

66
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**EFEECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS
PROPIEDADES FISICAS DE MOLDES Y CORAZONES
PRODUCIDOS POR EL PROCESO FENOL-URETANO
EN CAJA FRIA**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERIA MECANICA CON
ESPECIALIDAD EN MATERIALES**

PRESENTA

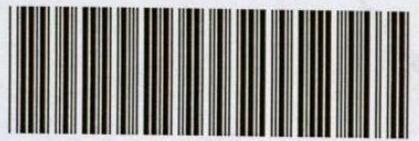
JAVIER RODRIGO GONZALEZ LOPEZ

CD. UNIVERSITARIA

FEBRERO 2001

2001
TM
TS243
.G6
2001

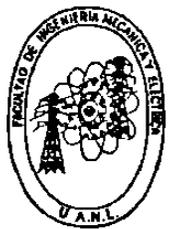
EFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS
PROPIEDADES FISICAS DE MOILDRES Y COORAZONES
PRODUCIDOS POR EL PROCESO FENOL-URETANO
EN CAJA FRIA



1080117243



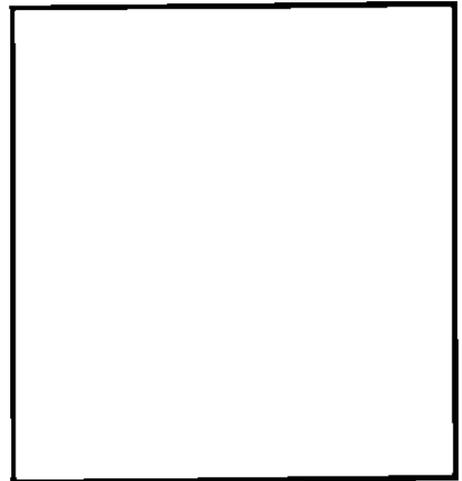
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
SUB-DIRECCION DE POST-GRADO



ACTA NUM. _____ LEVANTADA CON MOTIVO DEL EXAMEN DE GRADO
 DEL(A) SEÑOR(ITA): JAVIER RODRIGO GONZALEZ LOPEZ
 FECHAS: _____
 TESIS: _____

JURADO:

PRESIDENTE: DR. RAFAEL COLAS ORTIZ
 SECRETARIO: DR. ^{EULOGIO} ABRAHAM ^{SANTES} VELASCO TELLEZ
 VOCAL: DR. ^{ABRAHAM} ~~EULOGIO~~ VELASCO TELLEZ



En la Ciudad de Monterrey, Capital del Estado de Nuevo Leon, a los PRIMER día del mes de JUNIO de el año 2001, siendo las 18:00 horas, reunidos en una de las Aulas de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, los(as) señores(itas): DR. RAFAEL COLAS ORTIZ, DR. EULOGIO VELASCO SANTES, DR ABRAHAM VELASCO TELLEZ

Catedráticos(as) de la misma, quienes fueron designados por las autoridades de la División de Estudios de Postgrado de la Facultad para integrar el Jurado Calificador del Examen de Grado de Maestro en Ciencias de la MAESTRIA EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECANICA CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES del _____ señor(ita) JAVIER RODRIGO GONZALEZ LOPEZ tal como lo dispone la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, publicada en el Periódico Oficial de fecha siete de Junio de Mil Novecientos Setenta y Uno, el Reglamento de la Dirección General de Estudios de Postgrado y el Reglamento Interno de la Facultad. Se procedió a iniciar dicho examen sometiendo a 1 sustentante a los interrogatorios de rigor para los diversos casos teóricos y posteriormente se llevaron a cabo las pruebas prácticas sobre los diferentes aspectos de la maestría, una vez concluido este último Acto, el Jurado pasó a deliberar sobre las diversas pruebas a que fué sometido y una vez discutidos todos los aspectos del Examen, el Jurado resolvió hacer saber a 1 señor(ía) JAVIER RODRIGO GONZALEZ LOPEZ que fué APROBADO en su Examen de Grado de la Maestría en Ciencias de la Ing. MECANICA CON ESPECIALIDAD EN MATERIALES. Con lo anterior se dió por terminado el acto y en cumplimiento de lo dispuesto por los preceptos legales y reglamentarios, firman la presente Acta los señores Sinodales, ante la presencia del Secretario del Jurado, que da fé.

