



Instituto Superior Minero Metalúrgico
"Dr. Antonio Núñez Jiménez"
Facultad de Metalurgia y Electromecánica
Departamento de Ingeniería Mecánica

Tesis en opción al título de Ingeniero Metalúrgico.

Título: *Análisis del comportamiento del balance de metal de la AC/AC
HK-40 en la Empresa Mecánica del Níquel "Gustavo Machín
Hoed de Beche".*

Yodelkis Adame Colunga

Moa-2010

"Año 52 de la Revolución"



Instituto Superior Minero Metalúrgico
"Dr. Antonio Núñez Jiménez"
Facultad de Metalurgia y Electromecánica
Departamento de Ingeniería Mecánica

Tesis en opción al título de Ingeniero Metalúrgico.

Título: *Análisis del comportamiento del balance de metal de la AC/AC HK-40 en la Empresa Mecánica del Níquel "Gustavo Machín Hoed de Beche".*

Diplómate: *Yodelkis Adame Colunga*

Firma _____

Tutor(es): *Ing. Geudy Quiala Fuentes*

Firma _____

Ing Uberlandis Lafargue Barrientos

firma _____

Moa-2010

"Año 52 de la Revolución"



Declaración del autor

Yo, **Yodelkis Adame Calunga**, autor de este trabajo de diploma, certifico su propiedad intelectual a favor del Instituto superior Minero Metalúrgico de Moa "Dr. Antonio Núñez Jiménez", y a la Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche", los cuales podrán hacer uso del mismo cuando estimen conveniente.

Yodelkis Adame Colunga

Autor

Ing. Geudy Quiala Fuentes

Tutor

Ing. Uberlandis Lafargue Barriento

Tutor



PENSAMIENTO

“La ciencia esta en conocer la oportunidad y aprovecharla en hacer lo que conviene a nuestro pueblo con sacrificio de nuestras personas; y no en hacer lo que conviene a nuestras personas con sacrificio de nuestro pueblo.”

José Martí.



AGRADECIMIENTOS

A mi madre Ana Luisa Colunga López que siempre me ha apoyado.

A mi hermano Yoenis Adame Calunga por darme siempre su ayuda incondicional.

A mis amigos, que de una forma u otra siempre han estado conmigo.

A las personas que se convirtieron en mi familia aquí en Moa e incondicionalmente me ayudaron.

A quienes de forma desinteresada me ayudaron a realizar de este trabajo.

A todas aquellas personas que imperdonablemente aquí no he mencionado y han estado presente para darme su ayuda.

A todos, muchas gracias.



DEDICATORIA

Dedico la culminación de este trabajo:

A mis madre y hermano, que están siempre a mi lado brindándome su mamo amiga.

A toda mi familia, que siempre se ha mantenido unida.

A mi padre los cuales me han ayudado en todo cuanto han podido.

A mis queridos amigos, quienes son unos hermanos para mí.

A mis Tutores, ya que en el momento preciso dieron lo mejor de si para que este día fuera posible.

A las amistades que aquí en Moa dejo, y que siempre recordaré como la familia que son para mi.

A los profesores que durante estos cinco años me han ayudado a formarme como profesional.

A mis compañeros de estudio que han luchado a mi lado todo este tiempo.

A los que han compartido conmigo el día a día.



RESUMEN

Se analiza el rendimiento útil que posee la fusión de la aleación AC/AC HK – 40 en el renglón de brazos de horno. Para esto se determinó el balance de metal. Se obtuvo como resultado que en el mismo existe bajo aprovechamiento al 58% de 65% según lo establecido en las normas cubanas. Se estiman variantes que pueden ser aplicadas para incrementar el rendimiento del metal útil y lograr el ahorro de 84,2 CUC por cada colada de HK-40 destinada a la fusión de los brazos.



ABSTRACT

The useful humidity is analyzed that you/he/she/it possess the coalition of the AC alloy/ AC HK- 40 in the line of arms of oven. For this the balance of metal was determined. He/she/it/you was gotten like result that in the same low humidity at 58 % exists of 65 % according to the established in the norms Cuban. They are valued variations that could be applied in order to increment the humidity of the useful metal and achieve the saving of 84,2 CUC for each laundry of HK-40 destined to the coalition of the arms.

Tabla de Contenido

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO1: MARCO TEÓRICO	3
1.1 <i>Desarrollo histórico de la fundición y aleaciones</i>	3
1.2 <i>Desarrollo de la fundición y aleaciones en Cuba</i>	4
1.3 <i>Instalaciones de la Empresa Mecánica del Níquel</i>	7
1.4. <i>Descripción del flujo productivo</i>	9
1.5. <i>Teoría de elaboración del AC/AC HK-40</i>	14
1.6. <i>Organización del área de preparación de la carga y de fusión</i>	15
1.7. <i>Tipos de clasificación de los AC/AC HK-40</i>	17
1.8. <i>Influencia de los elementos en la Aleación</i>	17
1.9. <i>Organización del área de preparación de la carga y de fusión</i>	18
1.10. <i>Actualidad en el área de carga para la fusión</i>	19
1.11. <i>Caracterización de la aleación</i>	22
1.12. <i>Fusión de las aleaciones en el horno de Inducción</i>	22
1.13. <i>Preparación del inductor.</i>	24
1.14. <i>Fusión de la carga metálica (con el horno apagado) en el siguiente orden:</i>	26
<i>Conclusiones del Capítulo 1</i>	27
CAPÍTULO 2. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN	28



2. 1. Metodología de Investigación	30
2. 2. Metodología de cálculo	30
2.3. Metodología para el cálculo de la norma de consumo	30
2. 4. Composición del balance	32
2.5. Materiales y equipos a utilizar	33
Conclusiones del Capítulo 2	34
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	35
3.1. Método del trabajo.	35
3.2. Análisis de los resultados.....	36
3.3. Valoración Económica	39
3.4. Impacto Medioambiental.....	39
3.5. Técnicas de seguridad y medidas contra incendio.	41
3.6. Medidas de seguridad generales a cumplir en el taller de fundición.	42
3.7. Requisitos de seguridad para el puesto de trabajo.	43
3.8 Deberes y derechos del que ocupa el puesto de trabajo	44
Conclusiones del Capítulo 3	46
Conclusiones generales	47
Recomendaciones.....	48
Bibliografía.....	49
Anexo	50

INTRODUCCIÓN

Una de las prioridades de la economía actual de nuestro país es la sustitución de importaciones. Esta tarea está dirigida a dos aspectos importantes. En primer lugar depender lo menos posible de recursos externos, pues somos víctimas del injusto bloqueo económico impuesto por el gobierno de los EE.UU, que niega el acceso a mercados favorables y a fuentes de financiamiento, ya que exista el riesgo permanente y impedimentos de importar recursos y con ello paralizar algún sector o empresa, ya sea parcial o totalmente, con el supeditado impacto sobre la economía y la sociedad; en segundo lugar mejorar los resultados económico-productivos al disminuir el costo de producción o servicios de las empresas que sustituyan las importaciones.

La Industria Cubana del Níquel es uno de los sectores fundamentales. Nuestra economía que en gran medida depende de las importaciones para las realizaciones de sus productos; pero a pesar de esto, es líder en el aporte de ingresos en divisas a nuestro país. Actualmente se ha manifestado una caída de los precios de los productos que esta exporta en el mercado mundial, por lo que se hace necesario el incremento de la eficiencia y la disminución de los costos de producción para obtener las utilidades necesarias y así aportar al desarrollo del país.

Este sector minero cuenta con empresas productoras de concentrados de níquel y cobalto y otras que brindan servicios a las empresas productoras. Una de estas, es la Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche", cuya misión es mantener la disponibilidad técnica y operacional de la industria Cubana del Níquel, mediante la fabricación de piezas de repuestos, lo que evita importaciones. En ella toma gran participación la UEB de Fundición, la cual, fabrica gran variedad de piezas de diferentes aleaciones, donde una de la más importante es la aleación HK-40 que entra en el grupo de los aceros especiales (Termo- resistente) que garantiza excelentes condiciones de trabajos en condiciones extremas tanto de temperatura como de resistencia a la corrosión, tal es el caso de la producción de Brazos de hornos de reducción fabricada de la aleación de HK-40 muy utilizado en las empresa René Ramos Latour y Ernesto Che Guevara, utilizada en la Planta de Hornos de Reducción en esta empresas, cuya misión es garantizar condiciones óptima de reducción del mineral laterítico



dentro de los Hornos Herreshoft o de múltiples soleras. Dicha aleación es preparada en el taller de fundición con materia prima importada en el país tales como el Ferro- cromo60; Ferro-manganeso.

La **situación problemática** plantea que en el taller de fundición se desconoce el comportamiento que presenta el balance de Metal útil por renglones de la aleación HK-40 para conocer y extremar las condiciones en las fabricaciones de piezas con dicha aleación y evitar pérdidas excesivas la fabricación de los diferentes renglones, entre ellos los brazos para eje central de hornos.

Al focalizar la atención sobre los brazos de hornos, queda como **problema**, la insuficiente disponibilidad de información sobre el comportamiento del Balance de Metal por el renglón de la aleación HK-40, para la fabricación de brazos para eje central de Hornos de múltiples soleras, en la UEB de Fundición de la Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche".

La **hipótesis** postula que si se logra determinar el balance de uno de los renglones más significativos de la A/CA/C HK-40, (Brazos de Hornos) entonces es posible analizar su comportamiento, y proponer medidas para garantizar mejores condiciones en el aprovechamiento del metal líquido utilizado en la fabricación de brazos de hornos por la UEB fundición de la Empresa Mecánica del Níquel "Gustavo Machín Hoed de Beche"

Como **objeto de estudio** se define el comportamiento de metal útil en el renglón de la aleación HK-40, para la fabricación de brazos para eje central de Hornos de múltiples soleras.

Se define como **Objetivo general**, analizar el balance del metal de la aleación AC/AC HK 40 para lograr un mayor rendimiento al realizar el proceso de fundición de la misma en la UEB de fundición de la Empresa Mecánica del Níquel "Gustavo Machín Hoed de Beche".

Tareas

- Determinar el Balance de Metal para una colada de AC/AC HK-40 y comparar con el establecido en las normas cubana.
- Verificar principales causas de los rechazos en la fabricación de los brazos
- Analizar condiciones actuales de fabricación de los brazos y proponer mejoras.



CAPÍTULO 01: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realiza un análisis de las principales teoría de elaboración del AC/AC HK-40 en las áreas de trabajo para su obtención donde se describe todos los pasos y formas de obtención de la aleación a través de los métodos de fabricación. Se aborda sobre el proceso tecnológico utilizado en el taller de fundición, además se conoce de las historias de las aleaciones y sus importancias.

1.1 Desarrollo histórico de la fundición y aleaciones

El progreso de la economía de un país, lo determina el desarrollo en la construcción de maquinaria. No hay rama en la construcción de maquinaria, donde no se utilicen piezas fundidas.

Por fundición se pueden obtener un gran número de aleaciones, con una masa desde decenas de gramos hasta decenas de toneladas, con dimensiones desde 1 cm. hasta 30 metros y con espesor de paredes de 0,7 mm hasta 0,5 m.

Las piezas fundidas son más económicas con un costo de 20- 25 % del costo total en las máquinas con relación a piezas fabricadas por otros métodos tales como soldadas, estampadas, forjadas, laminadas, etc.

La fundición es uno de los métodos más antiguos utilizados para producir artículos de metal. La fabricación de objetos mediante este proceso se conoce desde hace más de 5000 A. Las primeras piezas fundidas se elaboraron de una aleación de cobre (Cu) con estaño (Sn) denominada bronce.

