

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE EXAMEN DE GRADO DE MAESTRÍA

En la Ciudad de México, D.F., a las 13:30 horas del día 21 del mes de Enero del año 2010 reunidos en el Aula Magna designado para tal efecto, los C. Profesores de la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación:

Dr. Felipe Hernández Santiago, Dr. Narcizo Muñoz Aguirre, Dr. Abraham Medina Ovando, Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes y el Dr. Carlos Adolfo Hernández Carreón.

designados para integrar el Jurado de Examen de Grado de: MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE MANUFACTURA

de: Guadalupe Mariana Francisco Torres

Con registro: B071427 y considerando que ha cumplido con los requisitos correspondientes, se procedió a efectuar el examen en los términos que establece el Reglamento de Estudios de Posgrado. Después de concluir la disertación y réplica de rigor, el jurado deliberó, habiéndose obtenido el siguiente resultado:

Aprobado

Para constancia se levantó la presente acta a las 15:07 horas del día 21 del mes de Enero del año 2010, misma que Suscriben los sinodales mencionados.



PRESIDENTE

Dr. Felipe Hernández Santiago

SECRETARIO

Dr. Narcizo Muñoz Aguirre

1er VOCAL

Dr. Abraham Medina Ovando

2º VOCAL

Dra. Guadalupe Juliana Gutiérrez Paredes

TESIS

"Formación de Estructuras Poliméricas
Tipo Brocha por Capilaridad"

3er VOCAL

Dr. Carlos Adolfo Hernández Carreón

JEFE DE LA SECCION

Dr. Jaime Pacheco Martínez

Secretario de Investigación y Posgrado

EL SUSCRITO DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA - UNIDAD AZCAPOTZALCO CERTIFICA que las firmas que anteceden son auténticas y corresponden a las personas cuyos nombres aparecen en esta acta.

Dr. Jaime Álvarez Gallegos

Ing. Jorge Gómez Villarreal





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MÉCANICA
Y ELÉCTRICA**

**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN**

UNIDAD AZCAPOTZALCO



FORMACIÓN DE ESTRUCTURAS POLIMÉRICAS TIPO BROCHA POR CAPILARIDAD

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO

EN INGENIERIA DE MANUFACTURA

P R E S E N T A

GUADALUPE MARIANA FRANCISCO TORRES

DIRECTORES DE TESIS:

DR. ABRAHAM MEDINA OVANDO

DRA. GUADALUPE JULIANA GUTIÉRREZ PAREDES

MÉXICO D. F. 21 ENERO DE 2010

Índice

ÍNDICE

	Página
Lista de figuras	4
Lista de tablas	8
Glosario	9
Abreviaturas	12
Resumen	14
Abstract	16
Introducción	18
Antecedentes y descripción del problema	24
Aportaciones	25
Justificación	26
Hipótesis	27
Objetivo general y objetivos específicos	28
Metodología	29
Capítulo 1. Fundamentos de los fenómenos capilares	30
1.1 Tensión superficial	31
1.2 Penetración capilar espontánea: Método de energía mínima	35
1.2.1 Ascenso capilar	36
1.3 Penetración capilar espontánea: Método de diferencia de presiones	38
1.4 Líquidos poliméricos	40
1.4.1 Líquidos ideales	40
1.4.1.1 Polímeros inorgánicos	41
1.4.1.2 Polímeros orgánicos	44
1.5 Substratos sólidos	46
1.5.1 Substratos lisos y substratos con una rugosidad controlada	46
1.5.2 Tratamientos superficiales	47
1.5.2.1 Superficies hidrofílicas hechas hidrofóbicas	47
1.5.2.2 Tratamientos superficiales en vidrio y silicio	48

Índice

ÍNDICE

	Página
Capítulo 2. Penetración capilar en moldes corrugados: Modelo teórico	50
2.1 Estructuras periódicas verticales	53
2.2 Volumen de líquido en celdas corrugadas verticales	56
2.2.1 Alturas máxima y mínima	56
2.3 Estructuras periódicas inclinadas	57
Capítulo 3. Desarrollo experimental	61
3.1 Diseño del experimento	62
3.1.1 Experimentos	64
3.2 Penetración capilar de aceite de silicón	65
3.3 Penetración capilar de poliéster	69
3.4 Curado	71
3.5 Caracterización de las estructuras	75
Capítulo 4. Resultados	77
4.1 Modelo teórico	78
4.2 Micromoldeo	79
4.2.1 Caracterización de la estructura	80
4.2.2 Microscopía de fuerza atómica	81
4.2.3 Microscopía óptica	85
4.2.4 Micrómetro de superficie	89
4.2.5 Rugosímetro superficial	90
4.3 Análisis de resultados	91
Conclusiones	93
Recomendaciones para trabajos futuros	95
Anexos	97
Referencias bibliográficas	103
Publicaciones generadas del presente trabajo	106
Simposium	125