PRESIDENTE

SECRETARIO

DR. RAFAEL COLAS ORTIZ

DR. EULOGIO VELASCO SANTES

VOCAL

DR. ABRAHAM VELASCO TELLEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

A LOS C. PROFESORES:

Presente.-

Habiendo solicitado Examen de Grado la C. Pasante **JAVIER RODRIGO GONZALEZ LOPEZ** y cubriendo los requisitos del Reglamento, la Dirección de esta Facultad ha tenido a bien designarle fecha para el Examen Teórico el Día **1º DE JUNIO DE 2001** a las **17:00** horas, designando para el efecto el siguiente Jurado:

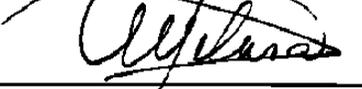
Presidente:	DR. RAFAEL COLAS ORTIZ
Secretario:	DR. EULOGIO VELASCO SANTES
Vocal:	DR. ABRAHAM VELASCO TELLEZ

ATENTAMENTE -

"ALERE FLAMMAM VERITATIS"

EL DIRECTOR

ENTERADOS.-

DR. RAFAEL COLAS ORTIZ	
DR. EULOGIO VELASCO SANTES	
DR. ABRAHAM VELASCO TELLEZ	

NOTA: FAVOR DE PRESENTARSE CON TRAJE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Los miembros del comité de tesis se encuentran que la tesis "Efecto de la temperatura sobre las propiedades físicas de moldes y corazones producidos por el proceso fenol-uretano en caja fría" realizada por el alumno Javier Rodrigo González López, matrícula 750757 sea aceptada para su defensa como opción al grado Maestro en Ciencias de la Ingeniería con especialidad en Materiales.



EFFECTO DE LA TEMPERATURA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE
MOLDES Y CORAZONES PRODUCIDOS POR EL PROCESO FENOL-
URETANO EN CAJA FRÍA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA MECÁNICA CON ESPECIALIDAD EN
MATERIALES

PRESENTA

JAVIER RODRIGO GONZALEZ LOPEZ

Yo, Sr.
M.C. Roberto Villanuel Garza
División de estudios de Post-grado



UNIVERSITARIA

San Nicolás de los Garza, N.L.

FEBRERO DEL 2001

Febrero de 2001

TM

TS 243

• 66

2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST-GRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis " Efecto de la temperatura sobre las propiedades físicas de moldes y corazones producidos por el proceso fenol – uretano en caja fría " realizada por el alumno Javier Rodrigo González López, matrícula 750957 sea aceptada para su defensa como opción al grado Maestro en Ciencias de la Ingeniería con especialidad en Materiales.

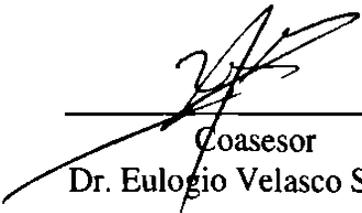
El Comité de Tesis



Asesor
Dr. Rafael Colás Ortiz



Coasesor
Dr. Abraham Velasco Téllez



Coasesor
Dr. Eulogio Velasco Santes



Vo. Bo.
M.C. Roberto Villarreal Garza
División de estudios de Post- grado

A todos.

AGRADECIMIENTOS

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo que me concedió para la realización de esta tesis y su impulso a la investigación en el país.

En la Universidad Autónoma de Nuevo León al Programa Doctoral en Ingeniería de Materiales en donde me motivé para realizar este estudio.

A la empresa Nemark y su departamento de investigación que me brindó un lugar y me facilitó la realización de este trabajo.

Al Dr. Abraham Velasco, por su amistad, consejos y su apoyo inmensurable para la rápida realización de este trabajo.

Al Dr. Valtierra y Dr Colás que han logrado fructificar una alianza que apoya a estudiantes que quieren realizar proyectos con una empresa de clase mundial.

Al personal de Nemark que me apoyó y facilitó equipo para la realización de las pruebas, especialmente a los analistas de arenas de planta 4 y 5, a Pablo Castro, Gilberto García y a todo el departamento de investigación, Eulogio, los dos Alejandro, Mike, David y Talamantes.

A mis compañeros de tesis Ricardo Domínguez y Raymundo Gómez que facilitaron el trabajo.

A mis profesores en la maestría y en la carrera.

A compañeros en la maestría que emprendimos juntos esta nueva etapa que nos definirá el rumbo que tomaremos profesionalmente.

A mis compañeros olvidados de la carrera.

A mi novia Lizeth que apareció en la parte última parte de este trabajo y motivó su terminación.

A todos gracias.

