

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- J. Bicerano. "*Crystallization of polypropylene and poly(ethyleneterephthalate)*". Rev. Macromol. Chem Phys. C38(3), 1998, pag. 391-479.
- 2.- V.A. González, M. Hinojosa y E. Reyes. "*Análisis fractal de imágenes de microscopía de fuerza atómica*". Ciencia UANL Vol.3, No.2, 2000, pag. 160-165.
- 3.- P. Mangonon. "*The principles of materials selection for engineering design*". Ed. Prentice-Hall. New Jersey, 1999, pag. 681.
- 4.- A.E. Woodward. "*Understanding polymer morphology*". Ed. Hanser Publishers. New York, 1995
- 5.-V.A. González y C. Guerrero. "*Recristalización durante el calentamiento de polietileno de baja densidad*". Ciencia UANL Vol.2, No.3, 1999, pag. 231-236.
- 6.- Ciencia y tecnología de materiales plásticos. "*Selección de artículos publicados en la Revista de Plásticos Modernos*". Ed. FOCITEC. Madrid, España, 1990
- 7.- Morrison y Boyd. "*Química orgánica*". Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, E.U.A.,1990.
- 8.- F.W. Billmeyer. "*Ciencia de los polímeros*". Ed. Reverté. España, 1975, pag.155
- 9.- J.G. Fatou. "*Crystallization Kinetics. Encyclopedia of Polymer Science and Engeneering*". Supplement., Madrid, 1989, pag. 213
- 10.- L.H. Sperling. "*Introduction to physical polymer science*". Ed. John Wiley&Sons, Inc, 1992, pag.217
- 11.- R. Cahn and P. Haasen. "*Physical Metallurgy*". Ed. Elsevier Science B.V., Amsterdam Netherlands, 1996, pag.2673
- 12.- J.G. Fatou. "*Relación entre parámetros estructurales y propiedades en polímeros semicristalinos*". F.C.T.D. C.S.I.C. Madrid, 1989.
- 13.- G. Gruenwal. "*Plastics: How structure determines properties*". Ed. Hanser Publishers. New York, 1993, pag.152
- 14.- D. Askeland. "*Ciencia e ingeniería de los materiales*". Ed. Iberoamérica. México, 1987.

- 15.- A.E. Woodward. *"Atlas of polymer morphology"*. Ed. Hanser Publishers. New York, 1989
- 16.-I. Rubin. *"Materiales plásticos, propiedades y aplicaciones"*. Ed. LIMUSA, México, D.F., 1998, pag.93
- 17.- Engineered Materials Handbook. ASM International. Vol.2. Ed. Assistance, E.U.A., 1988.
- 18.- J.L. Angulo. *"Caracterización fisicoquímica de polímeros"* Ed. LIMUSA, México, D.F., 1994.
- 19.- Willard Merritt Dean Settle. *"Métodos instrumentales de análisis"*. CECSA, México, D.F., Cap.7.
- 20.- T. Daniels BSc, PhD. *"Thermal analysis"*. J. Wiley&Sons, New York, 1973, pag. 122.
- 21.- V.A. González y U. Ortiz M. *"Análisis de curvas DSC de polímeros"*. Ciencia UANL Vol.1, No.4, 1998, pag. 339-344.
- 22.- B. B. Mandelbrot. *"The fractal geometry of nature"*. W.H. Freeman and Co. New York, 1982.
- 23.- B. B. Mandelbrot. *"Fractals: form, chance, and dimension"*. W.H. Freeman and Co. San Francisco, 1997.
- 24.- M. Hinojosa y U. Ortiz. *"Geometría de fractales aplicada a la descripción de microestructuras metálicas"*. Ciencia UANL Vol.1, No.3, 1998, pag. 15-21.
- 25.- B. Dubuc. *"Evaluating the fractal dimension of profiles"*. Physical Review A. Vol.39, No.3, pag. 1500-1512.
- 26.- E. Reyes. *"Autoafinidad de superficies de fractura en materiales plásticos"*. Tesis de Maestría, UANL, México, 1998.
- 27.- J. Aldaco. *"Autoafinidad de superficies de fractura en una aleación aluminio silicio"*. Tesis de Maestría, UANL, México, 2000.
- 28.- B. Mandelbrot, D.E. Passoja and A.J. Paullay. *"Fractal character of fracture surfaces of metals"*. Nature, Vol.308, 1984.
- 29.- H.O. Peitgen, H. Jürgens and D. Saupe. *"Chaos and fractal"*. New frontiers of science, Ed. Springer-Verlag, New York, 1992.