Períodos históricos completos están relacionados con el desarrollo de la producción de metales. La aleación de Cu con Sn dio nombre al período de la historia conocido como la edad del bronce, al igual que posteriormente este fue sustituido por la del hierro.

Todas las ramas modernas de la ciencia y la tecnología, están relacionadas, en mayor o menor grado con los éxitos de la fundición. Sin el desarrollo de la Metalurgia en esta rama, es inconcebible el desarrollo de la energética, los cohetes, la industria química, la técnica nuclear, las obras de construcción, la construcción de maquinaria, etc.



Los éxitos de ramas modernas de la técnica, como la radio electrónica, la técnica de computación, la técnica del láser, dependen enteramente de la Metalurgia de precisión, de la obtención de metales prácticamente puros y de combinaciones con características fijadas de modo riguroso.

Una vez escuchado esto ¿cuáles son las tendencias generales en el mundo de la investigación y desarrollo en el campo de la fundición?

Creación de nuevas y diferenciadas aleaciones con propiedades muy cercanas a las técnicamente necesarias.

Estudio del estado líquido de las aleaciones y su tecnología de fusión a fin de crear o perfeccionar nuevos agregados y métodos de fusión.

Búsquedas de métodos racionales de afinado y modificación de las aleaciones.

Elaboración de los principios más efectivos de formación de los moldes.

Aumento de la durabilidad de las piezas fundidas, que sean más estables, en su forma, dimensiones y masa y con mejor limpieza de su superficie.

Creación de métodos y equipos de fundición de alta productividad con mejores características técnico sanitarias.

Aumento de la homogeneidad de las aleaciones mediante la disminución de las inclusiones no metálicas y gases

1.2 Desarrollo de la fundición y aleaciones en Cuba

Aun esta por estudiar el desarrollo de la fundición en Cuba hasta nuestros días. Sin embargo se puede afirmar que la primera fundición de oro en la isla se estableció en Bayamo en 1512 y fue trasladado poco después a Santiago de Cuba, a la residencia del gobernador Diego Velásquez, que hoy día se conserva como museo y se considera la edificación española más antigua de América

En 1530 se fundó por primera vez Cu (cobre) del mineral obtenido en el cerro de Cardancito, cerca de Santiago de Cuba. A finales del siglo XVI se creó una fundición en La Habana, con el objetivo de producir metales para fabricar la artillería indispensable para la



fortificación de la ciudad. En los años posteriores en función de la necesidad del desarrollo industrial de nuestro país, se fueron creando fundiciones en toda la isla.

Las tendencias fundamentales en la fundición en nuestro país han sido y seguirán siendo por algún tiempo la producción de piezas de repuesto y la producción de piezas como componente de nuestras maquinas.

No obstante el desarrollo alcanzado, existen varias direcciones de trabajo, en los cuales es necesario continuar desarrollándonos ¿Cuáles son estas direcciones de trabajo?

Aumento del grado de precisión de las piezas fundidas, empleando métodos de moldeo tales como coquillas, moldes cerámicos, cera perdida, moldeo en cáscara, etc.

Utilización racional de materias primas nacionales tales como arena sílice, cromita, cuarcita, melaza, bentonita, magnesita, grafito, etc.

Desarrollo de mezclas de moldeo y macho, así como de pinturas de resinas sintéticas cubanas (dunitas).

Estudio y empleo de métodos de reducción con materiales cubanos, durante la fusión y afinado de las aleaciones.

Desarrollo de nuevas aleaciones y métodos de oleaje a partir de materiales cubanos: Ni, Cu, Co, Mn, Cr, etc.

Sustitución de piezas que actualmente se exportan.

Trabajos para incrementar la eficiencia térmica de los diferentes agregados de energía tradicional en las fundiciones y empleo prospectivo de energía solar y biogás para la obtención de aleaciones de bajo punto de fusión.

En busca de solución y como medidas a estos requerimientos en la Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche" surge la necesidad de mejora en la fundición es cuando en 1997 con el objetivo de mejorar la resistencia de trabajo de las piezas fundidas se conoce la aleación AC/AC HK-40 que durante 20 A, hemos venido produciendo piezas de aceros termo resistentes para uso de nuestras Plantas níquelíferas y para otras industrias del país, siendo las más representativas: Brazos para los Hornos de Reducción, soporte de quemadores, anillos de los



quemadores, parrillas para el cemento, difusores de aire para calderas, parrillas para carros de sinterización, dientes para brazos de los Hornos, guías para laminación en caliente, soporte de tubos para hornos de refinera de petróleo, partes para hornos de tratamiento térmico y cinceles castillo para el proceso de laminación en la empresa Acinox Tunas entre otras.

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios, en algunos casos se han obtenidos comportamientos de duración superiores a los obtenidos con algunas piezas de importación

Estado actual de los procesos de obtención del mismo

Los aceros termo-resistentes pueden ser clasificados de acuerdo a su composición y estructura metalográfica en tres grupos:

- 1.- Aleaciones cromo-hierro, predominantemente ferríticas.
- 2.- Aleaciones cromo-níquel-hierro, parciales o completamente austeníticas.
- 3.- Aleaciones níquel-cromo-hierro, enteramente austeníticas

La selección de la aleación apropiada para piezas que han de estar expuestas a temperaturas elevadas, requiere del conocimiento de las condiciones de operación y del estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la aleación, las que deben ser relacionadas con las condiciones de operación.

La finalidad es satisfacer los requerimientos de operación al mínimo costo total por unidad de tiempo a temperatura. Generalmente cuanto más severas sean las condiciones de operación más costosa será la aleación empleada.

Basándose en los datos de las condiciones de operación, los que serán suministrados por el cliente y las propiedades físicas y mecánicas relacionadas,

Entonces se podrá seleccionar la aleación, y la composición de la misma que más se ajuste a los requerimientos técnicos, considerando siempre el aspecto económico

El grupo de aleaciones termo resistentes es muy numeroso, nuevas aleaciones han sido desarrolladas recientemente, algunas denominadas súper-aleaciones. En este trabajo no sería posible tratarlas en detalle, nos limitaremos a exponer la más utilizada en la

producción de piezas para nuestras plantas niquelíferas y otras industrias del país, el AC/CA HK-40 denominada como 25-20

Trataremos de abordar algunos elementos en la obtención de la aleación .En la composición química de éstas aleaciones se encuentran 6 elementos de aleación principales. De ellos algunos son alfa genos, Cr, Mo y Si y otros son gamma genos, C, Ni, Mn y N, éste último elemento rara vez es agregado intencionalmente a estas aleaciones, su presencia en fracciones de % se debe principalmente a la reacción entre el cromo en el baño y el nitrógeno en el aire durante la fusión.

RODRÍGUEZ, R.R. 2004 expuso algunos de estos elementos.

Tabla 1.1 Elementos por % conforman la aleación AC/AC HK-40

Carbono	0,35-0,45
Manganeso	1,50
Silicio	1,75
Azufre	0,040
Fósforo	0,040
Cromo	23,0-27,0
Níquel	19,0-22,0

Para obtener óptima resistencia a altas temperaturas y buena ductilidad retenida, es necesario que estas aleaciones sean generalmente austeníticas. Si se mantiene un equilibrio entre los elementos formadores de la ferrita y los elementos formadores de la austenita, puede obtenerse la estructura austenítica deseada

1.3 Instalaciones de la Empresa Mecánica del Níquel

La Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche" fue diseñada con el objetivo de fabricar las piezas de repuesto para las industrias del níquel

fundamentalmente y sus instalaciones se pueden clasificar en dos categorías: básicas y auxiliares.

Las instalaciones básicas la conforman los talleres de producción que son:

Taller de Reparaciones Capitales Automotores.

Taller de Reparaciones Capitales Eléctricas.

Taller de Construcciones Metálicas.

Taller Mecánico.

Taller de Fundición.

Las instalaciones auxiliares están destinadas para el aseguramiento de las actividades de los talleres de producción, estos son:

Taller de Reparaciones Mecánicas.

Taller Misceláneo.

Taller de Modelado Mecánico.

Laboratorio Central.

Planta de Oxígeno.

Planta de Acetileno.

El conjunto de las instalaciones permite efectuar la producción de una amplia variedad de la línea de fabricación. La posibilidad de ejecución comprende realización de las reparaciones generales de equipos de transporte y minería, equipos eléctricos, de fundición de piezas, la fabricación de estructuras y fabricaciones metálicas.

Uno de los principales talleres de la Empresa Mecánica del Níquel "Comandante Gustavo Machín Hoed de Beche" es el taller de Fundición, que se divide en diferentes áreas, plantillaría, Preparación de carga, Preparación de materiales de moldeo, Preparación de mezclas, Machería, Moldeo, Fusión, Ensamble y vertido, Desmolde, Limpieza, acabado y tratamiento térmico para las piezas fundidas.

El proceso tecnológico se compone de diversos procesos realizados en talleres especiales o secciones del taller de fundición.



El proceso podemos verlo de forma más clara en el siguiente esquema

1.4. Descripción del flujo productivo

El proceso de obtención de piezas fundidas comienza con la preparación de los materiales de carga para la fundición y obtención de la aleación deseada en los hornos instalados y la preparación de los materiales de moldeo y mezclas para la elaboración de moldes y machos. Para ello la UEB cuenta con las siguientes operaciones tecnológicas.

Fabricación del juego de modelos (plantillaría): Esta área está destinada a la fabricación de plantillas y cajas de machos (juego de modelo) necesarios para la obtención de los moldes de fundición. Para la elaboración de las plantillas el área se encuentra equipada con dos sierras circulares, dos sierras sinfín, una plana, un cepillo reguesador, dos tornos y una fresadora universal.

Preparación de carga: Operación mediante la cual se prepara la carga metálica que se va a fundir. Los materiales de carga preparados y clasificados, así como, el retorno de la propia producción del taller se almacenan en los fosos y las ferroaleaciones y otros materiales que entran en el área se conservan en contenedores. La carga metálica se realiza teniendo en cuenta el cálculo de carga, donde se refleja la cantidad necesaria de cada uno de los materiales a cargar para garantizar la composición química de la aleación deseada. Para la confección de la carga se prevé cestos metálicos, los cuales se colocan en la plataforma de la báscula digital donde se depositan y pesan los materiales que la componen. Las ferro aleaciones y refractarios necesarios para la fusión se transportan igualmente en cestos.

En esta área se prevé la trituración y molienda de las ferro aleaciones y materiales refractarios a las dimensiones adecuadas para realizar la fundición, para ello cuenta con un molino triturador de mandíbula y un molino de rodillo, así como también se efectúa el revestimiento refractario de hornos y cazuelas.

Preparación de materiales de moldeo: El área de preparación de las arenas forma parte del proceso de moldeo y machería, aquí se recepciona las arenas y son secadas en el tambor secador rotatorio con enfriador. Después de este proceso con ayuda de un elevador de cangilones se traslada hasta el tamiz poligonal donde la arena es tamizada y por medio de un transportador de banda se traslada a las tolvas de almacenamiento de



arena seca, la cual mediante los dosificadores y el sistema de transporte neumático la traslada hacia el área de preparación de mezcla para el moldeo mecanizado en verde y hacia la tolva de recepción del sistema de Moldeo Químico Auto fraguante.

Preparación de mezclas: Operación que forma parte del proceso de moldeo y machería a través de la cual se elaboran las mezclas para la elaboración de moldes y machos para todo tipo de fundición, las cuales son:

Mezcla de macho para proceso Auto fraguante.

