



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA

“José María Morelos y Pavón”

División de Estudios de Posgrado e Investigación en
Maestría en ciencias en Metalurgia

“EFECTO DEL TIPO DE DESCARGA SOBRE LA FLUIDODINÁMICA EN UN MOLDE DE PLANCHÓN”

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN METALURGIA

Presenta: **Ing. Ricardo Chávez Medina**

Asesor: **Dr. José de Jesús Barreto Sandoval**

Co-Asesor: **Dr. Enrique Torres Alonso**

Morelia, Michoacán

Octubre 2011

Resumen

En el presente trabajo se realizó la modelación del molde de colada continua para planchón mediante Simulación Física y Simulación Matemática, obteniendo así los patrones de flujo de fluidos para su análisis. En la Simulación Física se utilizó un molde con las dimensiones que corresponden a las de una investigación previamente realizada por el grupo de trabajo, en el se utilizó una reducción en la parte inferior para facilitar su descarga. En la Simulación Matemática se utilizó el modelo de turbulencia $k - \epsilon$ estándar y el modelo multifásico VOF, este último debido a que se simularon dos fases (acero y aire). Ya que la simulación pretende representar en lo posible el sistema real, se crearon 3 modelos virtuales a escala real con diferente configuración a la salida del molde: 1) una sección reducida (orificio pequeño), 2) una sección rectangular en la pared posterior del molde y 3) una sección que comprende la totalidad del área transversal. Se le dio especial atención al comportamiento de los chorros de descarga de la buza de alimentación. Los resultados muestran que los chorros presentan deformaciones drásticas, las cuales se dan de manera aleatoria. Dentro de los periodos de deformación los chorros presentan grandes deformaciones cíclicas y opuestas entre ellos. Adicionalmente se observó que en los extremos de los chorros de descarga los valores de los ángulos de penetración alcanzan valores de hasta 11° respecto de la horizontal. Se comprobó que la presencia del fenómeno de retroflujo en los puertos de la buza promueve el comportamiento oscilatorio y la deformación de los chorros. También, se determinó que reducir bruscamente el área de descarga del molde produce considerables modificaciones en los patrones del modelo, esto debido a que el fluido no puede abandonar el modelo de forma similar a la descarga en el molde real, provocando variaciones en los valores de la presión dinámica dentro de este.

Índice

Resumen	
Abstract	
Índice de Figuras	i
Índice de Tablas	iv
Nomenclatura	iv
Símbolos Griegos	vi
<i>CAPÍTULO 1 PRESENTACIÓN</i>	1
1.1. Introducción	2
1.2. Objetivo General	4
1.3. Objetivos Particulares	4
1.4. Justificación	5
<i>CAPÍTULO 2 ANÁLISIS TEÓRICO</i>	6
2.1. Antecedentes	7
2.2. Colada Continua	16
2.2.1. Descripción del Proceso de Colada Continua	19
2.2.2. Molde de Colada Continua	23
2.3. Modelación Física	30
2.3.1. Condiciones de Similitud	30
2.3.2. Elección de la Escala	35
2.4. Simulación Matemática	37
2.4.1. Ecuaciones Constitutivas	38
2.4.2. Modelos de Turbulencia	39
2.4.3. Modelo $k - \epsilon$	45
2.4.4. Método de Solución por Segregación	47
2.4.5 Discretización	48

2.4.6. Modelo Multifásico (VOF)	49
CAPÍTULO 3 DESARROLLO EXPERIMENTAL Y SIMULACIÓN MATEMÁTICA	52
3.1. Modelación física	53
3.1.1. Construcción del modelo	53
3.1.2. Condiciones y variables de la experimentación	57
3.1.3. Experimentación	57
3.2. Descripción del Proceso de Simulación	59
3.2.1. Pre-procesamiento	60
3.2.2. Procesamiento	67
3.2.3. Post-procesamiento	67
CAPÍTULO 4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	68
4.1 Resultados del Modelo Físico	69
4.1.1 Observaciones Visuales de la Experimentación Física	69
4.1.2 Inyección de Trazador	73
4.2 Simulación Matemática	78
4.2.1 Resultados de la fluidodinámica al interior de los 3 modelos	78
4.2.2 Formación de vórtices	104
4.2.3 Fenómeno de Retroflujo	110
Conclusiones	115
Referencias	117