- 30.- M. Hinojosa y U. Ortiz. "*Geometría de fractales y autoafinidad en ciencia de materiales*". Ingenierías UANL Vol.1, No.1, 1998, pag. 230-235.
- 31.- E. Baun. "*Caos, fractales y cosas raras*". Fondo de la cultura económica. México, D.F., 1996
- 32.- J. Schmittbuhl, and J-P. Vilotte and S. Roux. "*Reliability of self-affine measurements*". Physical Review E. Vol.51, No.1, 1995, pag. 131-147.
- 33.- B. Elisabeth. "*Scaling properties of cracks*". J. Phys.: Condens. Matter 9, 1997, pag. 4319-4344.
- 34.- H.K. Wickramasinghe, "*Progress in scanning probe microscopy*". Acta mater Vol 48, 2000 pag 347-358.
- 35.- C:F:Quate, Surface Science, Vol. 299/300, 1994, pag 980-995.
- 36.- R. Howland and L. Benatar, "*A practical guide to scanning probe microscopy*", Park scientific instruments, E.U.A., 1997.
- 37.- www.park.com.
- 38.- E. Ramirez Vargas. "*Estudio del efecto de la concentración en las interacciones interfaciales, la morfología y las propiedades fisico-mecánicas de mezclas de PP/EVA y CHPP/EVA*". Tesis de doctorado, UA de C- CIQA-UANL, 2000, pag.66.
- 39.- E. Kaiserberger and H. Mohler. "*DSC on polymer materials*". Netzch Annual for science and industry, Vol.1, 1991.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PAG
2.1	Estructuras del polietileno, con su grado de cristalización.	5
2.2	Representación espacial de una cadena con enlaces C-C.	6
2.3	Cambios de energía potencial durante la rotación en torno a un enlace simple de carbono-carbono de etano.	7
2.4	Cambios de energía potencial durante la rotación en torno al enlace carbono-carbono central del butano.	7
2.5	Conformación helicoidal del polipropileno isotáctico (<i>i</i> -PP).	8
2.6	Modelo de micellas de flecos.	10
2.7	Modelo de cadena plagada.	10
2.8	Representación esquemática de cristales a partir del fundido.	11
2.9	Modelo de la estructura de una esferulita.	12
2.10	Gráfica esquemática de la velocidad de cristalización (G), en función de la temperatura de cristalización (T_c), mostrando las regiones de control de la cristalización.	20
2.11	Estructura de polipropileno: a) atáctico, b) isotáctico y c) sindiotáctico.	23
2.12	Primeras dos generaciones en el proceso de construcción de la curva de Von Koch.	32
2.13	Movimiento browniano de una partícula en función del tiempo. $B(t)$ distancia de la partícula respecto a un punto de referencia.	35
2.14	Esquemas de perfiles de alturas de una superficie rugosa hipotética.	36
2.15	Gráfico representativo del método de ventana de ancho variable.	39
2.16	Esquema del microscopio de fuerza atómica.	41
2.17	Imagen de un cantilever obtenida en el SEM.	42
2.18	Dibujo del piezoeléctrico cuando realiza el barrido durante la adquisición de datos.	43
2.19	Curva interatómica de fuerzas contra distancia.	45