Mezcla de moldeo para proceso Auto fraguante.

Mezcla de moldeo para proceso convencional.

Las mezclas para el moldeo en verde son suministradas a través de transportadores de banda a las tolvas de alimentación para el moldeo mecanizado y en contenedores para el moldeo manual. La mezcla auto fraguante se suministra directamente desde el mezclador continuo a los moldes.

Machería: Por medio de esta operación se fabrican los machos para obtener las cavidades, orificios y superficies externas de las piezas cuya configuración no permita obtenerla mediante la plantilla. Los machos se elaboran a partir de mezcla auto fraguante en los bancos de macheros con ayuda de pisones manuales. La mezcla de machos se transporta desde el área de preparación de mezcla con ayuda de la grúa eléctrica de puente en contenedores. Después de este proceso los machos se recubren con pintura antiostra base alcohol. En esta área se prevé la preparación de los herrajes de moldeo y machería, la cual se encuentra equipada con una guillotina.

Moldeo: Mediante este proceso se elaboran los moldes de fundición, es decir, se realizan las operaciones de moldeo. Teniendo en cuenta el análisis de posibilidad de fabricación de las piezas fundidas se determina el método de elaboración del molde que puede ser mediante el proceso convencional o el proceso Auto fraguante.

La elaboración de moldes por el método conocido como moldeo en verde de forma mecanizada se prevé mediante dos pares de máquinas moldeadoras modelo 233M y 271BM. El suministro de mezcla de moldeo se efectúa a través de la tolva de alimentación



de cada máquina respectivamente y la alimentación de cajas de moldeo se realiza con ayuda de la grúa eléctrica de puente desde la zona de recepción de estas.

La elaboración de los moldes por el proceso Auto fraguante se realiza por medio de la instalación de mezclado y moldeo que cuenta para ello con un mezclador continuo y mesa compactadora donde se lleva a cabo la preparación de la mezcla y el moldeo como operaciones continuas

(Salcines, 1985), da a conocer las características y propiedades de los diferentes materiales que forman la mezcla de moldeo autofraguante. .

Fusión: En el área de fusión se realizan todas las marcas de las aleaciones de hierro, en un horno de inducción con crisol de frecuencia industrial; para la fusión de todas las marcas de acero se realiza en dos hornos de inducción con crisol de alta frecuencia y un horno de arco eléctrico; para la fusión de las aleaciones no ferrosos se prevé un horno con crisol de alta frecuencia destinado a la fusión de las aleaciones base cobre, para la fusión de las aleaciones base aluminio se utiliza una fragua y además, cuenta con un horno de alta frecuencia destinado básicamente a la investigación y desarrollo de nuevas aleaciones.

La carga metálica para realizar la fusión de las diferentes aleaciones en los hornos de inducción se transporta con ayuda de la grúa eléctrica de puente en los cestos hasta la plataforma de los mismos, donde de forma manual se suministran los materiales componentes de la carga, de igual forma la carga se traslada hasta los hornos de fusión de metales no ferrosos. Para la realización del proceso de fusión en el arco eléctrico, la carga se traslada en cestos con descarga por el fondo, con ayuda de la grúa eléctrica de puente, hasta la solera del horno donde se efectúa la descarga del cesto. Las ferroaleaciones, carburantes y formadores de escoria se trasladan en pequeños recipientes hasta la zona de trabajo. Para la fusión de las aleaciones de metales ferrosos se prevé la realización del análisis de la composición química de los elementos del metal líquido, para ello se cuenta con un laboratorio de análisis químico, equipado con lo último de la técnica moderna, computarizado, capaz de analizar hasta 21 elementos a la vez. El metal líquido obtenido se vierte en cazuelas precalentadas en el banco de secado para ser trasladado al área de vertido.



Ensamble y vertido: Los moldes elaborados son decepcionados en área de fusión para la colocación de los machos y el pintado de los moldes preparados, los cuales son ensamblados con ayuda de las guías de moldeo y la grúa eléctrica de puente. Durante la realización de estas operaciones los moldes son controlados.

Desmolde: Los moldes fundidos se trasladan usando grúas eléctricas de puentes para el área de desmolde donde se sacuden en una zaranda vibratoria para eliminar la arena, la pieza fundida se transporta en contenedores usando una carretilla eléctrica sobre rieles al área de desbarbado y limpieza y la arena se reincorpora al sistema de preparación de mezcla de acuerdo al tipo de proceso utilizado durante el moldeo. Al efectuar el desmolde de los moldes sobre la base del proceso convencional la arena se traslada mediante un transportador de banda, en el cual se realiza la separación de las partículas magnéticas y otro de cangilones hacia la instalación de recuperación, la cual mediante transportadores de banda la envía al área de preparación de mezclas de moldeo en verde.

Los moldes sobre la base del proceso Auto fraguante son recepcionados en la instalación de desmolde Auto fraguante, donde la arena se recupera por método mecánico y se traslada hacia el silo de almacenamiento mediante transportadores neumáticos de donde se alimenta la tolva de recepción de arena recuperada del mezclador continuo, este proceso se efectúa todo de forma automática, este es el equipo más moderno que existe en nuestro país.

Limpieza y acabado: En esta área se efectúa el desmolde de machos de las piezas fundidas, el rebabado, el tratamiento térmico, la limpieza final y la recuperación de los defectos de las piezas fundidas, las cuales se trasladan para la zona de corte del sistema de alimentación y mazarotas con ayuda de los equipos dispuestos en el área. La extracción de los machos, así como la limpieza de las piezas fundidas se prevé en dos tambores de acción periódica y en una cámara de granallado, los tambores rebabadores se encuentran situados en un local aislado, el cual se equipa con una grúa monorraíl y una carretilla eléctrica y la cámara de granallado se equipa con una grúa monorraíl, la cual se introduce hasta el interior de la cámara.



El tratamiento térmico de las piezas fundidas: se realizarán en un horno de tratamiento térmico con solera móvil, calentado por Mazat logrando alcanzar hasta 1200 °C de temperatura en las zonas de trabajo. Para el rebabeo, el esmerilado y la limpieza de la fundición se realizarán con martillos neumáticos, una piedra colgante y dos esmeriladoras estacionarias. La corrección de los defectos de las piezas fundidas se efectúa en un local especial con ayuda de las máquinas de soldadura eléctrica.

Finalmente las piezas fundidas rechazadas, sistema de alimentación y mazarotas se colocan en contenedores de acuerdo a la marca por aleación y se trasladan con ayuda de la grúa eléctrica de puente y la carretilla eléctrica sobre rieles al almacén de materiales de carga o al área de preparación de chatarra para reincorporarla a la fundición.

El proceso de fundición concluye cuando las piezas fundidas son inspeccionadas por el control final, las cuales son certificadas en concordancia con los requisitos reglamentarios y complementarios de la documentación del proceso de fabricación. En caso contrario las piezas fundidas serán rechazadas, las cuales podrán ser recuperables o desechables. RODRÍGUEZ, R.R2004. Las piezas fundidas de aceros al Manganeso son de obligatorio cumplimiento darle tratamiento térmico de Austenizado. (Calentamiento: 1050° - 1100 °C seguido de un enfriamiento en agua superior a los 1000 °c) para lograr una estructura Austenítica sin carburos residuales con propiedades de alta resistencia y plasticidad.



Figura 1. Flujo tecnológico.

1.5. Teoría de elaboración del AC/AC HK-40

La elaboración del AC/AC HK-40 teniendo en cuenta la experiencia de trabajo y de fabricación de la misma, se ha convertido en una aleación de complejidad media, no obstante como la presencia de ferrita disminuye la resistencia a altas temperaturas, si la ferrita se transforma a sigma a temperaturas intermedias, las piezas pueden sufrir fragilidad o agrietamiento cuando son mantenidas dentro de ciertos rangos de temperaturas o cuando son calentadas y enfriadas repetidas veces dentro de éstos rangos.



Para obtener óptima resistencia en altas temperaturas y buena ductilidad retenida, es necesario que estas aleaciones sean generalmente austeníticas. Si se mantiene un equilibrio entre los elementos formadores de la ferrita y los elementos formadores de la austenita, puede obtenerse la estructura austenítica y con estas las propiedades mecánicas deseadas las cuales señalamos a continuación.

Tabla 1.2 Propiedades del AC/AC HK-40.

Resistencia tracción, min, ksi (mPa)	62
	(425)
Yield strengthA, min., ksi (mPa)	35
	(240)
Elongation in 2 in. or 50 mmB, min, %	10

En las aleaciones comerciales con contenidos usuales de carbono, nitrógeno, manganeso y silicio, algunos investigadores plantean que la relación de cromo a níquel necesaria para asegurar una aleación austenítica estable es expresada por la fórmula:

$$\frac{\%Cr - (16 \cdot \%C)}{Ni} < 1,7$$

1.6. Organización del área de preparación de la carga y de fusión

Proceso de fabricación de AC/AC HK-40:

Para la fabricación del HK-40 la carga será preparada con materiales seleccionados de composición química conocida y deberán ser pesados en una pesa que estará en perfectas condiciones. Como fundente se utilizará carbonato de calcio.



El orden de introducción de los materiales que componen la carga dentro del crisol es el siguiente: (1) Fundente en el fondo del crisol, (2) Palanquilla, chatarra de acero y arrabio, (3) Ferro-cromo o ferro-metálico, (4) Ferro-molibdeno, (5) Sinter de níquel, (6) Refundido de acero termo resistente, (7) Ferro-manganeso o manganeso metálico, cuando todo el metal está líquido, (8) Ferro-silicio, Para la desoxidación del metal se usará calcio silicio el que se introduce 5 minutos antes de realizarse el vaciado.

La temperatura de fusión de estas aleaciones varía entre 1350 °C y 1455 °C, dependiendo de la composición, la temperatura de vaciado podrá ser de 1550 °C a 1650 °C, dependiendo de los espesores medios de las piezas y de la densidad relativa

Todas las piezas fundidas recibirán tratamiento térmico de acuerdo con la temperatura especificada para cada caso, seguido de un enfriamiento en agua o enfriamiento rápido por otros medios

Un tratamiento térmico apropiado para estas aleaciones es usualmente necesario para incrementar la resistencia a la corrosión y en algunos casos para cumplir con las propiedades mecánicas. La temperatura mínima es especificada, sin embargo es necesario en ocasiones elevar la temperatura de tratamiento térmico y esperar un mínimo de tiempo y luego enfriar rápidamente para mejorar la resistencia a la corrosión y cumplir con las propiedades mecánicas.

La superficie de la pieza fundida será examinada visualmente y desprovista de arena adherida, capa de óxido, grietas y gotas calientes. Otros defectos cumplirán con las normas de aceptación visual especificadas en el contrato. Se puede hacer uso del Método Visual SP-55 u otras normas visuales para definir los defectos de superficies aceptables y el acabado. Los defectos de superficies que no sean aceptados, serán eliminados y luego se verificará visualmente las cavidades resultantes.

Los defectos más comunes en este tipo de aleación esta relacionado con las grietas, en nuestro caso tenemos como ejemplo los brazos de los hornos de reducción y los dientes.

