.007 S^P = 0.007 \cdot 0.49 = 0.003$$

$$V_{N_2} = 0.008 N^P + 0.79 L_d = 0.008 \cdot 0.59 + 0.79 \cdot 11.11 = 8.77$$

Se suma la cantidad total de productos combustibles según (8)

$$V_D = 1.6 + 1.39 + 0.003 + 0.304 + 8.77 = 12.07 \quad m^3 / kg \quad (8)$$

Con (9) calculamos la composición de los productos de combustión/46/

$$C_{CO_2} = \frac{V_{CO_2}}{V_D} \cdot 100 = \frac{1.6}{12.07} \cdot 100 = 13.26\% \quad (9)$$

Y se incorporan los resultados en la tabla (2.3).

Tabla 2.3 Composición de los productos combustibles del fuel oil.

CO ₂	H ₂ O	SO ₂	O ₂	N ₂	Total
13.26	11.52	0.02	2.52	72.68	100.0

La densidad de los productos combustibles se determina matemáticamente por la expresión (10).

$$\rho_{pc} = \frac{44CO_2 + 18H_2O + 28N_2 + 32O_2 + 64SO_2}{22.4} = 1.30 \quad kg / m^3 \quad (10)$$

Donde concluye que se debe calentar toda la masa a temperaturas superiores a 900°C y pulverizarlo con un soplo de 11,11 m³/ kg.

Se realiza el cálculo de un quemador con una productividad de pulverizado de Mazut $G_1 = 0,00555 kg / s.$ Presión del soplo de aire anterior al quemador $h_{CT} = 4,9 kN / m^2$. Temperatura del aire $t = 27^0 C$. Consumo de aire para la combustión completa del Mazut 15,3 kg/kg. Presión en la cámara de combustión del fusor $P_{okp} = 99,2 kN / m^2$.

Si la reserva de presión en la perdida en el conducto de aire se toma aproximada al 10 %, entonces para el pulverizado será necesario.

$$h_{CT} = 0,9 \cdot 4,9 = 4,41 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$P_o = 99,2 + 4,41 = 103,61 \text{ kN} / \text{m}^2$$

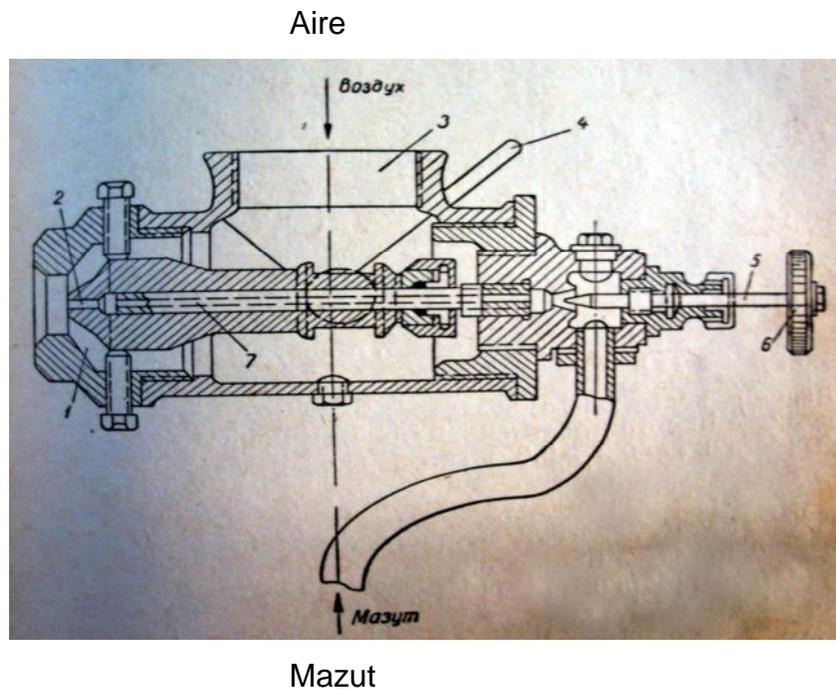
La presión inicial de aire se puede despreciar. La velocidad del aire se calcula según la fórmula. La constante gaseosa para el aire.

$R = 288 \text{ N} \cdot \text{m} / \text{kg}^\circ \text{C}$; $t = 273 + 27 = 300^\circ \text{C}$. Entonces.

$$W_2 = \sqrt{2 \cdot 288 \cdot 300 \left(1 - \frac{99,2}{103,61} \right)} = 86,3 \text{ m} / \text{s}. \quad /46/ \quad (11)$$

La densidad del aire inyectado inicial $P_o = 103,61 \text{ kg} / \text{m}^2$

$$\rho_2 = \frac{P_o}{R t_o} = \frac{103,61 \cdot 10^3}{288 \cdot 300} = 1,20 \text{ kg} / \text{m}^3 \quad (12)$$



Encontramos la sección del soplo de aire. Consumo de aire:

$$G_2 = 15,3 \cdot 0,00555 = 0,085 \text{ kg} / \text{s};$$

$$F_2 = \frac{G_2}{W_2 \rho_2} = \frac{0,085}{86,3 \cdot 1,20} = 0,82 \cdot 10^{-3} = 820 \text{ mm}^2 \quad (13)$$

Para el cálculo del diámetro de la boquilla tomamos una velocidad de inyección y una densidad del Mazut igual a:

$$F_1 = \frac{G_1}{\rho_1 W_1} = \frac{0,00555}{900 \cdot 1} = 6,15 \text{ mm}^2 \quad (14)$$

El diámetro interior de la boquilla será:

$$d_1 = \sqrt{\frac{6,15}{0,785}} = 2,8 \text{ mm} \quad (15)$$

Para eliminar la posibilidad de un flujo deficiente aumentamos el orificio en 3 mm. Con un espesor del tubo de 5mm y una sección de 20 mm².

El diámetro del quemador:

$$d_2 = \sqrt{\frac{820 + 20}{0,785}} = 32,6 \text{ mm} \quad (16)$$

Se toma $d_2 = 33 \text{ mm}$.

La velocidad de inyección de la mezcla pulverizada con el aire se calcula por la fórmula:

$$W_{CM} = \frac{1 + 15,3 \cdot 86,3}{1 + 15,3} = 81 \text{ m/s} \quad (17)$$

El diámetro medio de la gota de Mazut pulverizado se calcula según la fórmula (para $Eu = 0$)

$$d = \frac{380}{(86,3 - 1)^2 \cdot 120} \cdot \frac{1 + 15,3}{15,3} = 0,0462 \text{ mm} = 46,2 \mu\text{m} \quad (18)$$

El diámetro del conducto de aire se calcula con la velocidad $W_B = 10 \div 15 \text{ m/s}$. El diámetro del conducto de Mazut se determina $W_T = 0,2 \div 0,8 \text{ m/s}$

Estos datos permiten concebir según los planos anexos 1 y 2, la estructura del horno gasificador que se muestra en las figuras (2.1), (2.2), (2.3) Las cámaras tienen la forma de anillos de chapas de 6 mm de espesor con un diámetro interior de 884mm acopladas a la parte interior de la concha con un diámetro de 984mm ubicadas una en la parte superior interior de la concha del fusor para el calentamiento del aire y la otra 5mm por debajo del eje de vasculación del horno para el calentamiento del fuel-oil, ambas se encuentran empotradas en el refractario por lo que a medida que se calienta el revestimiento aumenta la

eficiencia del gasificador por que se multiplica los efectos de conducción, convección y radiación térmica en la cámara de fusión, lo que provoca periodos de derretido más cortos incrementándose el número de coladas, además tiene una toma de aire caliente para soplar el caldo con una lanza llevando al espejo del metal todas las inclusiones no metálicas y gases que se encuentren en suspensión en el caldo metálico, con este tratamiento se disminuyen las pérdidas por fusión.