3.1	Esquema de un cantilever y punta.	52
4.1	Espectro de infrarrojo del polipropileno isotáctico (<i>i</i> -PP).	54
4.2	Termograma de fusión a 10°C/min del <i>i</i> -PP.	56
4.3	Curvas térmicas de muestras de <i>i</i> -PP a velocidades de enfriamiento de $1 \leq Cr \leq 100^\circ\text{C}/\text{min}$.	57
4.4	Curvas térmicas a una velocidad de calentamiento de 10°C/min de muestras de <i>i</i> -PP enfriadas a $1 \leq Cr \leq 100^\circ\text{C}/\text{min}$.	59
4.5	Muestra de <i>i</i> -PP enfriada a 1°C/min, a) Imagen 3D de 60µm de barrido y b) Perfil extraído en el eje horizontal.	60
4.6	Gráfica de autoafinidad obtenida mediante el método de ventana de ancho variable de muestra enfriada a 1°C/min.	60
4.7	Muestra de <i>i</i> -PP enfriada a 25°C/min, a) Imagen 3D de 100µm de barrido y b) Perfil extraído en el eje horizontal.	61
4.8	Gráfica de autoafinidad obtenida mediante el método de ventana de ancho variable de muestra enfriada a 25°C/min.	61
4.9	Muestra de <i>i</i> -PP enfriada a 50°C/min, a) Imagen 3D de 70µm de barrido y b) Perfil extraído en el eje horizontal.	62
4.10	Gráfica de autoafinidad obtenida mediante el método de ventana de ancho variable de muestra enfriada a 50°C/min.	62
4.11	Muestra de <i>i</i> -PP enfriada a 75°C/min, a) Imagen 3D de 60µm de barrido y b) Perfil extraído en el eje horizontal.	63
4.12	Gráfica de autoafinidad obtenida mediante el método de ventana de ancho variable de muestra enfriada a 75°C/min.	63
4.13	Muestra de <i>i</i> -PP enfriada a 100°C/min, a) Imagen 3D de 100µm de barrido y b) Perfil extraído en el eje horizontal.	64
4.14	Gráfica de autoafinidad obtenida mediante el método de ventana de ancho variable de muestra enfriada a 100°C/min.	64
4.15	Exponente de rugosidad en función de la velocidad de enfriamiento	64

LISTA DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	PAG
3.1	Condiciones para la corrida del DSC	49
3.2	Características mecánicas y dimensiones del cantilever utilizado.	52
4.1	Datos cuantitativos característicos de la muestra utilizada de <i>i</i> -PP.	55
4.2	Propiedades térmicas de la muestra utilizada de <i>i</i> -PP.	56
4.3	Características térmicas de películas de <i>i</i> -PP a diferentes velocidades de enfriamiento.	58
4.4	Características térmicas a 10°C/min de velocidad de calentamiento en películas de <i>i</i> -PP tratadas a diferentes velocidades de enfriamiento.	59
4.5	Comportamiento del exponente de rugosidad en función de la velocidad de enfriamiento en las décadas analizadas.	69

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

I.M.E. Mayra Elizabeth Alanís Alanís

**Candidata al grado de Maestro en Ciencias en la Ingeniería Mecánica
con Especialidad en Materiales**

**Tesis: Efecto de la cristalización dinámica en la autoafinidad de las
superficies de i-PP**

Mayra Elizabeth nació el 24 de agosto de 1975 en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, hija del Sr. Leopoldo Alanís Garza y la Sra. Estéfana Alanís Salazar y esposa del Ms en C. José Iván Suárez Gutiérrez.

En 1988 recibe el diploma de la mejor compañera otorgado por el Colegio Mano Amiga, instituto donde realizó estudios de primaria y 1ero. de secundaria.

Termina sus estudios de secundaria en la “Secundaria Federal #31”, ubicada en la Colonia Las Torres, en Monterrey, N.L.

En el año de 1990 recibe el diploma del “Concurso Estatal de Laboratorio de Química”, dirigido por la SEP, compitiendo con 144 secundarias, obteniendo el tercer lugar.

En el año 1991 recibe el diploma de aprovechamiento de secundaria obteniendo el 1er lugar.

En 1991 a 1993 cursó estudios de bachillerato en la Preparatoria #15 Florida de la U.A.N.L.

En el año de 1998 se graduó de Ingeniero Mecánico Electricista en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica por la Universidad Autónoma de Nuevo León, obteniendo el diploma de la mejor I.M.E. mujer.

En el año de 1998 ingreso al programa de graduados de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica para realizar sus estudios de Maestría en Ciencia de la Ingeniería Mecánica con especialidad en Materiales.

En noviembre del 2000, participo en el Congreso Internacional de Polímeros en la Habana, Cuba; con el trabajo Morfología de superficie en la cristalización de polímeros. I i-PP.

Impartió clases de licenciatura en la F.I.M.E. desde 1998 hasta 2001 de las materias de tecnologías de los materiales, generadores de vapor, ahorro de energía y contaminación ambiental.