Las causas asociadas a estos se han podido determinar que están relacionados con la composición química, aunque es necesario realizar un estudio sobre las relación entre los elementos que forman la ferrita y los que forman la austerita



En este tipo de horno, el calor para la fusión del acero se obtiene del arco eléctrico que se produce entre el electrodo y la superficie de la carga metálica

1.7. Tipos de clasificación de los AC/AC HK-40

Se conoce que la aleación AC/ACHK-40 se clasifica en 4 grupos, estos grupos es tan formados según la cantidad de composición química para la carga metálica donde a mayor retorno permite que la aleación sea menos costosa que a diferencia de los demás elementos ,que por su composición son menos factible, pues tomando todos esto elementos para la construcción de una aleación nueva le tonara al taller un costo mayor y no será factible pues ya que refleja un margen no favorable a la UEB de fundición.

1.8. Influencia de los elementos en la Aleación

Carbono: Está combinado como componente del carburo de hierro (Fe_3O), determinan las propiedades del hierro fundido, como son: resistencia y dureza.

Silicio: Favorece la precipitación del grafito. Su presencia aumenta algo la resistencia del Hierro, pero si su proporción se eleva al 4 %, entonces endurece las piezas hasta el punto de que el Hierro se vuelve quebradizo.

Manganeso: Se disuelve en la ferrita y se combina con el carbono creando carburos, y con el azufre el sulfuro manganeso (MnS), lo que eleva la resistencia de la fundición y reduce su viscosidad. El manganeso en la fundición neutraliza la influencia nociva del Azufre.

Azufre: Es un elemento perjudicial para la calidad del hierro, dificulta su fusión y aumenta considerablemente su dureza, fragilidad y contracción, provocando estas últimas, tensiones internas, grietas, etc. La proporción del azufre debe mantenerse tan baja como sea posible, no exceder en ningún caso por encima de 0.17 %.

Fósforo: Es un elemento perjudicial para la calidad del hierro, resulta este último frágil al sobrepasar la proporción de 0.3 a 1 %. Cuando se trata de piezas coladas de alta calidad, el contenido máximo admisible es de 0,05 %.

Níquel: Actúa como grafitizante, disminuyendo los carburos y afinando el grano de hierro. Por medio de esta adición se obtiene un aumento de la resistencia mecánica y de la

homogeneidad de la pieza fundida. El níquel es el elemento aleado más importante para mejorar la calidad de la fundición.

Cromo: Aumenta el % de carburos de cromo, éste en pequeñas proporciones mejora las propiedades mecánicas de las piezas fundidas, pero en mayores cantidades tiende a la fragilidad de las mismas.

Cobre: Con un contenido de 3 a 4 % se disuelve con facilidad en la fundición líquida, contribuye a la grafitización y reduce la dureza de la fundición, en la fundición gris contribuye a la estabilidad de la perlita.

1.9. Organización del área de preparación de la carga y de fusión

Previamente debemos mencionar los materiales de cargas

Materiales de Carga

Ferro Silicio 75.

Ferro Silicio 45.

Ferro Manganeso 1,5.

Chatarra de acero al carbono.

Ferro Molibdeno.

Níquel sinter.

Ferro Cromo bajo Carbono.

Ferro Cromo Medio Carbono.

Ferro Cromo Alto Carbono.

Carburizantes (carbón Antracita, Carbón Coque, Electroodos, Etc).

Fundentes y desoxidantes (Espato flúor, Magnesita, Calcio Silicio, Aluminio, Caliza y otros).

Cálculo de carga

Para asegurar la composición química prefijada y la calidad necesaria de la fundición, se debe calcular la carga para 100 kg. de metal cargado, para ello debe tenerse en cuenta las



pérdidas de los elementos de la aleación a calcular. Para realizar el cálculo de la carga existen tres métodos: De selección, analítico y gráfico; sólo vemos el analítico Pág. 117 libro Producción de acero.

$$\text{Fórmula: } X = \frac{C \cdot E}{A - p}$$

Donde: X—Cantidad de cada elemento en la carga en kg.

C— carga, en kg.

E-- elemento en la carga %.

A-- asimilación del elemento en la carga %.

P—pérdidas de los elementos durante la fusión %.

Ejemplo

$$Si = \frac{100 \cdot 0,4}{75 - 6} = 0,58 \text{ kg}$$

Carga

Todos los materiales de carga deben estar secos y limpios.

La confección y pesaje de los materiales que componen la carga metálica se realizará de acuerdo con el registro 08-R-06 "Registro de Cálculo de Carga".

Triturar las ferro aleaciones, el espato flúor, el calcio silicio, la caliza y los pedazos de electrodos con ayuda del triturador de mandíbulas que no excedan de 20 mm.

Si es necesario en la carga metálica otro tipo de ferro aleación se procede al pesaje de la misma.

1.10. Actualidad en el área de carga para la fusión

Preparación para comenzar la actividad

- Pesar la ferro-aleación en la báscula de 6 t de la siguiente forma:
- Limpiar la plataforma de la báscula de los residuos anteriores.



- Colocar un recipiente limpio en la plataforma de la báscula.
- Poner en funcionamiento la báscula.
- Tarar el peso del recipiente.
- Depositar con ayuda de una pala la ferro aleación deseada en la carga metálica hasta lograr el peso en la misma.
- Retirar de la plataforma el recipiente.
- Si es necesario en la carga metálica otro tipo de ferro aleación se procede al pesaje de la misma forma que la descrita en los puntos anteriores.

Secuencia ordenada de las operaciones a realizar

- Limpiar el cesto de los residuos de la carga anterior.
- Colocar el cesto de carga en la plataforma de la báscula de 5 t.
- Poner en funcionamiento la báscula y tarar el cesto de carga.
- Añadir los materiales magnéticos con ayuda de la grúa con electroimán hasta lograr el peso deseado en la carga metálica.
- Añadir las ferro-aleaciones
- Pesar los restantes materiales en la báscula de 6 t que componen el cálculo de la carga y depositarlo en el cesto de carga.
- Transportar el cesto de carga hasta la carretilla eléctrica y trasladarla al área de hornos.

Frecuencia de ejecución

La presente actividad tiene una frecuencia diaria.

Tablas 1.3 Receta que se toma para la elaboración del AC/AC HK-40.

Acero HK40	1 Tn
Chatarra	396Kg
Ferro Cromo	384Kg
Ferro Silicio	10Kg
Ferro Manganeso	10Kg
Carbon	5Kg
Sinter	222Kg

Acero HK40	1 Tn
Chatarra	275Kg
Ferro Cromo	188Kg
Ferro Silicio	10Kg
Ferro Manganeso	10Kg
Retorno	500Kg
Sinter	108Kg

Acero HK40	1.8 Tn
Chatarra	436Kg
Ferro Cromo	510Kg
Ferro Silicio	14Kg
Ferro Manganeso	14Kg
Retorno	700Kg
Sinter	260Kg

Acero HK40	1.8 Tn
Chatarra	730Kg
Ferro Cromo	761Kg
Ferro Silicio	14Kg
Ferro Manganeso	14Kg
Sinter	425Kg

En esta **tabla1.4** se encuentran el porcentaje admisible de cada elemento

Composición química, %	ELEMENTOS													
	C		Si		Mn		Cr		Ni		P		S	
	De	hasta	De	hasta	De	hasta	De	hasta	De	hasta	De	hasta	De	hasta
	0,3	0,5	0,5	1	0,75	1,5	23	27	18	22	0,001	0,05	0,001	0,05
Análisis deseado, %														

1.11. Caracterización de la aleación

Los materiales de carga con lo cual es posible obtener la AC/AC HK-40 se denominan: Retorno, Chatarra, Palanquilla, Ferro-Cromo, Sinter de, Ferro-Manganeso, Ferro-Silicio, Carbón Antracita. Hay que señalar que en dependencia de la cantidad de cada uno de estos materiales a utilizar, existen 4 formas fundamentales de lograr el HK-40 pero en la investigación se designo tienen las siguientes forma.

Actualmente este procesos es el más usado y lo más recomendado teniendo en cuenta los costos que altos, pero en este caso hemos decidido enmarcarnos en AC/AC HK-40 de nueva de Ferro-Cromo o cromo metálico es material más empleado en la aleación ya que se en carga del aporte de cromo a esta aleación, es el cromo el elemento de mayor % en la aleación es le material más costoso de los que se emplean.

Tablas 1.5 Composición de la carga metálica HK-40 (nuevo).

Composición de la Carga Metálica	Peso, kg
Palanquilla	36,76
Fe Cr 0.06	40
Ni-Sinter	21,74
Fe Si 75	0,5
Fe Mn 1.5	0,6
Carbón Antracita	0,4

1.12. Fusión de las aleaciones en el horno de Inducción

Los hornos de Inducción están destinados para la fusión de las aleaciones ferrosas y no ferrosas (con crisol de grafito o sin éste).

Su principio de funcionamiento está basado en que el calentamiento del metal se produce por una corriente de mucha intensidad y de muy baja tensión. Dicha corriente circula directamente por el metal que se quiera fundir y es inducida por un bobinado primario, que es conectado a la red eléctrica de alta o baja tensión. En realidad el metal que se funde representa la bobina secundaria compuesta de una sola espira de un transformador de potencia.



Debido a la fuerza electromotriz que se produce entre la bobina primaria y el metal fundido este se encuentra en continuo movimiento, por lo que la estructura del producto fundido resulta muy homogénea hay que abordar que el horno no posee pirómetro donde no se conoce la temperatura de vaciado del horno y esto da paso a la temperatura de vertido que no se conoce y es tomada por la experiencia de los operadores del horno. RODRÍGUEZ, R.R. 2004. En este tipo de horno, el calor para la fusión del acero se obtiene del arco eléctrico que se produce entre el electrodo y la superficie de la carga metálica.

Condiciones óptimas del horno para la fundición

Antes de preparar el horno para fundir éste debe ser revestido con materiales refractarios apropiados, según el tipo de aleaciones a fundir.

Para el revestimiento ácido se emplea como material base el cuarzo y se recomienda para la fusión del hierro y sus aleaciones.

Para el revestimiento básico se emplea como material base el óxido de magnesio y se recomienda para las aleaciones de hierro altamente aleado, aceros al carbono y aceros de alta aleación.

Para los hornos de arco eléctrico se emplea el revestimiento con ladrillos dinas(ácido) para la fusión de los hierros, de ladrillos de Magnesita(Básico) para la fusión de los aceros al carbono y al manganeso y cromo-magnesita(básico) para la fusión de las aleaciones, hierros altos aleados, aceros aleados y altos aleados.

Tipos de revestimientos

Los revestimientos para hornos se clasifican en: ácidos, básicos y neutros.

Los ácidos, tienen no menos de un 95 % de SiO_2 ; los básicos, tienen que estar compuestos por no menos del 95 % de MgO y los neutros compuestos por no menos del 94 % de Al_2O_3

Tabla 1.6 Material de revestimientos.

1	Laca o baquelita Cuarzo molido en polvo	30 70	La mezcla se deposita en el interior del inductor, con anterioridad se debe recubrir con una pequeña capa de laca. El secado se realiza con temperatura de (50 a 60) ⁰ C.
2	Yeso de construcción Cuarzo molido en polvo o arena de cuarzo con granulometría no mayor de 1 mm	30 70	Se mezcla con agua hasta alcanzar una humedad de (8.0 a 10.0) % rápidamente se recubre el interior del inductor y luego dentro de (30 a 40) min. se efectúa el secado.
3	Cemento refractario O alta Alúmina.	100	Se mezcla con agua hasta alcanzar una humedad de (4.5 a 5) %, rápidamente se recubre el interior del inductor y luego dentro de (30 a 40) min. se efectúa el secado.