1. Cámara de autocalentamiento para el aire
2. Cámara de autocalentamiento para el fuel-oil.
3. Quemador

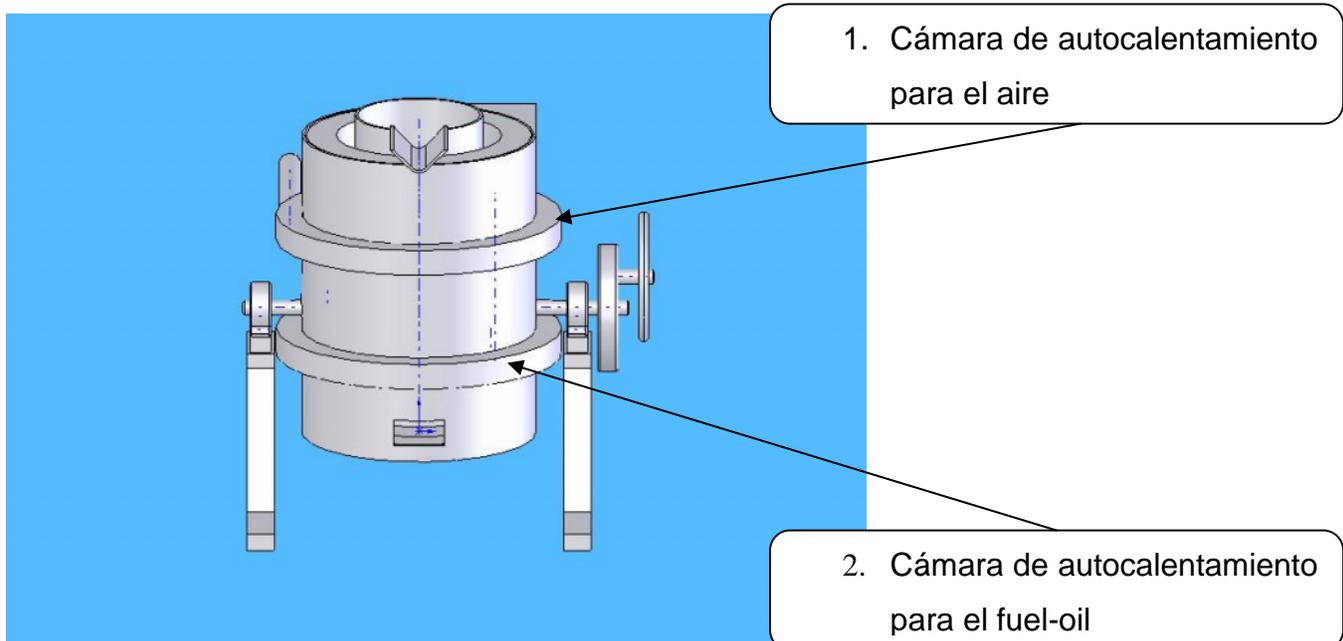


Fig. 2.1. Vista frontal del horno multipropósito/48/

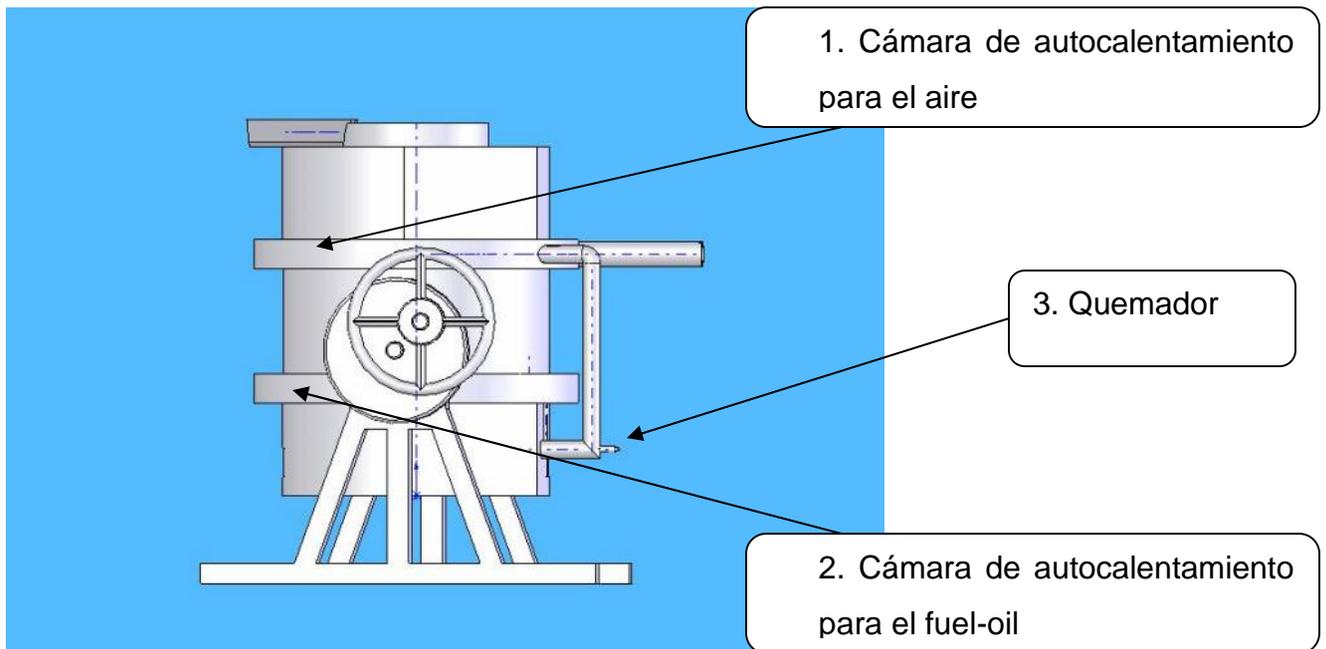


Fig. 2.2 .Vista lateral del horno multipropósito/48/

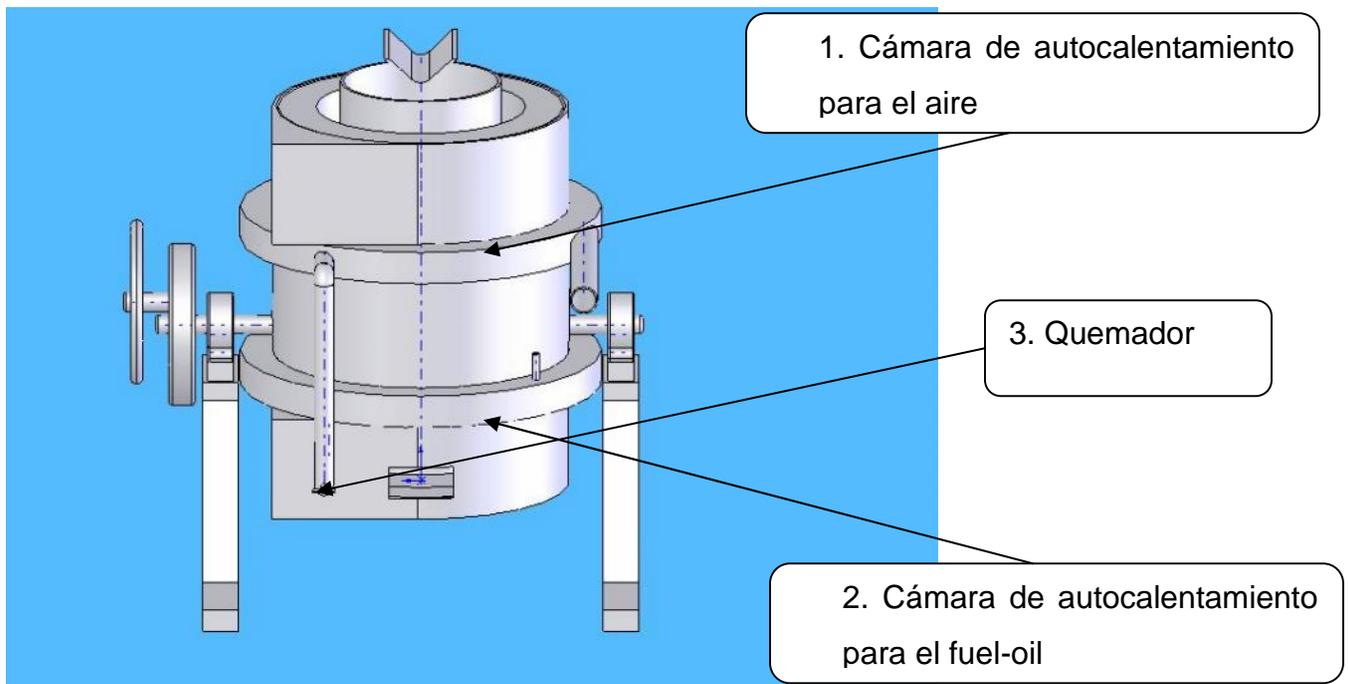


Fig. 2.3. Vista posterior del horno multipropósito/48/

2.3. Para la explotación del horno multipropósito concebido establecemos la siguiente instrucción tecnológica de fusión y vertido del bronce. /47/

	INSTRUCCIÓN	Código: IT 4.5.1-17 Revisión: 00 Fecha: 14/04/2009 Página: 1 de 6
	FUSIÓN Y VERTIDO DEL BRONCE	

INDICE

- 1.0 Objetivo.
- 2.0 Alcance.
- 3.0 Definiciones.
- 4.0 Responsabilidades.
- 5.0 Referencias.
- 6.0 Desarrollo.
- 6.1 Materiales y Equipos a utilizar.
- 6.2 Preparación para Comenzar la Actividad.
- 6.3 Secuencia Ordenada de las Operaciones a Realizar.
- 6.4 Frecuencia de Ejecución.
- 7.0 Registros

Anexos

- I. Modelo "Control de colada".

Elaborado por: Ahmad Bashir Khan. Diplomante.	Revisado por: Msc Rigoberto Pastor Sánchez Figueredo. Tutor.	Aprobado por: Manuel Duanys Garzón. Oponente.
--------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------

	INSTRUCCIÓN	Código: IT 4.5.1-17 Revisión: 00 Fecha: 14/04/2009 Página: 2 de 6
	FUSIÓN Y VERTIDO DEL BRONCE	

1. OBJETIVO.

Establecer la metodología para la fusión del bronce.

2. ALCANCE.

3. DEFINICIONES.

No se aplica.

4. RESPONSABILIDADES.

4.1 El Jefe de brigada es el responsable de hacer cumplir esta instrucción.

4.2 El fundidor tiene la responsabilidad de cumplir estrictamente con lo descrito en esta instrucción.

4.3 El controlador de la calidad tiene la responsabilidad de velar por que se cumpla lo descrito en esta instrucción.

5. REFERENCIA.

No se aplica.

6. DESARROLLO.

6.1 Materiales, instrumentos y equipos a utilizar.

6.1.1 Escorador de grafito.

6.1.2 Horno con crisol de grafito.

6.1.3 Pirómetro óptico.

6.1.4 Pala.

6.1.5 Barreta.

6.1.6 Cubos de vertido (revestidos en su interior con materiales refractarios).

Nota: Los utensilios de trabajo que entran en contacto con el metal deben ser de ladrillo, chamota o grafito.

	INSTRUCCIÓN	Código: IT 4.5.1-17 Revisión: 00 Fecha: 14/04/2009 Página: 3 de 6
	FUSIÓN Y VERTIDO DEL BRONCE	

6.2 Preparación para comenzar la actividad.

6.2.1 La carga debe estar seca y libre de grasa, aceite u otro material combustible, elementos refractarios u otros metales. Sus dimensiones dependen del diámetro del crisol según se muestra en la tabla siguiente:

Diámetro del crisol	Dimensiones de la carga
200	De 10 a 100 mm
300	De 10 a 150 mm
400	De 10 a 200 mm
500	De 10 a 250 mm
600	De 10 a 300 mm

6.6.2 Verificar que el crisol esté sano, seco y limpio, que exista el combustible necesario para una fundición completa y que estén listos los utensilios de trabajo.

