

UTILIZACIÓN DE POLI (METACRILATO DE METILO) EN LA OBTENCIÓN DE PELÍCULAS PARA HOLOGRAFÍA

R. R. Álvarez-Álvarez ^a; *J. C. Ibarra ^b; **M. A. Cerpa-Gallegos ^c; S. García-Enriquez ^d

Departamentos de ^a Ingeniería Química, ^b Electrónica, ^d Ingeniería de Proyectos, Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. Boulevard Marcelino García Barragán No.1451 Guadalajara, Jal.

^c Centro de Enseñanza Técnica Industrial, Guadalajara, Jalisco, México. Nueva Escocia 1885, C.P. 44620, Fraccionamiento Providencia, Guadalajara, Jalisco, México.

**jck_mxico@yahoo.com.mx, **cerpag@ceti.mx,*

Abstract- En el presente trabajo, se reporta la obtención de poli (metacrilato de metilo) sintetizado mediante un proceso de emulsión libre de emulsificante a 80 °C, utilizando persulfato de potasio como iniciador. Con el polímero obtenido se prepararon soluciones, utilizando metacrilato de metilo como solvente. Adicionando azul de bromotimol (**BTB**) como agente dopante. Esta solución fue depositada sobre placas de vidrio de 5 X 5 X 0.2 cm³, se dejaron secar sobre una plancha a 30 °C por 2 h y posteriormente en un horno a 70 °C durante 1 h para eliminar el solvente residual. Las películas obtenidas presentaron espesores de entre 5 y 20 μm. Estas películas también son hechas con el propósito de caracterizarlas desde el punto de vista óptico y ser utilizadas como elementos holográficos, tales como rejillas de difracción, haciendo interferencia entre un haz objeto y un haz de referencia con un láser He-Ne en la línea $\lambda = 632$ nm.

Introducción

Existe una gama de materiales holográficos, los cuales ya han sido estudiados, para obtener elementos holográficos. La holografía es una técnica de almacenamiento de imágenes en tres dimensiones, debido a la interferencia de un haz objeto y un haz de referencia utilizando luz coherente como la emitida por un láser¹.

En la actualidad el empleo de hologramas ha cobrado un gran interés, ya que estos son empleados en etiquetas de seguridad para una marca registrada, en papel moneda, tarjetas de crédito y en otros documentos que pueden ser susceptibles a falsificaciones, los hologramas además pueden ser integrados en los procesos de impresión y empaquetamiento en las uniones o junturas y pueden ser utilizados por productores de software, productores de pasaportes y fabricantes de automóviles, creadores de productos de marca, productores de CDS, distribuidores de tarjetas telefónicas entre otros^{2,3}.

En este sentido los polímeros son materiales que por sus propiedades y características propias pueden ser aplicados en esta área de la investigación. Entre ellos se encuentran los polímeros fotosensibles y los polímeros funcionalizados, los cuales son empleados en el grabado de hologramas^{4,6}. El poli (metacrilato de metilo) se ha reportado como un material que puede ser usado en el grabado de hologramas⁷.

En el presente trabajo se emplea un material acrílico dopado con el tinte BTB (utilizado como indicador de pH), para la formación de películas (placas holográficas). El PMMA es sintetizado en un proceso de emulsión libre de emulsificante, el cual presenta adecuada resistencia mecánica y de estabilidad térmica. Las placas de PMMA son incoloras. La transparencia de este plástico está comprendida entre el 85 y el 92%, por lo que deja pasar la radiación del espectro electromagnético que va desde el UV hasta el IR además su poder de difusión es casi nulo.

Sección Experimental

Se sintetizó Poli (metacrilato de metilo) vía emulsión libre de emulsificante, bajo la siguiente formulación; 809.1 g de agua (bidestilada), 90 g de MMA (99%, Lancaster) y se varió la cantidad de iniciador de 0.9, 1.8 y 2.7 g de KPS (99.3%, Baker Analyzed). La agitación se varió de 400, 700 y 1000 rpm, la temperatura de síntesis fue de 80 °C durante 4 hr. Las emulsiones se dejaron secar a 60 °C hasta eliminación total de la humedad. Se realizaron cromatografías de permeación por gel para determinar pesos moleculares, la determinación del tamaño de partículas se realizó por medio de la técnica de dispersión cuasielástica de luz. Se utilizó azul de bromotimol (BTB) de la marca SIGMA, como agente dopante. Se generaron soluciones de 30 g de PMMA-19.23 g de BTB (b), 20 g de PMMA-25.6 g de BTB (c) y 40 g de PMMA-12.82 g de BTB (a) todas en base a un litro de solución. Con estas soluciones se formaron películas sobre placas de vidrio de 5 X 5 X 0.2 cm³, las cuales se dejaron secar un tiempo de 2 hr a 30 °C y posteriormente 1 hr a 70 °C para eliminación de solvente residual.