1.13. Preparación del inductor.

- Antes de comenzar los trabajos de revestimiento, el inductor debe ser soplado con aire comprimido.
- Durante la inspección se debe prestar especial atención al estado de los separadores de las espiras.
- Después de la inspección visual el inductor se somete a una prueba bajo presión de agua de 6 a 10 atmósferas para detectar escape de agua en el mismo.
- En el interior del inductor antes la ausencia del recubrimiento monolítico se aplicara una de las siguientes composiciones de pastas aislantes:
- Aplicar una capa de la mezcla aislante al inductor hasta alcanzar un espesor de (5 a 10) mm y dejar en reposo durante una hora.
- Aplicar una segunda capa de mezcla al inductor con el mismo espesor de la anterior.

- Dejar reposar por espacio de 2 h. y a continuación aplicar calor con el charlón colocado con cuñas separadoras por espacio de 2-4 h.

Antes de comenzar el trabajo con el horno se debe tener en cuenta:

- Observar el estado del revestimiento del horno y reparar las partes dañadas.
- Todos los materiales de carga deben de estar secos y libres de grasa, aceite u otro material combustible.
- Verificar el correcto funcionamiento de todos los instrumentos de medición y señalización del horno.
- Bascular el horno en vacío.

Curado y sinterizado del revestimiento.

Los materiales de carga de los hornos para la cura tienen que ser pequeños para buscar una buena homogeneidad en la carga y que el sinterizado del revestimiento sea lo más uniforme. Nunca debe comenzarse una cura con hierro sintético, debido a que el carburizante desprende una cantidad de calor muy grande y con ello la aceleración del sinterizado no uniforme.

El secado y sinterizado del crisol se realiza desde su inicio con el horno cargado.

En las tres primeras horas la potencia debe ser el 15 % de la máxima (aumentando la misma en 20 Kw/h).

En lo adelante la potencia del horno se aumentará por hora en un 20, 30 y 55 % de la potencia máxima, hasta obtener 1450 °C, manteniéndose la misma entre 60-75 min.

El vertido se realizará a una temperatura de 1300°C. Después de esta se deben realizar seguido no menos de dos a tres coladas de acero.

De la misma manera se efectúa en el horno No 3, con el inconveniente de que es necesario dentro de lo posible, añadir de 800-900 kg de metal líquido, (cuando este tenga 7 h de calentamiento) a una temperatura de 1280 °C 300 °C con esto se agiliza la cura y permite que la misma se realice más uniforme. En este caso la temperatura debe llegar hasta los 1500 °C, manteniéndose por espacio de 1,5 h. los cambios de TAP se realizan cada una hora.



1.14. Fusión de la carga metálica (con el horno apagado) en el siguiente orden:

- Chatarra de acero al carbono.
- Sinter de Níquel.(cuando es mucha cantidad añadirlo por capa).
- Ferro Cromo.(cuando es mucha cantidad añadirlo por capa).
- Ferro Molibdeno.
- Retorno.
- Arrabio.

Efectuar la fusión de la carga metálica con la máxima potencia del horno.

- Durante la fusión parcial de la carga, cuando en el fondo del crisol aparece el metal líquido, cubrirlo con una mezcla de formadores de escoria, en la cantidad de (2 a 3) % de los materiales de carga.
- Mover la carga a medida que la misma va pasando al estado líquido.
- Después de la fusión total de la carga metálica bajar la potencia hasta un (20 a 40) % de la máxima.
- Eliminar la escoria y extraer una muestra para el análisis previo de la aleación.
- Añadir nuevos formadores de escoria en la cantidad de (1,5 a 2,0) % de la masa de los materiales de carga.
- Afino de la aleación y extraer una probeta para verificar la composición química.
- Añadir el ferro manganeso y ferro silicio de (5 a 10) min antes del vaciado del metal a la cazuela.
- Elevar la potencia del horno y calentar el metal hasta lograr una temperatura de vaciado mayor en 30 °C a 50 °C superior a la temperatura de vertido indicada en la carta tecnológica del proceso de fundición.
- Realizar la desoxidación del metal con Calcio Silicio, Aluminio o Ferro Titanio, según el tipo de acero.

- Depositar en la cazuela una parte del aluminio, Calcio Silicio o Ferro Titanio para la desoxidación final.
- Eliminar el resto de la escoria y efectuar el vaciado del metal en la cazuela de vertido.

Derretido

Es de gran importancia la selección de los materiales de carga, que los mismos estén libres de impurezas,(grasa, pinturas, arena, etc), composición química determinada y secos. Al seleccionar la carga se debe tener en cuenta añadir el retorno hasta un 30 %, si el manganeso es metálico tratar que el mismo sea en esquirlas y que los demás elementos tengan el $P < 0,07$ y $S < 0,04$ %. La temperatura de fusión nunca debe sobrepasar los 1520 °C, ya que el metal tiende a oxidarse y es muy difícil la eliminación del Fósforo, causante de la fragilidad en las aleaciones de acero.

Conclusiones del Capítulo 1

- Se observa todo lo referido a la teoría de elaboración del AC/AC HK-40.
- Se presentaron las principales investigaciones consultadas que tratan temas relacionados con la preparación y fabricación del AC/AC HK-40 en el área de carga y fusión.
- Se conoce el estado que se encuentra el proceso en el taller de fundición.



CAPÍTULO 2. MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se describen los principales materiales y métodos utilizados en el desarrollo de la investigación. Para el mismo se trazaron los siguientes objetivos.

- Exponer los materiales utilizados en la investigación.
- Describir la metodología de cálculo a seguir en la investigación.

La investigación se desarrolló en la UEB de Fundición de la Empresa Mecánica, donde se analizó el comportamiento del balance de metal en el renglón de (Brazo de Hornos,) fabricado de la aleación HK 40. Tendiendo en cuenta lo establecido en la norma de consumo establecida para el HK 40 en la UEB.

- Qué son las normas de consumo.
- Normas técnicas sobre el consumo de materiales consensuadas y aceptadas.
- Cómo se confecciona la norma de consumo.
- A partir del tipo de aleación y el cálculo de la carga correspondiente.
- Qué elementos la componen.
- Los materiales empleados para la fusión de la aleación, las adiciones y el balance del metal.

Tabla 2.1 Norma de consumo de los materiales de carga para la producción de 1,0 tonelada de piezas fundidas útiles.

Aleación: HK-40 (ASTM A351)			
No.	Denominación del material	Consumo para 1 t de piezas útiles.	
		%	Kg.
1	Palanquilla	36,80	566,15
2	Ferro cromo	40,00	615,38
3	Níquel Sinter	21,70	333,85
4	Ferro silicio	0,50	7,69
5	Ferro manganeso	0,6	9,23
6	Carbón Antracita	0,40	6,15
	Total	100,00	1538,46
	Adiciones		
1	Calcio silicio	0,20	3,08
	Balance material		
1	Fundición útil	65	1000,00
2	Retorno	30	461,54
3	Pérdidas	5	76,92
	TOTAL	100	1538,46

Fue necesario comprobar la fundición útil, el retorno y las pérdidas que se obtienen en el renglón bajo consideración.

Esto fue posible primeramente.

Conociendo de una tonelada de metal líquido destinada a la fusión de algunos de los renglones seleccionada, el peso de la pieza, el peso de los sistemas de alimentación y el peso de las pérdidas por derrame, luego aplicando la fórmula

$$C = Mu + Sa + P$$

$C \rightarrow$ Colada 1 t

$Mu \rightarrow$ Metal Útil, kg

$Sa \rightarrow$ Sistema de Alimentación, kg

$P \rightarrow$ Pérdidas, %



Despeje

$$P = C - Sa - P$$

Se determina el rendimiento del metal útil en el renglón determinado.

2. 1. Metodología de Investigación

Para la determinación del balance de metal (brazo), se tomaron las dos piezas obtenidas en una colada (una tonelada de metal líquido), y se procedió a su pesaje con el sistema de alimentación incluido, (con la ayuda de una pesa báscula de 5 t ubicada en el área de carga de la UEB), luego se procedió al corte del sistema de alimentación y se le realizó nuevamente su pesaje, con lo cual se pudo determinar el porcentaje que representa el sistema de alimentación en el retorno, así como las pérdidas y el porcentaje de metal útil.

2 .2. Metodología de cálculo

Una vez obtenido los valores del balance de metal en el renglón antes mencionados, se procedió a la comprobación de dicho balance con el comportamiento que debe presentar según lo establecido en las normas cubana utilizadas en el taller de fundición ver **tabla 2.1.**

Luego se analizaron las causas que provocan las desviaciones del balance obtenido con el normalizado, mediante inspección visual y minuciosa en todo el proceso de fabricación del renglón, se pudo conocer, que, para mejorar el aprovechamiento del metal líquido en la fabricación de los brazos es necesario rediseñar la tecnología existente de los brazos, en el capítulo tres se exponen algunas sugerencias que pueden ser utilizadas para mejorar el aprovechamiento del metal líquido y por consiguiente mejorar el balance útil en la fabricación de los brazos.

2.3. Metodología para el cálculo de la norma de consumo

Objetivo

Establecer las normas de consumo de los materiales fundamentales y auxiliares a utilizar en el proceso de producción de una (1) tonelada de piezas fundidas útiles en la UEB de fundición.



Alcance

Esta norma de consumo abarca a todas las marcas de aleaciones ferrosas y no ferrosas que se procesan en la UEB de Fundición.

Responsabilidades

Especialista principal de tecnología - UEB fundición:

Garantiza la elaboración, revisión y aprobación o validación de las normas de consumo requeridas en el proceso de fundición. Conserva su estado en archivo y controla su correcto uso en la UEB.

Monitorea cíclicamente el correcto cumplimiento de las normas de consumo.

En casos de existir aumentos de eficiencias o desviaciones negativas del proceso por problemas técnicos, actualiza las normas de consumo a los nuevos requerimientos de la UEB.

Propone al director de la UEB la actualización de la norma de consumo en caso de requerirse y concluido ello, se la entrega para su revisión y firma.

Estará al tanto de nuevas tecnologías con real posibilidad técnico-económica de introducirse en la UEB para mejorar la eficiencia del proceso con disminución de la norma de consumo.

Desarrollo

Las normas de consumo se confeccionarían para los siguientes procesos:

Carga – norma de consumo de los materiales de carga para la producción de 1 ton de piezas fundidas útiles.

La elaboración de la norma de consumo de los materiales de carga para cada aleación se realiza teniendo en cuenta el cálculo de la carga metálica según el registro R-08-006.

El balance material en la norma de consumo de los materiales de carga está compuesto por: fundición útil, retorno y pérdidas en las proporciones definidas para cada aleación.

El cumplimiento de la norma de consumo se revisara mensualmente por la dirección de la UEB en el balance económico. De existir desviaciones significativas, que impliquen

modificaciones del alcance de los consumos reflejados, se procederá a la modificación de la misma.