6.3 Secuencia de las operaciones a realizar.

6.3.1 Colocar el crisol en el horno de forma tal que sus paredes queden equidistantes a las del horno.

6.3.2 Inmovilizar el crisol calzándolo con ladrillos de chamota.

6.3.3 Encender el horno y cuando se alcance la temperatura de 400-450 °C se adicionan fragmentos de crisol de crisol de grafito, ladrillo de chamota molido, coque o antracita con una dimensión de 5 a 30 mm

- en su mayor dimensión en una relación de 1 a 0.01 (kg. de metal – kg. de pedazos de grafito).
- 6.3.4 Calentar el horno- crisol durante 10-15 min.
 - 6.3.5 La carga metálica compuesta por: chatarra de bronce y 10% de cobre de la carga total se carga completamente.
 - 6.3.6 Después del proceso de derretido, se alcanza la temperatura tecnológica y se realiza la desoxidación y aleación del baño metálico añadiendo el peso de cuprofosforo según indicación tecnológica.
 - 6.3.7 Temperatura de vertido 1000 °C +/- 20 °C
 - 6.3.8 El cubo de vertido tiene que estar limpio, seco y con una temperatura de 400 a 500 °C.
 - 6.3.9 Se vierte el metal en los moldes.

	INSTRUCCIÓN	Código: IT 4.5.1-17 Revisión: 00 Fecha: 14/04/2009 Página: 4 de 6
	FUSIÓN Y VERTIDO DEL BRONCE	

6.4 Frecuencia de ejecución.

La presente actividad tiene una frecuencia que está en dependencia de la planificación y programación de la producción.

7. REGISTROS.

Los registros se controlan según lo establecido en el PG 1.2.4-04 “Control de los Registros”.

7.1 R 4.5.1-xx “Control de colada”.

	INSTRUCCIÓN	Código: IT 4.5.1-17 Revisión: 00 Fecha: 14/04/2009 Página: 6 de 6
	FUSIÓN Y VERTIDO DEL BRONCE	

Estado de revisión

Página	Revisión	Fecha

Elaborado por: Ahmad Bashir Khan

Firma:

Revisado por: MSc. Rigoberto Pastor Sánchez Figueredo

Firma:

Aprobado por: Ing. Manuel Duanys Garsón

Firma

	INSTRUCCION	Código: IT 4.5.1-17 Revisión: 00 Fecha: 14/04/2009 Página: de 5 de 6
	FUSIÓN Y VERTIDO DEL BRONCE	

2.4. Discusión de resultados y valoración socio económica.

El horno multipropósito desarrollado ha permitido llegar a índices de eficiencia competitivos en la fusión de metales no ferrosos.

Esto permitirá el ahorro de forma real de los portadores energéticos.

Tomando como base comparativa el comportamiento del Rendimiento Tecnológico General (Rtg) con la utilización de los fusores tradicionales y los resultados obtenidos utilizando horno multipropósito, nos permite hacer medibles la eficacia y la eficiencia por separado de los factores que determinan el costo de la producción, la productividad y competitividad del fundido de metales no ferrosos como son el Rendimiento Metálico (Rm), Índice de Rechazo (Ir) y la Pérdida Metálica (Pm) y el ahorro de portadores energéticos los cuales se incorporan a la tabla (2.4).