Resultados y Discusión

Se obtuvieron 9 emulsiones poliméricas libre de emulsificante, dado el grado de pureza del producto que se obtiene en comparación con otros métodos de síntesis, en este caso sólo se requiere de la evaporación del solvente y por otro lado el tamaño de partículas que se pueden obtener favorecen a la resolución del material, para obtener un apropiado registro holográfico.

En la Tabla I se muestran los datos de agitación y cantidad de iniciador utilizados para su síntesis, así como los resultados del diámetro promedio de partícula y su polidispersidad, también se muestran los resultados de los pesos moleculares en número, masa, en zeta y la polidispersidad. En la figura 1 se muestra el comportamiento del tamaño de partículas en función de la velocidad de agitación, se observa que a mayor velocidad de agitación menor es el tamaño promedio de partícula, para las tres concentraciones de iniciador ensayadas. El tamaño de partícula para las formulaciones con 1.8 g de iniciador a 1000 rpm el valor mostrado es similar en magnitud al obtenido con 700 rpm. En relación al peso molecular se observó que al aumentar la cantidad de iniciador el peso molecular disminuye, siendo la de 0.9 g de iniciador y 700 rpm de agitación la que mayor peso molecular presentó.

Tabla I Resultados de tamaño de partículas y pesos moleculares de las emulsiones obtenidas.

Muestra	Agitación (rpm)	Iniciador (g)	Tamaño de Partícula Promedio (nm)	M _n	M _w	M _z	$\frac{M_w}{M_n}$
1	700	0.9	200.2 (0.179)	412,720	530,670	595,050	1,286
2	700	1.8	169.1 (0.100)	271,310	333,710	391,390	1,230
3	700	2.7	188.9 (0.134)	204,340	245,160	287,980	1,200
4	400	0.9	275.2 (0.210)	217,590	293,600	365,860	1,349
5	400	1.8	327.9 (0.327)	154,760	240,360	319,800	1,553
6	400	2.7	293.8 (0.192)	142,320	278,860	361,090	1,959
7	1000	0.9	171.5 (0.109)	216,530	341,680	394,710	1,578
8	1000	1.8	172.4 (0.111)	353,020	413,610	466,940	1,172
9	1000	2.7	135.1 (0.051)	224,740	288,680	341,970	1,285

En la figura 2 se pueden observar tres placas obtenidas con el polímero de la muestra X a las distintas concentraciones de agente dopante. Se puede observar un aumento en el color amarillo al

aumentar la concentración del Azul de Bromotimol. Cumpliendo las tres con las características necesarias para su aplicación en el grabado holográfico.

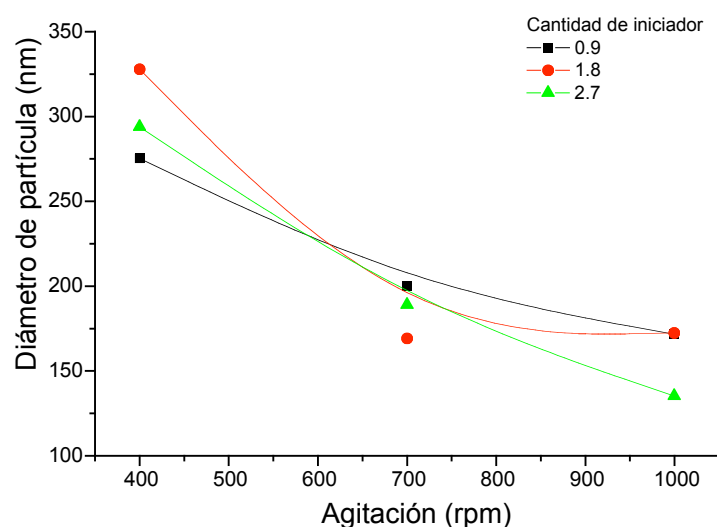


Figura 1 Diámetro de partícula en función de la agitación de la reacción.