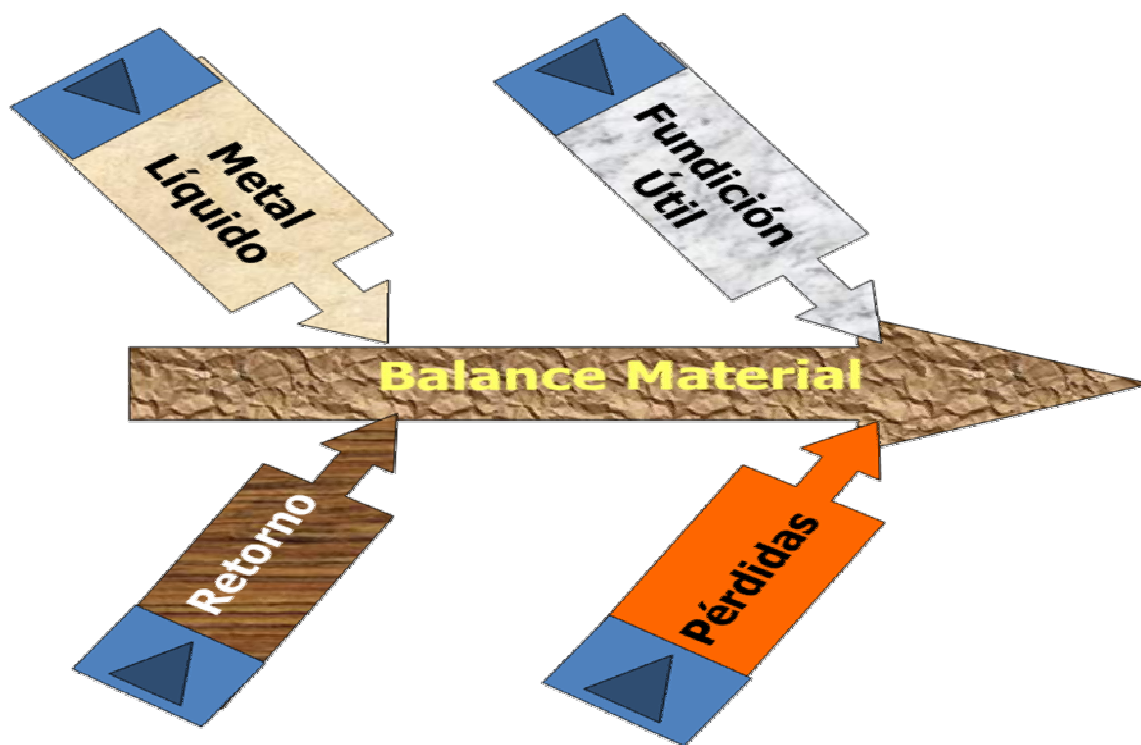
Las modificaciones de esta norma se realizarán por el grupo técnico de la UEB Fundición.

Las aprobaciones de las modificaciones a la norma de consumo se realizarán por el consejo técnico asesor, con previa solicitud de la dirección de la UEB a este órgano colegiado.

Cuál es su finalidad

La optimización de los recursos, la fiabilidad y contabilidad de los materiales empleados durante el proceso productivo.

2. 4.Composición del balance



Metal líquido

Se obtiene a partir de las cargas realizadas y contabilizadas, donde se incluyen todos los materiales utilizados en la producción.

Se controla por los partes diarios por tipo de aleación emitidos por el jefe de brigada de carga y revertería

Fundición útil

Esta información es emitida por planificación y consiste en:

- Resumen de la producción certificada
- Resumen de las toneladas de esa producción por tipo de aleación

Retorno

Es la parte que corresponde a sistemas de alimentación, mazarotas, rechazos clasificado como otros usos y nuevo desarrollo, lingotes.

Esta información es emitida por el Jefe de brigada de carga y consiste en la contabilización por tipo de aleación de los retornos generados en la fundición

Previamente el jefe de brigada de acabado deberá clasificar los retornos.

Pérdidas

Es la parte que corresponde a las pérdidas de proceso, entiéndase

- En el proceso de escorificación
- Vaciado y vertido del metal
- Rechazos que por su magnitud no puedan ser reutilizados, previamente definidos por el modelo de no conformidad

2.5. Materiales y equipos a utilizar

- Grúa de puente con electroimán.
- Báscula de 5 t.
- Báscula de 6 t.
- Carretilla eléctrica
- Triturador de mandíbulas.
- Pala.

- Cesto de carga.
- Carretilla manual

Conclusiones del Capítulo 2

- Se establecieron los fundamentos teóricos más importantes para los cálculos empleo para el método de las normas de consumo.
- Se expuso el tipos de análisis relacionado con el procedimiento y metodología para la investigación
- Quedo representado hacia donde fue dirigido el análisis y aplicación de las normas de consumo que este caso fueron algunos de los renglones mas representativos para la fundición AC/AC HK-40 (Brazo de Hornos).

CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

La presente metódica fue trabajada tomando como base las instrucciones de normas de consumo de materiales de carga utilizados en la producción de 1 ton de piezas fundidas útiles de la. AC/ AC HK- 40.

3.1. Método del trabajo.

A continuación se describe en la **Tabla 3.1.** Las normas de consumo establecidas en la normas cubanas para obtener una tonelada de metal útil en la preparación de las cargas de HK-40 destinada a la obtención de (Brazo de Hornos) renglón bajo consideración en la presente investigación.

Tabla 3.1 Las Normas de consumo

Aleación: HK-40 (ASTM A351)			
No.	Denominación del material	Consumo para 1 t de piezas útiles.	
		%	Kg.
1	Palanquilla	36,80	566,15
2	Ferro cromo	40,00	615,38
3	Níquel Sinter	21,70	333,85
4	Ferro silicio	0,50	7,69
5	Ferro manganeso	0,6	9,23
6	Carbón Antracita	0,40	6,15
	Total	100,00	1538,46
	Adiciones		
1	Calcio silicio	0,20	3,08
	Balance material		
1	Fundición útil	65	1000,00
2	Retorno	30	461,54
3	Pérdidas	5	76,92
	Total	100	1538,46

Dado que en la obtención de una tonelada de metal útil es necesario preparar 1.5 t de metal liquido para la compensación de las pérdidas y retornos, en las condiciones actuales del Taller de fundición de la empresa Mecánica del Níquel cuenta con dos instalaciones de hornos de inducción con capacidad máxima de 1.2 t destinada a la fusión de las variadas aleaciones que en dicho taller se fabrican, por tanto fue necesario convertir la

tabla anterior (**tabla 3.1**), a las condiciones de capacidad de trabajo del horno que es una tonelada, a continuación se exponen en la **Tabla 3.2** los valores a obtener en la fusión de una tonelada de metal Líquido.

Tabla 3.2 Normas de consumo para la fusión de una tonelada de metal líquido en hornos de Inducción.

Aleación: HK-40 (ASTM A351)			
No.	Denominación del material	Consumo para 1 t de piezas útiles.	
		%	Kg.
1	Palanquilla	36,80	368
2	Ferro- cromo	40,00	400
3	Níquel Sinter	21,70	217
4	Ferro -silicio	0,50	5
5	Ferro- manganeso	0,6	6
6	Carbón Antracita	0,40	4
	TOTAL	100,00	1000
	ADICIONES		
1	Calcio silicio	0,20	3,08
	BALANCE MATERIAL		
1	Fundición útil	65	650
2	Retorno	30	300
3	Pérdidas	5	50
	TOTAL	100	1000

Como se puede observar en la tabla anterior (3.2) de la fusión de una tonelada de metal líquido, se debe aprovechar el 65 % como mínimo (que representa 650 kg de la colada o metal líquido) valor establecido en las normas cubana en la fusión de este tipo de aleación.

3.2. Análisis de los resultados.

En la **tabla 3.3** se expone el comportamiento que tuvo la fusión de una tonelada de metal líquido, destinada a la obtención de brazo, en el **figura 3 1** se exponen los resultados obtenidos en el balance de metal para la obtención de los brazos.

Tabla 3.3 Normas de consumo para la fusión de una tonelada de metal líquido para brazos de hornos.

Aleación: HK-40 (ASTM A351)			
No.	Denominación del material	Consumo para 1 t de piezas útiles.	
		%	kg.
1	Palanquilla	36,80	368
2	Ferro- cromo	40,00	400
3	Níquel Sinter	21,70	217
4	Ferro -silicio	0,50	5
5	Ferro- manganeso	0,6	6
6	Carbón Antracita	0,40	4
	TOTAL	100,00	1000
ADICIONES			
1	Calcio silicio	0,20	3,08
BALANCE MATERIAL			
1	Fundición útil	57,6	576
2	Retorno	39	390
3	Pérdidas	3	30
	TOTAL	100	1000

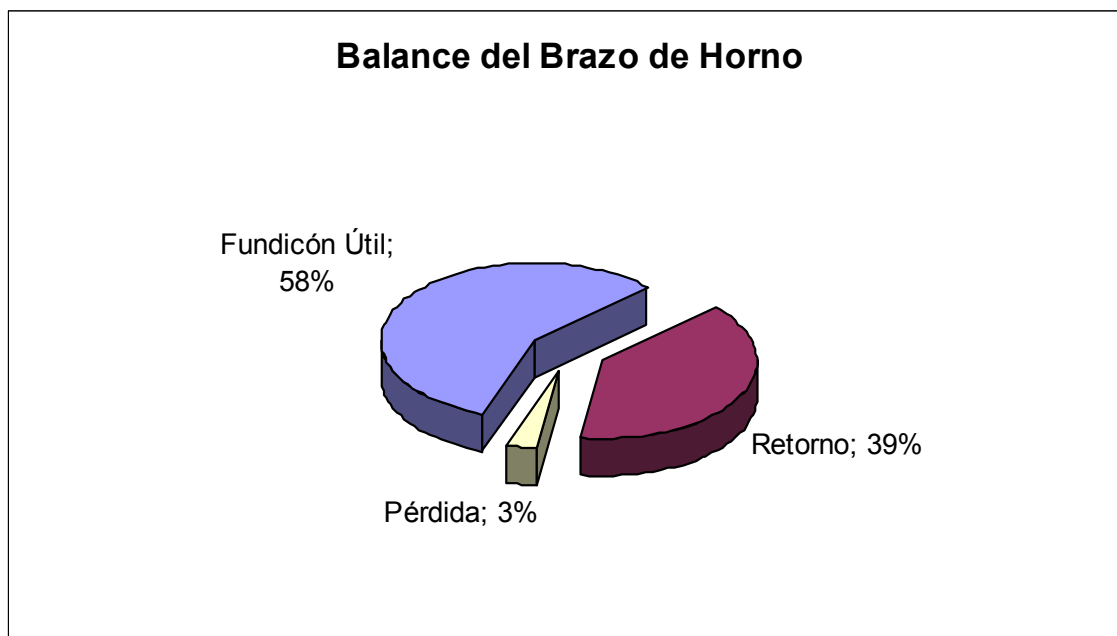


Figura 3.1 Balance material en 1 t de metal líquido para obtener brazos.



De la Figura anterior se puede observar el aprovechamiento o rendimiento de la fundición útil en la obtención de brazos, el se comporta inferior a lo establecido en las normas cubanas (65 %) por lo que en las condiciones actuales la fabricación de brazos está trayendo consigo bajo aprovechamiento del metal líquido debido, a que, los retornos están en valores superiores a lo establecido (39 %).

Se puede observar que las pérdidas en la fabricación de brazos se comporta positivamente, ya que las instalaciones de hornos de inducción generan poca escoria en ello influye la selección cuidadosa de los materiales de carga, también durante el vertido se genera poco derrame por ser la misma en plano inclinado, en ello influye además la destreza de los vertedores en estas piezas de gran responsabilidad.

En el **anexo 1**. Se muestran el comportamiento de los rechazos en los brazos en el período de enero-abril 2010. Se puede observar que con la demanda de brazos fabricados en la UEB por meses el % de rechazo en brazos es inferior al 5 %, en parte debido a la experiencia en la UEB de fundición con más de quince A en la fabricación de los brazos para hornos de reducción, y en parte a lo que representa económicamente el rechazo de un brazo fundido

Durante el análisis en esta investigación se pudo comprobar que para obtener mejores resultados durante la fusión de esta aleación y obtener un mejor aprovechamiento del metal líquido es necesario cambiar la tecnología de fusión de los brazos, es decir, cambiar el plano divisorio en la plantilla para dejar en vez de dos escoreadores un solo escoreador para alimentar la pieza en el molde manteniendo sus seis alimentadores (cambiando la forma del plano divisorio actual, se lograría disminuir el largo que presenta el escoreador y por consiguiente el recorrido que realiza el metal para llegar a los alimentadores así como, el consumo de metal en los mismos ver **anexo 2**), el cual provocaría una disminución de los retornos que genera esta fusión y así se incrementaría la fundición útil del brazo.