Tabla 2.4 Comparación del comportamiento de los Índices Tecnológicos. /47/

	Parámetros	Tipo de Fusor		Eficiencia	
		Tradicional	Multipropósito	unidades	(%)
1	Consumo de fuel oil (t)	0.196	0.1078	0.0882	45
2	Consumo de energía eléctrica (kW /h).	4800	720	4080	85
3	Rendimiento Metálico (%)	85	85	-	-
4	Índice de Rechazo (%)	0	0	-	-
5	Pérdida Metálica (%)	85	85	-	-
6	Rendimiento Tecnológico General I (%)	85	85	-	-
7	Productividad (kg /°C.)	850	850	-	-
8	Costo (\$/t)	8 041, 48	7 575,36	466.12	5.8
9	Precio (\$/t)	8 465, 01	7 998, 90	466.11	5,5

La Empresa de Fundiciones de Acero-Hierro de Holguín cuenta con un Taller de Fundición de metales no ferrosos, cuyo sistema de pulverizado esta compuesto por un tanque de almacenamiento del Mazut, tanque dosificador, cámara de precalentamiento eléctrica con cuatro resistencias de 1200kW/h de consumo para un total de 4800 kW/h.

Haciendo una comparación del comportamiento del ahorro de portadores energético en relación con el consumo de fuel oil en el horno tradicional se consume 0.196 toneladas y en el multipropósito 0.1078 toneladas para una eficiencia de 45 %, respecto al ahorro de energía eléctrica en el horno tradicional se consume 4800 kW/h.y en el multipropósito 720 kW/h para un a eficiencia de un 85 %. Para una disminución de los costos de 8 041, 48 \$/t en hornos tradicionales a 7 575,36 \$/t para una eficiencia de 5.8 % y una disminución de los precios de 8 465, 01 \$/t en hornos tradicionales a 7 998, 90 \$/t para una eficiencia de 5,5 %.

El ahorro de portadores energético influye positivamente en el Rendimiento Tecnológico General disminuye los costos de producción y genera ganancias económicas que posibilitan la producción a escala industrial de fundidos de bronce bajo las condiciones específicas de la industria cubana, de una forma eficiente y competitiva. /47/

2.5. Valoración socioeconómica del fusor:

Costo de construcción: /48/

La construcción e instalación de las cámaras de autocalentamiento de aire y fuel oil del Horno Multipropósito a un costo total de:

Costo MN	Costo CUC	Importe Total
111,00	48,64	159,80

2.5.1. Cálculo de ahorro de energía eléctrica:

Ha permitido un ahorro del 80% de la energía eléctrica que se necesitaba para precalentar el fuel oil antes de ser inyectado a la cámara de combustión, La cámara consta de 4 resistencias que consumen 2 400 kW/t a un costo de \$ 0,1020 el kW/ h. /48/

$$Ee = (G_{eea} - G_{eei}) \times P_{ee} \times Q$$

$$Ee = (2\,400 \text{ kW} - 480 \text{ kW}) \times \$ 0,1020 \times 240 \text{ t}$$

$$\mathbf{E_{eee} = \$ 7\,833,60}$$

Donde:

Eeee - Efecto económico ahorro energía eléctrica

Geea- Gasto de energía eléctrica con la tecnología anterior.

Geei - Gasto de energía eléctrica con la aplicación de la innovación.

Pee - Precio energía eléctrica.

Q - Cantidad de toneladas fundidas en el año.

2.5.2. Cálculo de ahorro de fuel oil: /48/

Durante la conducción de las coladas en este nuevo fusor se ahorra un 45% del combustible que usan los hornos tradicionales para fundir las 240 toneladas anuales del plan de producción.

$$Ee = (Gfa - Gfi \times Pf) Q$$

$$Ee = (222 \text{ L/t} - 99 \text{ L/t} \times 0,50 \text{ CUC}) \cdot 240 \text{ t}$$

$$Ee = (123 \text{ L/t} \times 0,50 \text{ CUC}) 240 \text{ t}$$

$$\mathbf{Eefo = \$ 14 760,00 CUC.}$$

Donde:

Eefo - Efecto económico ahorro de fuel oil

Gfa- Gasto de fuel oil con la tecnología anterior.

Gfi - Gasto de fuel oil con la aplicación de la innovación.

Pf - Precio del fuel oil.

Q - Cantidad de toneladas fundidas en el año.

2.5.3. Cálculo de ahorro por la disminución del metal por pérdidas por fusión: /48/

El tiempo de derretido disminuye de 60 min a 45 min Por lo cual el metal esta 15 min. menos expuesto a las pérdida por fusión disminuyéndose el índice de perdidas en un 2,8 %. El precio de una tonelada de bronce es de \$ 6 319,32 de ellos \$ 4 424,69 MN y 1 894,63 CUC.

Cálculo de la MN:

$$Eemn = \{(2,8\% 1000) 240 \times 4 424,69\}$$

$$Eemn = \{(5 720,00 \text{ kg.} \times 4 424,69)\}$$

$$Eemn = \$ 13 309,33$$

Cálculo del CUC:

$$Eecuc = \{(2,8\% 1000) 240 \times 1 894,63\}$$

$$Eecuc = \{ (5\,720,00 \text{ kg.} \times 1\,894,63) \}$$

$$Eecuc = \$ 10\,857,28$$

Sumando obtenemos el total:

$$Eet = Eemn + Eecuc$$

$$Eet = \$ 13\,309,33 + \$ 10\,857,28$$

$$\mathbf{Eet = \$ 24\,166,66}$$

Donde:

Eemn- Efecto económico en moneda nacional

Eecuc- Efecto económico en moneda convertible

Eet- Efecto económico total por ahorro de metal

2.5.4. Cálculo del Efecto económico total de la innovación: /48/

$$Eeti = \{ (Eeee + Eefo + Eet) - Cc \}$$

$$Eeti = \{ (\$ 7\,833,60 + \$ 14\,760,00 \text{ CUC} + \$ 24\,166,66) - 159,80 \}$$

$$\mathbf{Eeti = \$ 46\,760,20}$$

Donde:

Cc- Costo de construcción

Considerando el ahorro en energía eléctrica, fuel oil y metal se obtiene un efecto económico total de la innovación de **\$ 46 760,20.**

Conclusiones

1. El horno multipropósito desarrollado permite de forma competitiva, sostenible y sustentable la producción de fundidos de metales no ferrosos con un ahorro significativo de portadores energéticos.
2. La satisfacción de los clientes ha aumentado porque al estar el caldo metálico menos tiempo expuesto a la acción del calor de fusión, se obtiene un metal con menos % de azufre y otras inclusiones no metálicas perjudiciales que a mayores % disminuyen las propiedades mecánicas de las piezas fundidas.
3. Se eliminan las emisiones de gases al área laboral, humanizando el trabajo y generando un impacto medioambiental positivo.