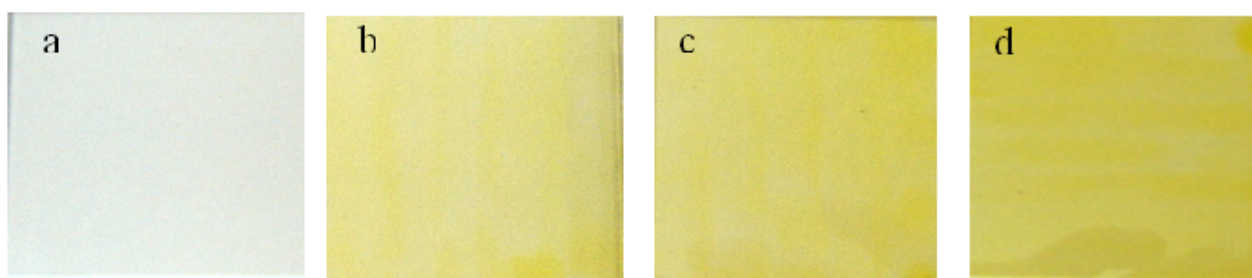


Figura 2 Películas obtenidas a diferentes concentraciones de agente dopante para el polímero de la muestra X

El estudio del PMMA con el BTB está enfocado a hacia una aplicación de materiales holográficos, desde el punto de vista óptico, es decir: grabar rejillas de difracción bajo condiciones diferentes a las que ya se tienen reportadas⁸. En la tabla 2 se reporta la descripción del PMMA como elemento holográfico así como una formulación de PMMA con cloruro de titanodeno.

Tabla 1 Característica importantes del PMMA como elemento holográfico.

Material	Tipo de Modulación	μ	λ	J/cm ²	l/mm	$\eta(\%)$
PMMA	Índice de refracc.	2000	325	50-150	5000	70
Cloruro de Titanodeno/ PMMA	Índice de refracc.	500-3000	514	3.9	-	≈ 100

Donde: el tipo de modulación se refiere a la formación de la rejilla en el material, μ es el espesor del material, λ es la línea espectral de sensibilidad, J/cm² es la densidad de energía

necesaria para grabar la rejilla, 1/mm son las líneas por milímetro (resolución de la rejilla), $\eta(\%)$ se refiere a la eficiencia de difracción que presenta la rejilla.

Otros reportes indican que, se han grabado rejillas en tiempo real sobre el PMMA dopado con 6_-piperidino-1,3,3-trimethylspiro, utilizando un láser de He-Ne en la línea espectral del rojo $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ ⁹, así como en las regiones del espectro electromagnético del UV y IR^{10,11}.

Conclusiones

Se logró la síntesis de PMMA mediante un proceso de emulsión libre de emulsificante, variando la cantidad de iniciador y la agitación del sistema. Los pesos moleculares obtenidos muestran valores que van desde los 142,320 g/mol hasta los 412,720 g/mol. El tamaño promedio de partículas se encontró en el rango de 135.1 a 327 nm. Se lograron obtener películas homogéneas y translúcidas con espesores entre 5 y 20 μm .

Referencias

1. Hecht, E. Optica, Pearson Addison Wesley, Madrid, España, 2000.
2. Iovine, J. La holografía, McGraw-Hill, Madrid, 1992.
3. Martín P., M. El libro de la Holografía, Alianza Editorial, Madrid, España 1997.
4. Pamacho P., V.; Ramos G., R.; Stepanov, S.; Mansurova, S.; Bittner, R. Y Meerholz. Superficies y Vacío, 2003, 16 (4): 14.
5. Fimia, A.; Mateos, F. and Beléndez, A. SPIE, 1995, Vol.2405: 32.
6. Ibarra, J. C. And Olivares P., A. Optical Materials, 2002, 20: 73.
7. Trout, T. J. Holographic Materials, Proceedings, The International Society for Optical Engineering, 1995, Vol.2405.
8. R. A. Lessard, G. Manivannan; Holographic recording materials: An Overview; (Invited Paper) SPIE, 1995, Vol. 2404: 2.
9. Shencheng Fu, Yichun Liu, Zifeng Lu, Lin Dong, Weilin Hu and Minggui Xie. Optical Materials, 2005, 27 (10): 1567.
10. E. M. Barkhudarov, V.R. Berezovskii, M. I. Brodzeli, A. M. Giles, I. A. Eligulashvili, T. N. Makharadze, M. I. Taktakishvili, T. Ya. Chelidze. Opt. Spectrosc. (USSR), 1980, 48: 453.
11. G. C. Bjorklund, S. E. Harris. J. F. Young. Appl. Phys. Lett., 1974, 25: 451.