

## PP-I-2

### OPTIMIZACIÓN DINÁMICA DE UN PROCESO CONTINUO PARA LA OBTENCIÓN DE POLIESTIRENO DE ALTO IMPACTO

Carla Luciani,<sup>1</sup> Diana Estenoz,<sup>1</sup> Haydée Oliva<sup>2</sup> y Gregorio Meira<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> INTEC (CONICET y Univ. Nac. del Litoral), Güemes 3450, Santa Fe (3000), Argentina, fax: 0054-342-455-0944, e-mail: [gmeira@ceride.gov.ar](mailto:gmeira@ceride.gov.ar)

<sup>2</sup> Escuela de Ing. Química, Univ. del Zulia, Apdo. 4011 – A528, Maracaibo, Venezuela, fax: 0058-261-759-8100, e-mail: [haydeool@mail.luz.ve](mailto:haydeool@mail.luz.ve)

El poliestireno de alto impacto (HIPS) es un material heterogéneo obtenido polimerizando estireno en presencia de polibutadieno. La receta completa se alimenta primero a un equipo discontinuo donde básicamente la goma se disuelve en la mezcla de monómero, solvente y aceites minerales. Además, se agregan un agente de transferencia de cadena (para controlar los pesos moleculares) y un iniciador químico (para promover las reacciones de injerto). El contenido del Disolvedor se descarga en forma intermitente al Tanque de Alimentación. Luego, el proceso está formado por un tren de reactores continuos. En él, se distinguen dos etapas: a) la prepolimerización (en Preinjetador y Prepolimerizador), con buena agitación, bajas temperaturas y en presencia del iniciador químico; y b) la terminación: conducida en los restantes equipos a mayores temperaturas y en ausencia de agitación. La inversión de fases ocurre durante la prepolimerización.

El objetivo del trabajo es reducir el producto fuera de especificación producido en los transitorios que resultan por cambios de grado. El caudal de salida del Tanque de Alimentación se mantiene constante en 32 gal/min.

El modelo matemático del proceso considera un mecanismo cinético<sup>[1]</sup> que incluye: a) iniciación química y térmica; b) transferencia a la goma, al modificador y al inhibidor; c) terminación por combinación; y d) entrecruzamiento entre radicales primarios de polibutadieno. Se considera al proceso como homogéneo, porque se ha demostrado que las características moleculares de la mezcla obtenida en una polimerización en solución son muy similares a las obtenidas en una polimerización en masa heterogénea equivalente.

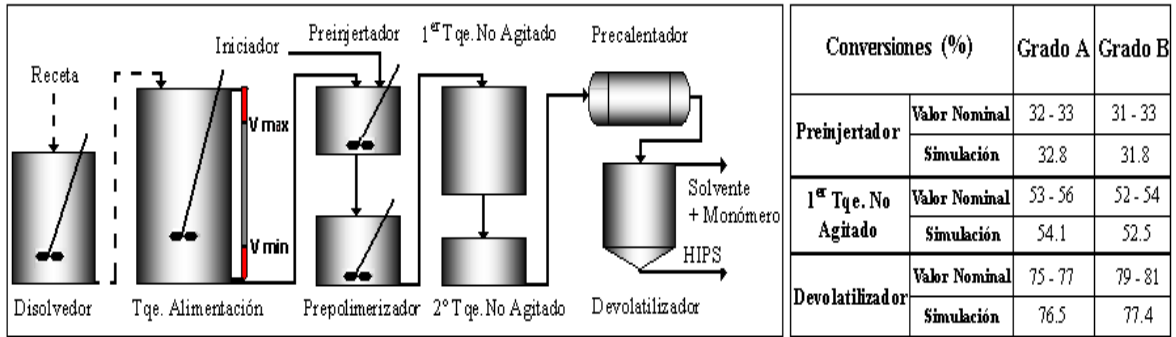
Se estudian dos grados comerciales de HIPS, que indicaremos como A y B. La principal diferencia entre ellos es el peso molecular del PS libre (resultante de variaciones en la cantidad de ag. de transf. en la receta). En la Tabla 1, se comparan las conversiones simuladas en tres puntos del sistema con los valores nominales esperados según la ingeniería de procesos. Si bien las salidas son estrictamente periódicas de pequeña amplitud, se consideran los valores promedio asociados.