CONCLUSIONES

La construcción de este tipo de gasificador es original, nunca antes utilizada con estos fines, logrando resultados técnico – tecnológicos novedosos en cuanto a:

1. Al quemador llega una mezcla semigasificada permite una atmósfera medio oxidante que elimina la posibilidad de la difusión del hidrógeno y el oxígeno en grado máximo hacia el caldo metálico.
2. A medida que se calienta el revestimiento la acción del gasificador es más efectiva con un ahorro de más del 45 % del fuel-oil en comparación con los métodos de inyección y pulverización actual.
3. Se reducen los tiempos de derretido y colada de 45-60 minutos aumentando la productividad del fusor.
4. Se ahorra un 80 % de la energía eléctrica necesaria para el precalentamiento del Fuel-oil para su ignición pues solo se utiliza en la primera fusión.
5. Se disminuye el costo de la colada con la aplicación de un método de tratamiento del caldo metálico por soplado con aire caliente sin ningún costo.
6. Se optimiza al máximo el aprovechamiento calórico del fuel-oil y la eficiencia de las transmisiones térmicas de conducción, convección y radiación.
7. Se disminuyen las pérdidas de los elementos por fusión.
8. La llama es más efectiva en su balance calórico con una combustión más completa y menos nociva para el entorno, lo que implica una mayor durabilidad de los techos y otras construcciones tecnológicas y auxiliares de la planta.
9. Genera un Efecto Económico de **\$14 760 CUC anuales**

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos, se recomienda:

- Generalizar esta tecnología en el resto de las Fundiciones del País, con el objetivo de acometer a escala industrial, la fusión competitiva sostenible y sustentable de metales no ferrosos con un ahorro considerable de los portadores energéticos.
- Generalizar este tipo de estudio a todo el equipamiento que compone el entorno tecnológico para la fusión, moldeo y acabado de las piezas fundidas e metales ferrosos y no ferrosos.

BIBLIOGRAFÍA

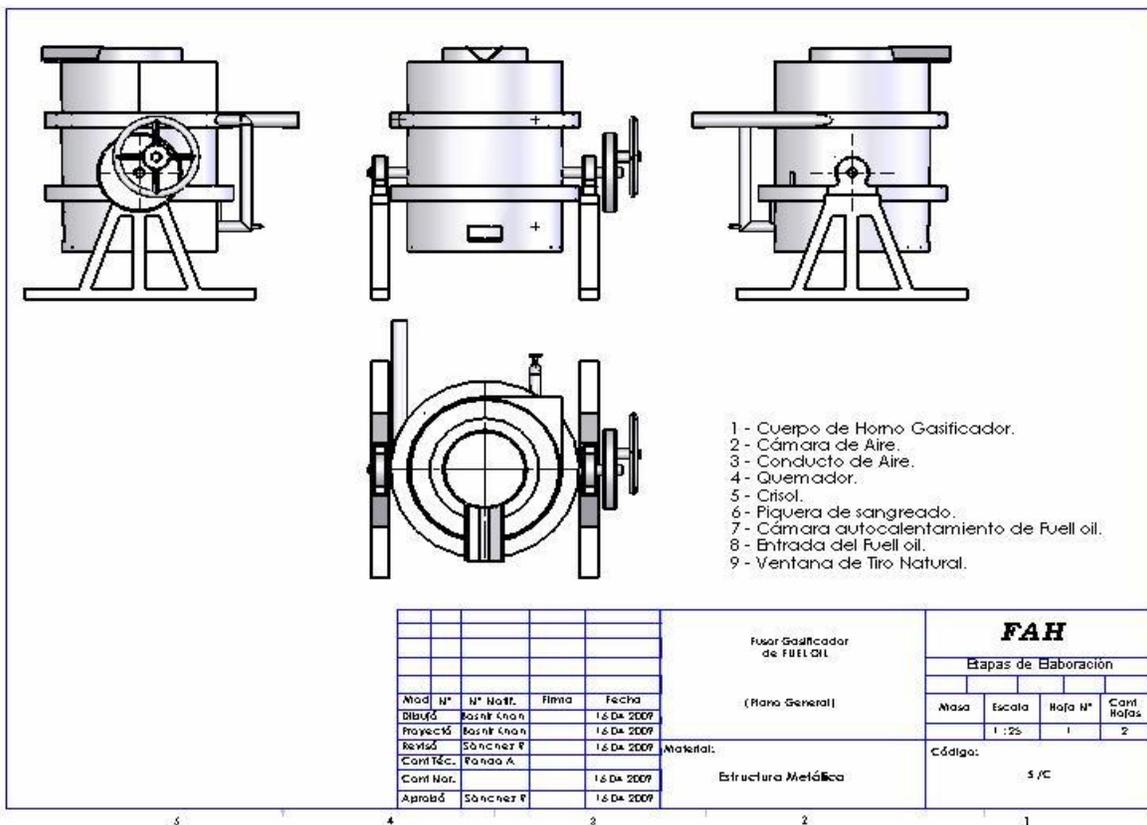
1. [Abramov, 1983] Abramov. A. "Manual del joven fundidor". Editorial Alta Escuela. Moscú.1983. 203 p.
2. [Alexandor, 1998] Alexandor, N. H. Control del estado del metal Líquido para la obtención de hierro con grafito esferoidal. *Liteinoe Proistbostba*. N. 3. 1998.
3. [Bakkerus, 1995] Bakkerus and Van der Holst. The T-Nock Process for Making Ductil iron. *Modern Casting Tech*. N. 711, July 1995.
4. [Batista, 1990] Batista Cabrera. A; Navas Medina, E. "Cálculo de Mazarotas para Piezas de Acero". Construcción de maquinarias.1990.
5. [Batista, 1994] Batista Cabrera, A.; *et al.* "Propiedades de Fundición de los Metales y Aleaciones". Monografía, Universidad de Holguín.1994
6. [Batista, 1999] Batista Cabrera, A. "Tecnología de desulfuración en Cazuela con el fin de obtener Hierro con grafito Esferoidal". *Ingeniería Mecánica*. N. 3. 1999.
7. [Batista^b, 1999] Batista Cabrera. A. "Utilización del Magnesio como Desulfurante y su influencia en las propiedades del HGE obtenida por el método "In-mold". *Mundo Mecánico*. N. 2. 1999.
8. [Batista^c, 1999] Batista Cabrera. A. "Influencia del Azufre en el rendimiento de las piezas de hierro nodular obtenida por el método "Ind- Mold"". *Mundo Mecánico* N. 6. 2000.
9. [Batista^a, 2003] Batista Cabrera. A; Ordóñez, U. "Selección de un nodulizante y forma y posición de una cámara de reacción para su aplicación para la obtención de hierro con grafito esferoidal por el método "In-mold"". *Ingeniería Mecánica*. N. 3. 2003.
- 10.[Batista^b, 2003] Batista Cabrera, A; Ordóñez, U. "Determinación de la granulometría del NODULANT II y el parámetro de la cámara más adecuados para la obtención del hierro con grafito esferoidal por el método "In-mold"". *Ingeniería Mecánica*. N. 3. 2003.
- 11.[Batista^c, 2003] Batista Cabrera, A. "Análisis y procedimientos para la obtención de hierro con grafito esferoidal por el método "In Mold" bajo las condiciones específicas de la Industria en Cuba". *Tesis Doctoral*, Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Holguín. 2003.
- 12.[Boletín, 2001] Boletín Técnico MI SR - ÑMI SR-2. 2001.