Logrando disminuir el retorno (con el rediseño del plano divisorio, se puede disminuir el escoreador de valores de 39 % a 30 % .), por lo que se lograría obtener 91 kg de metal líquido por cada colada que pudiera ser utilizada para incrementar el aprovechamiento del metal útil. Según las condiciones del plan de producción del Taller de fundición el diplomante propone aprovechar éste metal líquido en la obtención de veinte piezas de



cincel CastilloN°11 (ver en el Anexo 3 especificaciones del cincel Castillos11 que representa las piezas contenidas en un molde) así se convertiría este metal líquido en metal útil. Otra variante que el diplomante propone para el aprovechamiento de este metal líquido, y con el objetivo de minimizar los gastos y lograr ahorro de portadores energético, según las condiciones del taller en la fusión de brazos por campaña, preparar la primera colada de la campaña con una tonelada de metal líquido, devolver al horno los 91 kg, para garantizar un pie líquido en el horno así se disminuiría el tiempo de fusión dentro de la instalación en las próximas coladas luego preparar las subsiguientes cargas a 910 Kg., suficiente para obtener de una colada dos brazos de hornos, así se disminuiría portadores energéticos, (en el anexo 4 en la tabla no se expone el calculo de carga para esta nueva variante de carga a preparar).

3.3. Valoración Económica

Para la realización de esta valoración económica, se tomaron los datos de los costos producción de los materiales empleados ver en **anexo 5** para fabricar una tonelada de AC/AC HK-40. Por lo que se puede expresar como fue que se comportaron estos costos en el transcurso de la investigación, teniendo en cuenta que es las aleaciones tomadas para la investigación.

El AC/ACHK-40, para su fabricación se utiliza un total de 15640.90 CUPde costo total con un costo de 122116.19 CUC, obteniendo consigo el precio total de 11661.86 CUC para materia prima de la aleación, en producciones de cooperación se consumió en el renglón enmarcado (brazos de horno)el precio para su elaboración donde los brazos de horno tienen un costo total de 4486 CUP, A modo de conclusión podemos afirmar que el costo total para producir la aleación es muy costosa y es necesario disminuir los costos de producción para lograr mejor eficiencia en el taller.

3.4. Impacto Medioambiental

Prevenir reducir y controlar la contaminación provocada por el vertimiento inadecuado de los residuales líquidos, incrementando su rehusó y tratamiento

- Utilizar al máximo de los residuales sólidos y líquidos en la empresa
- Detener y controlar la erosión de los suelos



- Cumplir las normas técnicas ambientales con las aguas interiores en los nuevos proyectos
- Gestionar (recoger, tratar y disponer) de forma ambientalmente adecuadas el 80% del total de residuales generado en sólidos en la empresa.
- Aumentar el volumen de desechos sólidos reciclados y reutilizados.
- Realizar estudio y planes reducción de desastre para la mitigación de aquellos desastres provocado por peligro naturales y tecnológicos y sanitarios con alta incidencia sobre el medio ambiente
- Eliminación sistemática de factores favorecedores e eventos epidemiológicos
- Reducir los focos que provocan emisiones de gases y polvos por encima de las normas vigentes

El Ruido

Se define como ruido aquel sonido que por su intensidad, composición espectral u otras causas, es no deseado o puede originar daño a la salud. Los niveles máximos admisibles de ruido y los aspectos de protección contra el ruido, constituyen los requisitos higiénicos sanitarios que habrán de observarse en los locales y puesto de trabajo con el objeto de disminuir los efectos nocivos del ruido sobre los trabajadores que desarrollan su actividad laboral en los mismos. Se dice que un local de trabajo es ruidoso cuando en el mismo hay un nivel sonoro equivalente continuo superior a 85dB(A). Cuando los niveles límites no pueden cumplirse por razones de índoles técnicas, será necesario garantizar la protección de los trabajadores con medios individuales de protección auditiva. Las zonas con niveles sonoros superiores a 85dB(A) se consideran con riesgo de la pérdida auditiva del trabajador y se debe indicarse con señales de seguridad, encontrándose, además, la administración obligada a tomar medidas pertinentes para garantizar la salud de los trabajadores. Por lo que podemos destacar en el taller de fundición, que el número de puntos con niveles de ruido iguales o superiores al nivel máximo admisible es de 9 lo que indica que un área bastante extensa del taller es ruidosa, con valores máximos que alcanzan los 103 dB(A).



Técnica de Seguridad

En todo taller de fundición debe existir técnica de seguridad con el objetivo de proteger al trabajador.

Técnica de seguridad para la preparación de la fusión

Técnica

.Mangueras inadecuadas expuestas a altas temperaturas

Organizativas

- Mala selección de la manguera
- Falta de mantenimiento
- Falta de supervisión y control del operador del equipo.
- Mala selección de la carga.
- Revestimiento sin calidad
- Violación de los plazos de mantenimiento
- Falta de capacitación del personal de mantenimiento y operador del horno.

Medidas preventivas

- Colocar las mangueras adecuadas, según especificaciones del fabricante
- Supervisión y control de los parámetros para carga del horno.
- Exigir por la calidad en los mantenimiento del equipo
- Exigir por el cumplimiento de las normas de seguridad y el uso de los medios de protección.
- capacitación sistemática del capital humano (Mantenimiento y Operador

3.5. Técnicas de seguridad y medidas contra incendio.

Medidas de prevención de incendios

- No fumar en lugares prohibidos.
- No permitir sólidos o líquidos combustibles en el piso o lugares no previstos.



- No permitir la acumulación de aserrín impregnado en grasa, recogerlo sistemáticamente.
- No permitir conductores o aparatos eléctricos desprotegidos, deteriorados o que se mojen
- No usar llamas en locales o recipientes cerrados, pedir autorización.
- No permitir derrame de aceites y pinturas en el piso.
- Que los recipientes tengan tapas.
- No verter estopas impregnadas en grasa junto con virutas.
- Que los interruptores tengan la señal de voltaje.
- Que los conductores eléctricos estén aislados.
- Que las máquinas herramientas no tengan salideros de aceite.
- Que los equipos estén aterrados correctamente.

Responsabilidades con la seguridad ocupacional, medio ambiente e incendio.

- Cumplir con lo que establece la política Integrada.
- Cumplir con las normas de seguridad y salud ocupacional, incendios y medio ambiente.
- Cumplir con la documentación derivada del sistema de gestión integrado.
- Recibir la capacitación en materia de seguridad Industrial, salud ocupacional, medio
- **Ambiente e incendio**
- Realizarse el chequeo médico periódico cuando sea citado.
- Cuidar el medio ambiente.
- Identificar los riesgos a los que pueda estar expuesto en su puesto de trabajo y exigir por su mitigación o eliminación

3.6. Medidas de seguridad generales a cumplir en el taller de fundición.

- Prevenir la formación de medios combustibles o inflamables en las distintas áreas.
- Mantener la temperatura en los medios combustibles por debajo del límite máximo permisible para su combustión o explotación.
- La antorcha o soplete no se abandonará nunca hasta que las llaves o válvulas de oxígeno o acetileno se encuentre cerradas.



- Las mangueras del equipo de oxicorte se protegerán de chispa, partículas incandescentes, objetos caliente, bordes afilados etc.
- Prevenir la formación o introducción en un medio de combustible de fuente de ignición.
- Mantener los extintores libres de obstáculos.
- Mantener limpio todos los equipos que trabajen con Mazut libre de cualquier salidero.

4.7. Nociones generales sobre los factores de producción nocivos del taller.

- En Plantillaría, sector que pertenece al taller de fundición, se utilizan entre otras materias primas el barniz, pinturas y diluentes los cuales en el proceso de producción desprenden gases nocivos a la salud del trabajador.
- El taller posee un alto nivel de contaminación debido a la cantidad de gases que se desprende por las diferentes aleaciones que aquí se funden así como el alto contenido de arena sílice y esmeril que hay en el ambiente debido a las características propias del proceso productivo.

3.7. Requisitos de seguridad para el puesto de trabajo.

Requisitos de seguridad antes de comenzar el trabajo

Revisar los medios de protección individual, colectivo y contra incendios.

Revisar las condiciones de instalación de los medios informáticos.

Requisitos de seguridad durante el trabajo

- Utilizar medios de protección individual (Ropa de trabajo, casco, calzado de seguridad).
- Utilizar métodos seguros de trabajo con los medios, objetos y procesos de trabajo.
- Mantener el comportamiento adecuado por el técnico en caso avería.
- Utilizar los medios de trabajo durante la actividad laboral.
- Mantenimiento del orden y la limpieza del puesto de trabajo.
- Conocer todas las características y riesgos existentes del área que atiende.
- Evitar la presencia de personal ajeno en el área.
- En caso de mantenimiento, avería o reparación de algún medio de trabajo, reportar al personal autorizado.



- Permanecer debajo de las cargas suspendidas.

Requisitos de seguridad al finalizar el trabajo

- Desconectar los medios de trabajo.
- Limpiar el puesto de trabajo.
- Informar al jefe inmediato superior sobre defectos detectados durante la actividad laboral en sus medios de trabajo.

Actividades que se prohíben realizar en el área de fusión

- Fumar.
- Permitir personal ajeno en el área.
- Ingerir bebidas alcohólicas ni sustancias alucinógenas.
- Permitir que personal no instruido operen los equipos informáticos.
- Realizar fuegos abiertos.
- Se prohíbe realizar reparaciones a equipos que se encuentren bajo tensión eléctrica.

Riesgos a los que esta expuesto

Riesgos químicos.

3.8 Deberes y derechos del que ocupa el puesto de trabajo

Ley 13.Artículo 34: Los trabajadores, con el fin de cumplir los objetivos de la presente Ley, tienen los deberes siguientes deberes:

- Cumplir las instrucciones y regulaciones de la protección e higiene de los trabajos incluidos en los reglamentos internos de la empresa y reglas del puesto de trabajo, así como emplear métodos seguros al desarrollar sus labores.
- Colaborar en la inspección estatal y sindical de la PHT así como en la investigación de los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales que se produzcan en su centro de trabajo.