La Fig. 2 muestra las evoluciones simuladas ante dos posibles políticas de cambio de receta. La Política 1 considera el cambio directo desde una receta a la otra, en una única batchada. La Política 2 considera en cambio un cambio tipo “bang-bang”, en 3 batchadas sucesivas a partir de  $t = 0$ . La estrategia “bang-bang” se basa en introducir variaciones en las concentraciones al Disolvedor mayores que las necesarias según el cambio de receta, con el objeto de alcanzar lo antes posible la calidad del segundo grado en el producto final, aún a costa de “over” o “undershoots”.

Ante cambios de grado, el producto se acumula en tres fracciones diferentes. La Fracción I se adiciona directamente al grado original (A). La Fracción II (ver Figs. 2 a y b) caracteriza al producto de la transición; y en la estrategia adoptada, la Fracción II acaba cuando el  $M_w$  instantáneo final alcanza por primera vez el valor deseado para B. Por último, la Fracción III se adiciona

directamente al Grado B.

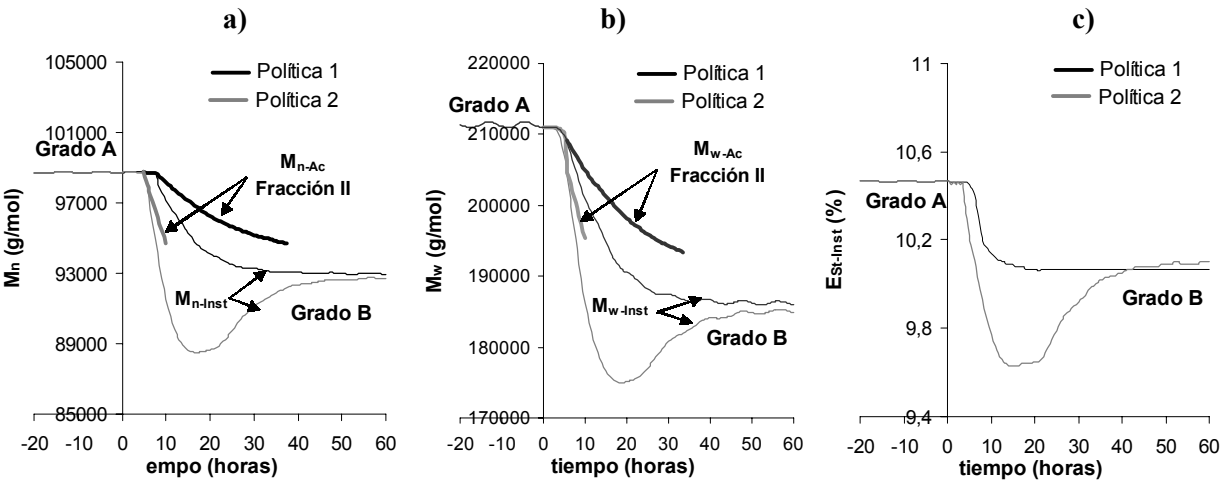
Se calculan las siguientes características del producto final: a) los pesos moleculares medios instantáneos ( $M_{n-Inst}$  y  $M_{w-Inst}$ ) y acumulados ( $M_{n-Ac}$  y  $M_{w-Ac}$ ) del poliestireno libre; y b) la eficiencia de injerto instantánea ( $E_{St-Inst}$ ) [definida como la relación entre el caudal másico de estireno injertado al copolímero y el caudal másico de estireno polimerizado total].



**Figura 1** – El proceso continuo. — Flujo Continuo  
----- Flujo Intermitente

**Tabla 1** – Conv. estacionarias.

Los resultados de simulación se muestran en la Fig. 2. Se observa que si bien la política “bang-bang” reduce el volumen de la Fracción II con respecto al cambio directo de receta, la política “bang-bang” presenta subvalores importantes la Fracción III.



**Figura 2** – Transiciones instantáneas y acumuladas del producto final ante las 2 políticas de cambio de grado estudiadas: a)  $M_n$  del PS libre (instantáneos y acumulados); b)  $M_w$  del PS libre (instantáneos y acumulados); y c) eficiencia de injerto instantánea.

En futuros trabajos, se espera corroborar el modelo matemático usado con mediciones de planta; y se estudiarán también cambios simultáneos de grado y de carga.

1. D. Estenoz, G. Meira, H. Oliva, “Mathematical Model of a Continuous Industrial High Impact Polystyrene Process”, AICHE Journal, Vol. 44, N° 2 (1998).