

RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE AMARILLAMIENTO Y DIFERENTES PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DURANTE LA DEGRADACIÓN DEL PVC

Ma. Maura Téllez Rosas¹, Roberto Benavides Cantú², Graciela Arias García²

¹Fac. de Ciencias Químicas, U.A. de C., Blvd..V. Carranza y José Cárdenas V., Saltillo, Coah, 25000, México; fax: +52(844)439 0511; e-mail: m_tellez_2000@yahoo.com.mx

²Centro de Investigación en Química Aplicada, Blvd. Enrique Reyna H. 140, Saltillo, Coah., 25100, México

Cuando el PVC se degrada se pierden propiedades fisicoquímicas y el material se colorea. La aparición de color se ha adjudicado a la formación de especies cromofóricas, que consisten principalmente de estructuras poliénicas con formaciones de dobles enlaces conjugados, que a su vez provienen de la eliminación del ácido clorhídrico de las cadenas poliméricas. Tradicionalmente, el índice de amarillamiento se ha mantenido en la industria como el método más importante para evaluar la degradación del PVC. Sin embargo, el color formado no es solo amarillo y en este trabajo se pretende relacionar el amarillamiento con otras propiedades fisicoquímicas que también se alteran durante el proceso degradativo, para muestras conteniendo estabilizadores simples de calcio y zinc.

Se evaluaron tres muestras: PVC, PVC + CaSt₂ y PVC + ZnSt₂, degradándolas a cuatro temperaturas diferentes (160, 170 180 y 190 C), durante intervalos de tiempo regulares para obtener material visiblemente degradado. El índice de amarillamiento (YI) se midió en un equipo Hunter-Lab, se monitoreó la evolución del ácido clorhídrico al degradar las muestras en un baño de aceite a temperatura controlada, se evaluó la oxidación obteniendo el índice de carbonilos (IC) en un equipo FT-IR, los cambios en pesos moleculares (Mn) mediante GPC, la luz visible reflejada en un espectrofotómetro UV visible con una esfera de integración como accesorio y finalmente el entrecruzamiento evaluando el porcentaje de gel por medio de extracción soxhlet.

Los patrones de color observados para cada muestra son diferentes. El PVC inicia con un rosa pálido, continua con un café claro y termina con un café rojizo; la temperatura más alta acelera el proceso. La mezcla PVC + CaSt₂ mantiene un patrón de color similar al PVC solo pero con una intensidad menor; mientras que la mezcla de PVC + ZnSt₂ sigue un patrón de color muy diferente, ya que mantiene su color blanco por un cierto tiempo y finalmente y de manera intempestiva se torna completamente oscuro (negro).

Al relacionar el YI con la evolución de HCl (Volts) para el PVC se obtiene una gráfica que muestra una respuesta directamente proporcional entre ambas propiedades (Fig.1). Las Figuras 2 y 3 que corresponden al PVC+CaSt₂ y PVC+ZnSt₂ muestran una respuesta diferente a la anterior, donde se observan dos etapas, una en donde se incrementa el YI mientras el potencial permanece constante y la otra donde el YI no cambia mientras que el potencial se incrementa considerablemente. Esta respuesta se debe a que el aditivo está funcionando, pero también sugiere que el índice de amarillamiento no provee de la misma información que la evolución de HCl con respecto al proceso de degradación.

Cuando se relaciona el YI con los valores de IC (oxidación) se observan similitudes entre PVC y PVC+CaSt₂, donde a bajas temperaturas no hay oxidación importante en las primeras etapas de degradación, mientras que a altas temperaturas se vuelve proporcional la respuesta. Para el PVC+ZnSt₂ esto último se aplica desde el principio de la degradación y para las cuatro temperaturas.

La relación entre YI y Mn es muy clara para el PVC donde a bajas temperaturas se presenta un rompimiento de cadenas mientras que a altas temperaturas se observa un incremento de peso molecular; la respuesta es lógica considerando que a altas temperaturas los tiempos de degradación son muy cortos y no se logra observar el rompimiento de cadenas. Sin embargo, para las mezclas con Ca y Zn se observa un juego de entrecruzamiento-rompimiento durante la degradación que comprueba el efecto de los aditivos.

El % de reflectancia al relacionarse con YI presenta una respuesta inversamente proporcional, donde el mayor valor de YI muestra los valores de reflectancia más pequeños. El PVC está representado por curvas (cuatro temperaturas) donde la reflectancia se reduce sin cambio importante del YI en un inicio y al final del proceso sobrevienen los cambios importantes de YI con reducciones pequeñas de reflectancia. Por otro lado, para el polímero aditivado el proceso es inverso, donde una pequeña reducción en reflectancia involucra cambios importantes en YI y termina con efectos importantes en reflectancia y valores de YI estables.

Finalmente, la relación de YI con % Gel en PVC corroboran el entrecruzamiento que se da durante el proceso degradativo y que es proporcional al incremento de YI, mientras que para las mezclas con los aditivos se observa el juego de entrecruzamiento-rompimiento en las primeras etapas, terminando con relaciones proporcionales entre ambos parámetros, para las cuatro temperaturas.

En conclusión se puede decir que no es posible determinar cuando se presenta mayor o menor degradación de PVC con simplemente evaluar el índice de amarillamiento; ya que este método solo representa el proceso bajo ciertas condiciones. Es necesario conjuntar los resultados de varias técnicas para definir si la muestra se ha degradado.

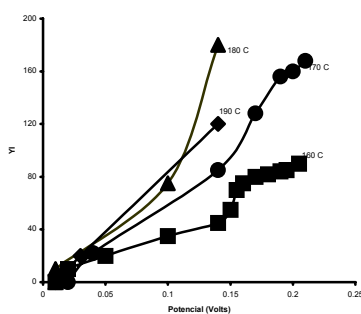


Fig.1.- Relación YI/Potencial para PVC

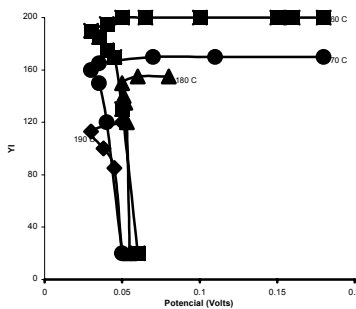


Fig. 2.- Relación YI/Potencial para PVC+Ca

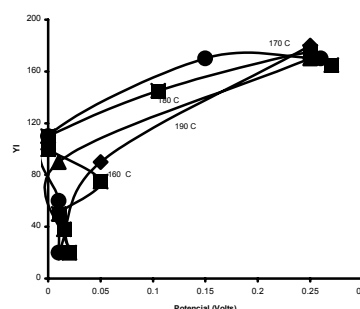


Fig. 3.- Relación YI/Potencial para PVC+Zn