ÍNDICE

Contenido	Página
Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen.....	vi
Capítulo I	1
Introducción	1
Capítulo II Moldeo con arena	4
2.1 Introducción al moldeo con arena	4
2.2 Sistemas de fundición automatizados	6
2.3 Desarrollos de sistemas de resina	7
2.4 Clasificación e identificación de los sistemas de moldeo con unión química	9
2.5 Sistemas de caja fría.....	11
Capítulo III Materias Primas del Proceso de moldeo en Caja Fría	12
3.1 Interacciones entre las materias primas utilizadas en el moldeo con arena químicamente unida	12
3.2.1 Definición y composición de las arenas para fundición.....	13
3.2.2 Forma en que ocurren los depósitos de arena	14
3.2.3 Constituyentes típicos de arenas sílicas tratadas.....	15
3.3 Preparación de mezclas de arena para los ensayos	16
3.3.1 Probetas norma utilizadas en los ensayos de mezclas de arena para fundición	16
3.4.1 Métodos para determinar la finura de las arenas y su distribución de tamaño .	17
3.4.2 Aplicación de los resultados de las pruebas de granulometría	18
3.4.3 El área superficial en las arenas..	20
3.4.4 Clasificación de la forma de grano según norma AFS	21
3.4.5 Valor de demanda ácida y prueba de pH	22
3.4.6 Efecto de la humedad en la arena	22
3.4.7 Permeabilidad en las mezclas de arena-resina	23
3.4.8 Temperaturas en las mezclas arena-resina.	24

3.4.9 Características térmicas de la arena sílica	24
3.4.10 Pérdidas por ignición.....	25
3.5 Parte química, sistemas de mezclas... ..	26
3.5.1 Pruebas realizadas a las resinas.....	29
3.5.2 Importancia de las características de las resinas	30
3.6 Pruebas realizadas a los moldes y corazones con arena químicamente unida.....	31
3.6.1 Prueba de resistencia a la tracción	31
3.6.2 Resistencia transversal	33
3.6.3 Dureza de las superficie de los moldes de arena	33
3.6.4 Evolución de gases	34
 Capítulo IV Proceso de Moldeo en Caja Fría	 38
4.1 Proceso de moldeo de caja fría fenol-uretano	38
4.1.1 Consideraciones sobre el control de las variables en el proceso fenólico- uretánico en caja fría	39
4.2 Mezclado de la arena con la resina	41
4.3 Clasificación de los corazones para fundición	42
4.4 Métodos de llenado de las cajas de corazones	43
4.5 Materiales de construcción de las cajas de corazones	44
4.6 Tubos de soplado y vientos	45
4.7 Efecto del porcentaje de resina en las propiedades de los corazones	45
4.8 Relación de aglomerantes	46
4.9 Factores que afectan la vida de banco de una mezcla de arena	47
4.10 Factores que afectan la velocidad de curado	49
4.11 Acabado de la superficie	49
4.12 Desarenado	50
 Capítulo V Desarrollo experimental	 52
5.1 Introducción	52
5.2 Objetivo de los experimentos.....	52
5.3 Matriz de experimentos	53
5.4 Caracterización de la arena utilizada para hacer las pruebas de laboratorio.....	53

5.4.1 Caracterización de las resinas	58
5.5 Viscosidad en la partes I y II de las resinas	58
5.6 Análisis termogravimétrico de los sistemas de resina.....	60
5.6.1 Estudio de los sistemas de resina mezclados	61
5.7 Determinación de la temperatura que alcanza la chaqueta de agua.....	62
5.8 Procedimiento empleado para mezclar el sistema de resinas con la arena	65
Capítulo VI Análisis de Resultados	67
6.1 Introducción	67
6.2 Vida de Banco de las mezclas de arena	67
6.3 Desarrollo de resistencia	71
6.4 Resistencia a la penetración y compactación de las mezclas de arena	75
6.5 Resistencia a la tracción a temperatura ambiente y a alta temperatura	78
6.6 Evolución de gases de los sistemas de resina	94
6.6.1 Procedimiento de prueba de evolución de gases	94
Capítulo VII Conclusiones y Recomendaciones	103
7.1 Conclusiones	103
7.2 Recomendaciones.....	104
Referencias.....	106
Anexo 1	108
Glosario	115
Lista de figuras.....	117
Lista de tablas.....	121
Resumen Autobiográfico	122

Resumen

Dentro de los procesos de fundición de piezas automotrices como el monoblock y la cabeza de motor los sistemas químicos de resina son extensamente utilizados para fabricar los moldes y corazones que servirán como elementos para formar el modelo que reproducirá la pieza a fabricar.

El buen comportamiento de los moldes y corazones es fundamental para una buena práctica de fundición, muchos de los problemas que originan rechazo en las piezas vaciadas es debido a un mal procedimiento de moldeo. Las técnicas para un preciso control de las variables que son de alcance en moldeo sean mejorado mucho, implementándose equipos que registran el comportamiento a elevadas temperaturas de los moldes y corazones, los trabajos de investigación que se han desarrollado en esta área son muy reducidos y su aplicación en plantas industriales esta sujeto a las condiciones climáticas de la región donde se lleve a cabo la práctica, por lo que es necesario tener una estricta interpretación de los resultados para que puedan ser aplicados dentro de los procesos de moldeo en caja fría utilizados en la industria automotriz.