13. [Calcosoft, 2007] Calcosoft. Base de Datos en Línea, 2004, 2 de Marzo del 2007, <http://www.calcosoft.com>
14. [Castledine, 1998] Castledine, T. J. "Experiences in the Application of the INMOLD Process to the vertically Jointed DISAMATIC Moulding System". DISA Convention. 1998.
15. [Cenkebich, 1999] Cenkebich, I. "Optimización de la obtención de piezas de Hierro Nodular por el método ind-mould". *Liteinoe. Proistbostba*. N. 12. 1999. pp. 13-14. (en ruso).
16. [Chaikin, 1994] Chaikin A. A. Refinado del HGE modificado en el molde por medio De filtros Cerámicos. *Liteinoe Proistbosta*. N. 4 Año 1994.
17. [Davis, 1990] Davis, K. G. Dissolution of MgFeSi Alloy During Indmold Treatment. *British Foundryman*. N. 457. 1990.
18. [DELCAM, 2007] DELCAM. Base de Datos en Línea, 2004, 4 de Marzo del 2007, <http://www.delcam.com>
19. [Dijon, 1999] Dijon, R. H. The disolution factors for the Ind-Mould Process. *British Foundryman*. N. 8. 1999.
20. [Dunks, 1976] Dunks, C.M. "Mold Nodulizing and Continuos Stream Treatment Techniques as Operated in Europe". *Foundry Trade Journal*. 1976. N. 234.
21. [Francois, 2001] Francois, M. Base de Datos en Línea, 2004, 17 de Mayo del 2001, El magnesio como desulfurante, <http://www.cta.org.co/institucional.com>
22. [Girchovib, 1982] Girchovib, N. G. Método de investigación para determinar la formación del hierro con grafito esferoidal y su valoración. Edit. Masgish. 1982. 45p.
23. [Gorshkob, 1978] Gorshkob, A. A. Acerca del formación del grafito esferoidal en las Burbujas Microscópicas durante la cristalización. Edit. Bishaia Scuola. 1978. 123 p.
24. [Genderevich, 1999] Genderevich N. A. "Elección del modificador para la obtención de piezas de hierro de alta resistencia modificado en el molde". *Liteinoe Proistbostba*. N. 2. 1999. pág16-17.
25. [Gibbs, 2007] Gibbs. Base de Datos en Línea, 2004, 4 de Marzo del 2007, <http://www.gibbs.com>
26. [Goyos, 1991] Goyos Pérez, L.; Martínez Reina, Elio. "Tecnología de fundición II". Editorial ISPJAE. Ciudad de la Habana. 1991. 243 p.

27. [Gynsey, 2001] Gynsey. J. Co CQ (Controlled Quality Inoculation). Un proceso de alta Productividad. www.carpenterfortuna.com.mx/n-hierro.htm. Consult. 2001
28. [Hughes, 1993] Hughes. S. Foundry Trade Journal. 1993. N. 487.
29. [Hity, 1998] Hity D. Electr. Furnace Proc. AIME 1998. V. 27 pág 52-56.
30. [Iron, 2002] Iron Casting with Spheroidal or Nodular Graphite Specification 3rd reun. <http://www.clickafoundry.com/specification.1>. Consultado. 2002
31. [LINCE, 2004] LINCE FUNDICION. Base de Datos en Línea, 2004, 14 de Marzo del 2004, <http://www.lince-fundición.com>
32. [Luffe, 1994] Luffe, A. "Modificación del hierro con grafito esferoidal en el molde". Liteinoe Proistbostba. N. 12. 1994. (en ruso).
33. [Karsay, 1992] Karsay, S. Producción de Hierro Nodular, 2da Edición. Edit. Titanic Inc. Comp. 1992.
34. [Kobalevich, 1999] Kobalevich, E. B. Nueva tecnología de obtención de hierro Nodular. Liteinoe Proistbostba. N. 3. 1999. p. 10. (en ruso).
35. [Mannion, 1994] Mannion, G. "Experiencias with the production of meehanite Nodular iron casting with the in mold process. Foundry Trade Journal. Vol 137. pp. 139-147. Aug. 1994.
36. [Material, 1995] Material Didáctico sin valor comercial. FES-CAUTIPLAN. UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO. 1995
37. [Machikin, 1981] Machikin. B. I Aumento de la calidad de las aleaciones no ferrosas Edit. Kiev. 1981
38. [Malishev, 1991] Malishev. A. Influencia del Silicio sobre las propiedades del HGE. Liteinoe Proistbostba No 9 Año 1991
39. [May, 1998] Mayk. C. N. Sistema de Alimentación para modificación en el molde. Liteinoe Proistbostba No 11 Año 1998
40. [McCaulay, 1991] McCaulay. J. M. "Production of nodular graphite iron Casting In the In-mold Process". Foundry Trade Journal. Vol. 130. pp. 327-335. Apr. 1991.
41. [Metallography, 2006] Metallography. Base de Datos en Línea, 2006, 12 de Octubre del 2006, <http://www.metallography//technoters/iron.com>

- 42.[Navas, 1996] Navas. E. Batista. A. Métodos de Cálculo en Fundición .Folleto Editado por la Uho. Año 1996.
- 43.[ProCAST, 2007] ProCAST. Base de Datos en Línea, 2007, 12 de Febrero del 2007, <http://www.procast.com>
- 44.[ProEngineer, 2007] ProEngineer. Base de Datos en Línea, 2004, 2 de Marzo del 2007, <http://www.proengineer.com>
- 45.[Sánchez R.P. 2006] El Rendimiento Tecnológico General de la producción de hierro con grafito esferoidal para el método In Mold XII Congreso Metalúrgico.
- 46.[Sánchez R.P. 2002] Perfil de la Empresa de Fundiciones Acero y Hierro de Holguín. Convención Internacional de los Industrias Metalúrgicas, Mecánicas y del Reciclaje Metánica.2002. CD-ISSN 16076261. \
- 47.[Sánchez R.P. 2007] Horno Multipropósito Convención Internacional de los Industrias Metalúrgicas, Mecánicas y del Reciclaje Metálico.2002. CD-ISSN 16076261. Metánica.2007.
- 48.[SolidWork, 2007] SolidWork. Base de Datos en Línea, 2007, 12 de Febrero del 2007, <http://www.solidwork.com>
- 49.[SYSWELD, 2007] SYSWELD. Base de Datos en Línea, 2004, 4 de abril del 2007, <http://www.sysweld.com>
- 50.[Tartera, 2002] Tartera. J. Joining and Fabrication of Nodular Iron Casting by welding. Base de Datos en Línea, 2004, 24 de Noviembre del 2002, <http://www.implog.com/foundry/books.htm>
- 51.[Unigraphics, 2007] Unigraphics. Base de Datos en Línea, 2004, 2 de Marzo del 2007, <http://www.unigraphics.com>

ANEXOS



Horno Multipropósito



Horno Multipropósito



Horno Multipropósito

Cálculo Económico De Bronce

Empresa Fundiciones Acero Hierro. Holguín

REPORTE DE COLADA

Fecha	Taller:	Aleacion:	No de Colada	Peso de la colada
Rendimiento Tecnológico General (%)				
Rendimiento Metalico (%)				
Peso bruto del metal vertido en los moldes (Kg)				
Peso neto de las piezas utiles (Kg)				
Indice de Rechazo (%)				
Peso total del rechazo (Kg)				
Perdida Metalica (%)				
Peso del metal derramado en la zona de fusion (Kg)				
Peso del metal derramado en la zona de moldeo (Kg)				
Peso del metal Vertido en las lingoteras (Kg)				

Elaboro:

Tecnico De la Calidad

Aprobo:

Jefe Aseguramiento de la C:

Visto Bueno: Ing. Rolando A Gutiérrez Aguilera. Director

MINISTERIO DE FINANZAS Y PRECIOS/MINISTERIO DE ECONOMIA Y PLANIFICACIÓN
FICHA PARA PRECIOS Y SU COMPONENTE EN PESOS CONVERTIBLES.
EMPRESA FUNDICION DE ACERO Y HIERRO CODIGO 103-0-11318