- Utiliza conforme a las normas establecidas los medios de protección personal y contra incendios, dispositivos y otros medios de protección humano, así como velar por el buen uso, conservación y mantenimiento de los mismos.
- Colaborar en el cumplimiento de los planes de PHT.
- Someterse a los exámenes médicos periódicos y de preempleo en las fechas señaladas.
- Asistir a cursos, seminarios y conferencias que le sean impartidos, así como tener los conocimientos y habilidades que su especialidad requiera.
- Colaborar en las investigaciones que se realicen para el mejoramiento de las condiciones de trabajo
- Ley 13. Artículo 33: Los trabajadores, en relación con la protección e higiene del trabajo, gozan de los derechos siguientes:
 - Laborar en ambiente seguro e higiénico.
 - Recibir la instrucción inicial y periódica sobre PHT.
 - Recibir según el puesto de trabajo los equipos y medios de protección individual.
 - Ser calificado o recalificado si sufre reducción de su capacidad de trabajo y ser situado el puesto de trabajo acorde a la nueva actitud laboral que posea.
 - Tener un nivel de iluminación, ruido y ventilación para cada puesto de trabajo según las normas.
 - Utilizar la señalización y color de seguridad en cualquier operación que realice.
 - Conocer a través de la organización sindical el resultado de las inspecciones estatales y sindicales de protección, sanitaria y contra incendios que se realicen en el centro de trabajo, con el fin de exigir el cumplimiento de las medidas que se dicten y colaborar en su ejecución.
 - Recibir el reconocimiento médico preempleo y periódico, con el objetivo de conocer sus aptitudes y estado de salud para desempeñar el puesto de que se trate.
 - Ser calificados o recalificados si sufren reducción de su capacidad de trabajo y ser situados en puestos acordes con la nueva aptitud laboral que posean.
 - Todos los demás que se deriven de la legislación de protección e higiene del trabajo
- Artículo 44 especial Ley 13 PHT



- Si a juicio de un trabajador su vida se encuentra en peligro por no haberse aplicado las medidas de protección, tiene derecho a no laborar en su puesto de trabajo o a no realizar determinadas actividades propias del mismo, hasta tanto se eliminen los riesgos existentes, pero queda obligado a trabajar provisionalmente en otro puesto de trabajo.

Conclusiones del Capítulo 3

- Se describió la norma de consumo establecida en la norma cubana para obtener una tonelada de metal útil en la preparación de las cargas de HK-40 destinada a la obtención de brazo de hornos.
- Se expuso el comportamiento que tuvo la fusión de una tonelada de metal líquido, destinada a la obtención de brazo donde el aprovechamiento o rendimiento de la fundición útil es de un 58 %.
- El % de rechazo en brazos es inferior al 5 %, en parte debido a la experiencia en la UEB de fundición con más de quince A en la fabricación de los brazos para hornos de reducción.
- Se consultaron diferentes bibliografías con fines de obtener datos preliminares para conocer sobre la valoración económica.
- Se precedieron las principales investigaciones acerca de la posición ecológica y social y medioambiental dentro del taller de fundición.
- Se establecieron solución para su mejor comportamiento y desarrollo en el taller.
- Se presentaron los deberes y derechos de los trabajadores en las áreas de carga y fusión.



Conclusiones generales

- En las condiciones actuales, la fabricación de brazos está trayendo consigo bajo aprovechamiento del metal líquido debido a que los retornos son de 39 % y se encuentra, que son superiores al 30 % establecido por la norma cubana.
- El % de rechazo en brazos es inferior al 5 % establecido por la norma cubana.
- Las pérdidas en la fabricación de brazos se comporta positivamente (3 %), ya que las instalaciones de hornos de inducción generan poca escoria, también durante el vertido se genera poco derrame por ser la misma en plano inclinado.
- Se recomendó que un cambio tecnológico o cambio de plano divisorio en la Plantilla, incrementaría el aprovechamiento de metal útil.
- Se pudo comprobar que el balance de metal en el renglón de brazos producidos por AC/AC HK-40 presenta desviaciones en fundición útil a un 58 % respecto 65 % establecido en la norma de consumo.
- Se estimó que el cambio tecnológico trae consigo un ahorro de 84,2 CUC por cada colada que se realice en el taller.

Recomendaciones

- 1- Realizar en próximas investigaciones, el diseño de la tecnología de fundición para los brazos con la variante propuesta en la presente investigación.
- 2- Realizar el balance de metal para los restantes renglones producidos de AC/AC HK-40 en el taller de Fundición de la Empresa Mecánica del Níquel "Gustavo Machín Hoed de Beche".
- 3- Realizar un cambio tecnológico o cambio de plano divisorio en la Plantilla, para incrementar el aprovechamiento de metal útil.



Bibliografía

1. Belay, G. E. 1970 Guía Tecnología de fundición. Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, P 145.
2. Capello, E. 1980 Tecnología de fundición. Editorial Gustavo Gili, S. A. 3 ed. Barcelona, P 263
3. Galiana, T. 1986 Pequeño Laourousse de Ciencia y Técnica. ed Científico- Técnico. La Habana,.P125
4. Goyos, P. L. Y Martínez, 1991 R. H. Tecnología de la fundición II. 1 ed ISPJAE. .P 245
5. Guliaev, B. B. 1976 Teoría de los Procesos de fundición. 1 ed Construcción de Maquinaria. Leningrado, .P 178
6. Ivanov, V. N. 1988 Diccionario Manual para fundición. ed Construcción de Maquinaria. Moscú, P .78
7. Kumanin, I. B. 1976 Cuestiones de la teoría de los procesos de fundición. edl Construcción de Maquinarias. Moscú, P265.
8. Kyzhikov, A. A. 1962. Fundamentos de la tecnología de fundición. ed Mashguiz. Moscú, P 26.
9. Mogilev, V. K. y Lev, O. I. 1988. Manual de fundidor. ed Construcción de Maquinaria. Moscú, P.123
10. Salcines, R.C. 1985.Tecnología de fundición. ed Pueblo y Educación. (tomo I, 1era y 2da parte). La Habana, P 46.
11. Titov, N. D. 1981. Tecnología del proceso de fundición. edl Mir Moscú, P 75.
12. Razumov, B. N. 1975.Tecnología de la producción por fundición (2 tomos).Instituto Energético. Ivanov, P 63.
13. RODRÍGUEZ, R.R. 2004. Folleto Curso de capacitación para fundidores. Moa. Cuba.

Anexo

Anexo 1 Plan de producción Enero-Abril

Enero

Aleación	Costo U	Costo. T	Denominación	Plan	Real	%	Peso U.	Peso T.
			COOPERACIÓN					
HK 40	5,60	112896,00	Brazo de horno	70	70	100	288,0	20160,00
HK 40	5,60	19353,60	Brazo de horno	12	12	100	288,0	3456,00

Febrero

			COOPERACION					
HK 40	6,99	70459,20	Brazo de Horno	35	35	100	288,0	10080,00
HK 40	6,99	50328,00	Brazo de Horno	43	43	100	288,0	7200,00

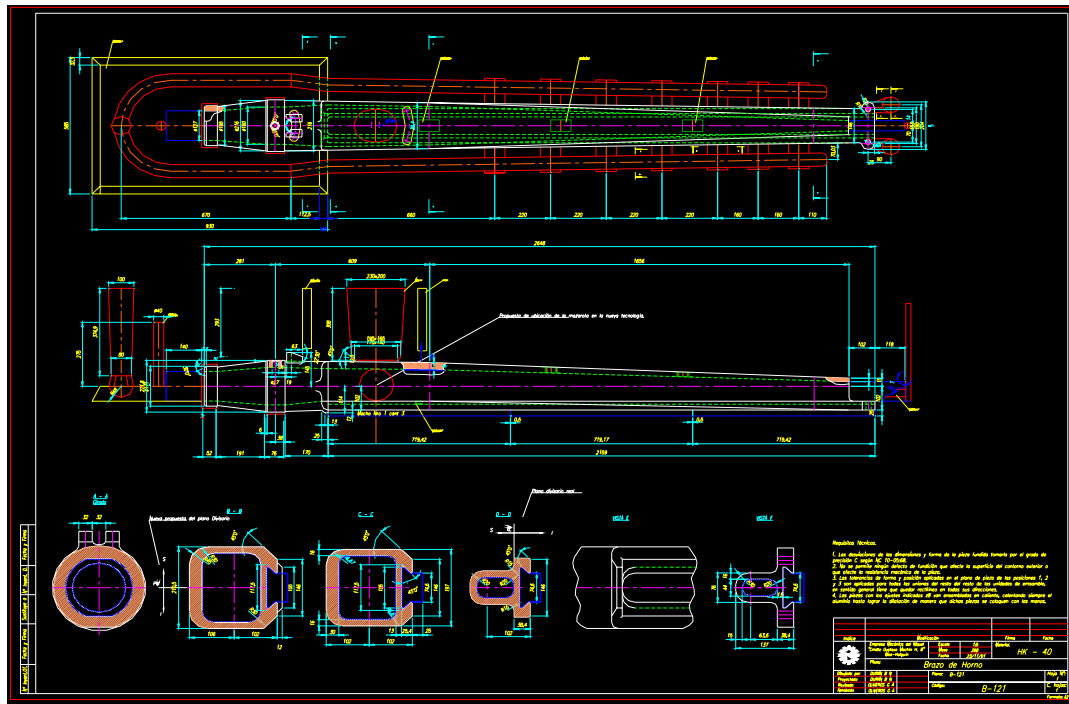
Marzo

Aleación	Costo U	Costo. T	Denominación	Plan	Real	%	Peso U.	Peso T.
			COOPERACION					
HK 40	6,20	53568,00	Brazo de horno	30	30	100	288,0	8640,00
HK 40	6,20	21427,20	Brazo de horno	12	12	100	288,0	3456,00

Abril

Aleación	Costo U	Costo. T	Denominación	Plan	Real	%	Peso U.	Peso T.
			COOPERACION					
HK 40	5,80	50112,00	Brazo de Horno	30	30	100	288,0	8640,00
HK 40	5,80	43430,40	Brazo de Horno	26	14	54	288,0	7488,00

Anexo 2



Anexo 3

Cinzel de Castillo 11	1 Molde	Peso
	20 pieza	1,3 kg

Anexo 4 Nueva propuesta a preparar. Metal líquido 910 Kg

Aleación: HK-40 (ASTM A351)			
No.	Denominación del material	Consumo para 1 t de piezas útiles.	
		%	Kg.
1	Palanquilla	31	310
2	Ferro- cromo	38	380
3	Níquel Sinter	20.5	205
4	Ferro -silicio	0,50	5
5	Ferro- manganeso	0,6	6
6	Carbón Antracita	0,40	4
	TOTAL	91	910
ADICIONES			
1	Calcio silicio	0,20	3,08

AC/AC HK-40 (nueva) Horno Utilizado HAE-1.5 t

Composición química, %	ELEMENTOS													
	C		Si		Mn		Cr		Ni		P		S	
	De	hasta	De	hasta	De	hasta	De	hasta	De	hasta	De	hasta	De	hasta
	0,3	0,5	0,5	1	0,75	1,5	23	27	18	22	0,001	0,05	0,001	0,05
Análisis deseado, %														

Cálculo para el análisis químico deseado.

Composición de la Carga Metálica	Peso, Kg	0,4		0,75		1,15		25		20		0,05		0,05	
		%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg
Palanquilla	31	0,44	0,136	0,55	0,171	1,3	0,403					0,04	0,012	0,05	0,016
Fe Cr 0.06	38							63,1	23,98						
Ni-Sinter	20,5									92	18,86				
Fe Si 75	0,5			75	0,375										
Fe Mn 1.5	0,6					85	0,51								
Carbón Antracita	0,4	60	0,24												
TOTAL	91	0,44	0,136	0,55	0,171	1,3	0,403					0,04	0,012	0,05	0,016

Anexo 5 Descripción del material

Elementos.	Cantidad	Precio Unit (CUC)	Importe	CUP
Palanquilla	320	0,68	217,68	272,1
Chatarra Recorrería de				
acero	160	0,02	3,2	516,12
Ferro- cromo	615	6,657	4096,93	301,01
Níquel Sinter	333,85	16,4085	5477,93	241,2
Ferro -silicio	7,69	1,986	15,279	301,15
Ferro- manganeso	9,23	2,221	20,5	301,3
Carbón Antracita	6,15	0,0896	5512	254,01