ORGANISMO: SIME

PLAN PROD: 20,0 TON

BRONCE

DESCRIPCION: Base

1000

CODIGO:284.9.01.F000

NIVEL DE PRODUCCION CONCEPTO DE GASTOS 1	FILAS 2	AÑO 2006	
		TOTAL 3	CUC 5
Materias primas y Materiales	1	5,620.3233	4,697.3766
Materias primas y Materiales	1.1	5,361.1100	4,438.1632
Combustible y Lubricantes	1.2	73.0917	73.0917
Energía Eléctrica	1.3	186.1216	186.1216
Agua	1.4	0.0000	0.0000
Sub total (Gasto de Elaboración)	2	2,117.6742	29.6992
OTROS GASTOS DIRECTOS.	3	7.4832	18.2998
Depreciación	3.1	7.4832	0.0000
Arrendamiento de Equipos	3.2	0.0000	0.0000
Ropa y Calzado (trabajadores directos)	3.3	0.0000	18.2998
GASTO DE FUERZA DE TRABAJO.	4	1,940.4110	0.0000
Salarios	4.1	1,279.6582	0.0000
Vacaciones	4.2	116.3209	0.0000
Impuesto por la Utilización Fuerza Trabajo	4.3	348.9948	0.0000
Contribución a la Seguridad Social	4.4	195.4371	0.0000
Estimulación en Divisas	4.4	0.0000	0.0000
GASTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN	5	35.73	4.81
Depreciación	5.1	4.17	
Mantenimiento y Reparación	5.2	4.97	0.26
GASTOS GENERALES Y DE ADMINISTRACION	6	17.71	1.91
Combustible y Lubricantes	6.1	0.206921	0.135772
Energía Eléctrica	6.2	0.174699	0.174673
Depreciación	6.3	1.083026	0.000000
Ropa y Calzado	6.4	0.000000	0.371741
Alimentos	6.5	0.146278	0.146265
Otros	6.6	16.095438	0.593761
GASTO DE DISTRIBUCION Y VENTAS.	7	0.15	0.09
Combustible y Lubricantes	7.1	0.044967	0.008062
Energía Eléctrica	7.2	0.000000	0.000000
Depreciación	7.3	0.060899	0.000000
Ropa y Calzado	7.4	0.000000	0.011133
Otros	7.5	0.044020	0.001919
Gastos Bancarios	8	116.1894	4.5864
Gastos Totales o Costo de Producción	9	7,737.9976	4,727.0757
Margen de Utilidad s/ base autorizada 20 %	10	423.5348	
PRECIO	11	8,161.53	
% Sobre el gasto en Divisas 10 %	12		472.71
COMPONENTE EN PESOS CONVERTIBLES 10%	13		5,199.78
PRECIO EN MONEDA NACIONAL		2,961.75	
Confeccionado por:	Cargo.	Firma	Fecha
Rubén Carralero Lorente	Tec. Gest. Eco.		5/31/2009
Aprobado por:	Cargo	Firma	Fecha
Rolando A Gutierrez Aguilera	Director		5/31/2009
Ficha de Cost N°			40

Empresa Fundiciones Acero Hierro. Holguín

NORMA DE CONS. PARA 1 t DE BRONCE. Revisión 04/05/07.

La presente norma de consumo está calculada en base a la tecnología aceptada para la producción de piezas de Bronce, el análisis de las producciones y el comportamiento de las normas. Los cálculos se realizaron partiendo de los siguientes datos:

Rendimiento Metálico:	92.6%
Índice de Rechazo:	0.8%
Pérdidas Metálicas:	11.8%
Rendimiento Tecnológico General:	81.02

PRODUCCION DE BRONCE.				
Nº	ENOMINACION	U/M	NORMA NETA	NORMA BRUTA
5	ENERGIA ELÉCTrica	KWH	233.0000	287.5840
	DIESEL	T		
	GASOLINA	T		
6	FUEL OIL 10	T	0.1960	0.2419
1	CHATARRA I	T	1.0000	1.2343
2	COBRE	T	0.0950	0.1173
3	COBRE FOSFORADO	T	0.0050	0.0062
4	CRISOL DE E	T	0.0500	0.0617
7	LAD. ARCH 3	T	0.0010	0.0012
8	LAD. ARCH 6	T	0.0040	0.0049
9	LAD. ARCH 4	T	0.0030	0.0037
10	LAD. ARCH 5	T	0.0020	0.0025
	HORMIGON(CEMENTO REF)			
11	MORTERO (A)	T	0.0300	0.0370
12	BENTONITA	T	0.1500	0.1851
13	ARENA CRON	M ³	1.0000	1.2343
14	MIEL FINAL	T	0.0200	0.0247
15	GRAFITO	T	0.0020	0.0025
16	SILICATO ME	T	0.0200	0.0247
17	ALCOHOL NA	L	1.0000	1.2343
18	MUELA PLAN	U	0.2000	0.2469
19	BANDA SIN F	M	2.0000	2.4685
20	AGUA	M ³	2.0000	2.4685
21	DISCO DE FIE	U	0.5000	0.6171
22	CEPILLO CIR	U	1.0000	1.2343
	TALCO INDU	T		
23	CEPILLO MA	U	2.0000	2.4685
24	LENDA	T	0.2000	0.2469

MODELO TIPO PARA LA DESAGREGACION DE LOS INSUMOS FUNDAMENTALES							
Empresa de Fundición de Acero e Hierro.				103-0.			
Producción de Semiproductos Fundidos de Bronce				DESCRIP. PROD: PLACA GAVIOTA LOGOTIPO			
U.M: Uno				PESO EN KG DEL PRODUCTO			
Propuesta de Precio: Nuevo Modificado X							
CODIGO 1	PRODUCTO 2	U.M. 3	NORMA DE CONSUMO 4	PRECIO		IMPORTE	
				MM 5	CUC 6	MLC 7	TOTAL 8 (E+6*4)
2101010001	ENERGIA ELECTRICA	KWH	1824.7220	0.000000	0.102000	186.12	186.12
2282010016	DIESEL	L	0.0000	0.000000	0.500000	0.00	0.00
2283010010	GASOLINA	L	0.0000	0.000000	0.450000	0.00	0.00
2281010013	FUEL OIL 1012.22 L/T	T	0.3405	0.000000	214.660000	73.09	73.09
5162240030	CHATARRA DE BRONCE	T	1.3306	0.000000	2693.360000	3718.45	3,718.45
4014360947	COBRE FOSFORICO	T	0.0077	531.000000	0.000000	0.00	4.09
6742010400	CRISOL GRAFITO 500 KG	T	0.0767	4.460000	891.380000	68.37	68.71
4726070004	LAD. ARCH 32 R	T	0.0384	300.960000	756.690000	29.06	40.61
4726070006	LAD. ARCH 64 R	T	0.0153	300.960000	756.690000	11.58	16.18
4726070008	LAD. ARCH 48 L	T	0.0328	300.960000	756.690000	62.65	87.57
4726070009	LAD. ARCH 55 L	T	0.0767	300.960000	756.690000	58.04	81.12
4721020004	HORMIGON (CEMENTO REF)	T	0.0380	220.940000	602.970000	22.91	31.31
4721020003	MORTERO (ARCILLA)	T	0.0153	29.000000	65.360000	1.00	1.44
2483040001	BENTONITA NATURAL	T	0.2301	57.710000	68.540000	13.47	26.75
2494030001	ARENA CROMITA LAVADA	M ³	4.9088	148.500000	0.000000	0.00	728.96
1021010001	MIEL FINAL	T	0.0690	0.000000	55.000000	3.80	3.80
2282020002	GRAFITO EN ESCAMA	T	0.0031	528.570000	0.000000	0.00	1.64
3261018918	SILICATO METALURGICO	T	0.0614	70.030000	0.000000	0.00	4.30
1034011186	ALCOHOL NATURAL	L	3.0680	0.060000	0.305300	0.94	1.12
6542010600	MUELA PLANA 600	U	0.3068	175.980000	0.000000	0.00	53.99
6543042001	MANDA SIN FIN P/MET 25X0.9	M	14.1128	2.553000	31.370000	442.72	478.62
3299010001	AGUA	M ³	1.8408	0.000000	0.000000	0.00	0.00
6542080025	DISCO DE FIBRAS	U	1.5340	3.360000	0.000000	0.00	5.15
3133880106	CEPILLO CIRCULAR DE ACERO	U	1.5340	0.000000	0.710000	1.09	1.09
2482010001	TALCO INDUSTRIAL	T	0.0031	0.000000	528.570000	1.64	1.64
3133880020	CEPILLO MANUAL DE ACERO	U	3.0680	0.230000	0.800000	2.45	3.16
3921010001	LEÑA	MS	0.1227	9.800000	0.000000	0.00	1.20
	TOTAL					4,697.38	5,620.32

Confeccionado por: Nombre y Apellidos Esp. Tecnología: Rubier Portelles Guerrero	FECHA		
	Día	Mes	Año
Firma:	5/31/2009		
Confeccionado por: Nombre y Apellidos Manuel Duany Garzón	FECHA		
	Día	Mes	Año
Firma:	5/31/2009		

MODELO TIPO PARA LA DESAGREGACION DE LOS INSUMOS FUNDAMENTALES							
Empresa de Fundición de Acero e Hierro. 103-0-1131							
Producción de Semiproductos Fund. Bronce			DESCRIPCION: Base				
U.M: Uno	CODIGO:284.9.01.F000		1000	PESO EN KG DEL PRODUCTO			
Propuesta de Precio: Nuevo X Modificado							
CODIGO 1	PRODUCTO 2	U.M. 3	NORMA DE CONSUMO 4	PRECIO		IMPORTE	
				MN 5	CUC 6	MLC 7	TOTAL 8 (5+6*4)
2101010001	ENERGIA ELECTRICA	KWH	1824.72	0.00000	0.10200	186.12	186.12
2252010016	DIESEL	L	0.00	0.00000	0.50000	0.00	0.00
2253010010	GASOLINA	L	0.00	0.00000	0.45000	0.00	0.00
2251010018	FUEL OIL 1012.22 L/T	T	0.34	0.00000	214.66000	73.09	73.09
5162240080	CHATARRA DE BRONCE	T	1.38	0.00000	2698.36000	3,718.45	3,718.45
4014360947	COBRE FOSFORICO	T	0.01	531.00000	0.00000	0.00	4.09
6742010400	CRISOL GRAFITO 500 KG	T	0.08	4.46000	391.38000	68.37	68.71
4726070004	LAD. ARCH 32 R	T	0.04	300.96000	756.69000	29.06	40.61
4726070006	LAD. ARCH 64 R	T	0.02	300.96000	756.69000	11.58	16.18
4726070008	LAD. ARCH 48 L	T	0.08	300.96000	756.69000	62.65	87.57
4726070009	LAD. ARCH 55 L	T	0.08	300.96000	756.69000	58.04	81.12
4721020004	HORMIGON (CEMENTO REF)	T	0.04	220.94000	602.97000	22.91	31.31
4721020008	MORTERO (ARCILLA)	T	0.02	29.00000	65.36000	1.00	1.44
2483040001	BENTONITA NATURAL	T	0.23	57.71000	58.54000	13.47	26.75
2494030001	ARENA CROMITA LAVADA	M 3	4.91	148.50000	0.00000	0.00	728.96
1021010001	MIEL FINAL	T	0.07	0.00000	55.00000	3.80	3.80
2252020002	GRAFITO EN ESCAMA	T	0.00	528.57000	0.00000	0.00	1.64
3251018918	SILICATO METALURGICO	T	0.06	70.03000	0.00000	0.00	4.30
1034011186	ALCOHOL NATURAL	L	3.07	0.06000	0.30530	0.94	1.12
6542010600	MUELA PLANA 600	U	0.31	175.98000	0.00000	0.00	53.99
6543042001	BANDA SIN FIN P/MBT 25X0.9	M	14.11	2.55800	31.37000	442.72	478.82
3299010001	AGUA	M 3	1.34	0.00000	0.00000	0.00	0.00
6542030025	DISCO DE FIBRAS	U	1.53	3.36000	0.00000	0.00	5.15
3133880106	CEPILLO CIRCULAR DE ACERO	U	1.53	0.00000	0.71000	1.09	1.09
2482010001	TALCO INDUSTRIAL	T	0.00	0.00000	528.57000	1.64	1.64
3133880020	CEPILLO MANUAL DE ACERO	U	3.07	0.23000	0.80000	2.45	3.16
3921010001	LEÑA	M3	0.12	9.80000	0.00000	0.00	1.20
TOTAL						\$4,697.38	\$5,620.32
Confeccionado por: Nombre y Apellidos Esp. Tecnología: Rubier Portelles Guerrero Firma:				FECHA Día Mes Año 5/31/2009			
Confeccionado por: Nombre y Apellidos Esp Principal Invest y Desarrollo: Manuel Duanys Garzón Firma:				FECHA Día Mes Año 5/31/2009			

MINISTERIO DE FINANZAS Y PRECIOS/MINISTERIO DE ECONOMIA Y PLANIFICACIÓN

FICHA PARA PRECIOS Y SU COMPONENTE EN PESOS CONVERTIBLES.

EMPRESA FUNDICION DE ACERO Y HIERRO CODIGO 103-0-11318

ORGANISMO: SIME

PLAN PROD:

PRODUCTO: PIEZAS FUND. DE **BRONCE**

CODIGO PROD:

U/M: TON

NIVEL DE PRODUCCION CONCEPTO DE GASTOS 1	FILAS 2	AÑO 2006	
		TOTAL 3	CUC 5
Materias primas y Materiales	1	5,620.3233	4,697.3766
Materias primas y Materiales	1.1	5,361.1100	4,438.1632
Combustible y Lubricantes	1.2	73.0917	73.0917
Energía Eléctrica	1.3	186.1216	186.1216
Agua	1.4	0.0000	0.0000
Sub total (Gasto de Elaboración)	2	2,117.6742	29.6992
OTROS GASTOS DIRECTOS.	3	7.4832	18.2998
Depreciación	3.1	7.4832	
Arrendamiento de Equipos	3.2		
Ropa y Calzado (trabajadores directos)	3.3		18.2998
GASTO DE FUERZA DE TRABAJO.	4	1,940.4110	0.0000
Salarios	4.1	1,279.6582	
Vacaciones	4.2	116.3209	
Impuesto por la Utilización Fuerza Trabajo	4.3	348.9948	
Contribución a la Seguridad Social	4.4	195.4371	
Estimulación en Divisas	4.4		
GASTOS INDIRECTOS DE PRODUCCIÓN	5	35.73	4.81
Depreciación	5.1	4.17	
Mantenimiento y Reparación	5.2	4.97	0.26
GASTOS GENERALES Y DE ADMINISTRACION	6	17.71	1.91
Combustible y Lubricantes	6.1	0.206921	0.135772
Energía Eléctrica	6.2	0.174699	0.174673
Depreciación	6.3	1.083026	0.000000
Ropa y Calzado	6.4	0.000000	0.371741
Alimentos	6.5	0.146278	0.146265
Otros	6.6	16.095438	0.593761
GASTO DE DISTRIBUCION Y VENTAS.	7	0.15	0.09
Combustible y Lubricantes	7.1	0.044967	0.008062
Energía Eléctrica	7.2	0.000000	0.000000
Depreciación	7.3	0.060899	0.000000
Ropa y Calzado	7.4	0.000000	0.011133
Otros	7.5	0.044020	0.001919
Gastos Bancarios	8	116.1894	4.5864
Gastos Totales o Costo de Producción	9	7,737.9976	4,727.0757
Margen de Utilidad s/ base autorizada 20 %	10	423.5348	
PRECIO	11	8,161.53	
% Sobre el gasto en Divisas 10 %	12		472.7076
COMPONENTE EN PESOS CONVERTIBLES	13		5,199.78
PRECIO EN MONEDA NACIONAL		2,961.75	
Aprobado por:	Cargo Director	Firma	Fecha