

## EFECTO DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE INYECCIÓN SOBRE LA ADHESIÓN POLIMERO-TELA USANDO LA TECNICA DE DECORACION EN MOLDE

Everling Dávila<sup>1</sup>, María Virginia Candal<sup>1\*</sup>, Miguel Sánchez-Soto<sup>2</sup>

1: Grupo de Polímeros USB, Dept. Mecánica, Universidad Simón Bolívar, Apartado 89000, Caracas 1080-A, Venezuela.

2: Centro Catalán del Plástico, Universidad Politécnica de Catalunya, c/ Colom 114, 08222-Terrassa, Barcelona, España

\* e-mail: mcandal@usb.ve

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es estudiar el efecto de las variables del proceso de inyección sobre la adhesión entre un polímero y una tela utilizando la técnica de decoración en el molde. Se usaron fibras textiles y PEBD formándose una unión del tipo adhesivo. Se evaluó el efecto de las condiciones de proceso en la adhesión, aplicando una matriz de diseño de experimentos y se evaluó mediante la técnica de Pelado. Se obtuvo que la variable de mayor influencia en la adhesión es la temperatura de inyección, observándose que al incrementar la misma, la resistencia de la unión adhesiva disminuye

**Palabras Claves:** decoración en molde, temperatura de inyección, ensayo de pelado, resistencia a la adhesión.

## ABSTRACT

The effect of the injection process conditions over the adhesion resistance between fabric and a polymer using the in mould decoration technique was the objective of this research. Textile fibers and LDPE were used forming an adhesive bonding. The effect of process conditions over the adhesion resistance was studied using a experimental design technique and the mechanical properties by peeling technique was evaluated. It was found that the injection temperature has the higher influence over the adhesion resistance, when the variable is increases thereof, the adhesive resistance decreases.

**Keywords:** in mould decoration, melt temperature, peel test, adhesion resistance.

## 1. INTRODUCCIÓN

La decoración en el molde (IMD) es una de las técnicas más eficaces y rentables de decorar una pieza durante el ciclo de moldeo, permitiendo ahorro de costos y tiempo durante la producción. La mayoría de sus aplicaciones requieren la selección de los materiales adecuados para obtener buenas propiedades mecánicas y adhesivas. Durante este proceso se suelen unir películas plásticas o telas con un polímero. Para ello se coloca la tela o película (sustrato) en la cavidad del molde de inyección; posteriormente, la resina fundida es inyectada sobre el sustrato y la superficie de éste se une a la resina de moldeo, formando parte de un producto acabado. Chen et al. <sup>[1]</sup> estudió el efecto de una película insertada en un molde de inyección empleando IMD con polipropileno. Se encontró que el emplear una temperatura asimétrica se reduce la deformación de las piezas.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

Se emplearon el PEBD Riblene® MP30 de POLIMERI EUROPA (MFI = 7,50 g/10 min (190/2.16) y fibras textiles comerciales con una estructura sandwich (Poliamida (PA) / Poliéster / PA), con la intención de estudiar una posible unión para la fabricación de asientos de automóviles. Para la evaluación de la influencia de las condiciones de proceso (temperatura de inyección ( $T_i$ ), velocidad de inyección ( $v_i$ ) y presión sostenida ( $P_s$ )) se desarrolló una matriz factorial de  $3^3$  <sup>[2-3]</sup> (Tabla 1). Se empleó una inyectora Mateu & Solé ( $F_{\text{cierre}}=90$  ton) con un molde de placas de entrada abanico y una cavidad de 100\*100\*3 mm, para preparar las probetas de pelado (Fig. 1). Las muestras fueron ensayadas en una máquina de ensayos universales Lloyd. La superficie de fractura fue observada en un microscopio electrónico de Barrido (SEM).

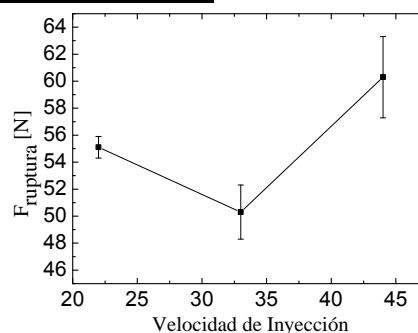
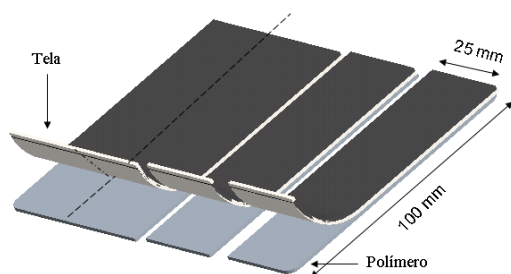
## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La  $v_i$  es una de las condiciones de proceso de mayor interés en el proceso de inyección. Sin embargo, según Candal et al. <sup>[2-3]</sup> esta variable no afecta en el proceso de sobreinyección entre dos polímeros. Se encontró que a medida que la  $v_i$  se incrementa, se promueve un calentamiento viscoso que provoca el incremento de la  $T_i$ , promoviendo un mayor reblandecimiento superficial en el sustrato (PEBD) y, favoreciendo la interdifusión molecular con la tela <sup>[4]</sup>, observándose una mayor resistencia de la unión adhesiva PEBD/tela. Al aplicar bajas

$v_i$  se observan mayores valores en la resistencia de la adhesión, debido a que el polímero fundido posee menor orientación al entrar en contacto con el sustrato, lo cual favorece el mojado superficial y la interdifusión, obteniéndose una mejora en la resistencia (Fig. 2). Por otro lado, la  $P_s$  no evidencia un efecto claro en la resistencia a la adhesión. Sin embargo, se observó que la misma promueve la resistencia a la adhesión, e incluso en mayor proporción que la  $v_i$ , hasta cierto punto, puesto que, la misma empeora debido a una posible sobrecompactación. Por último, al analizar el efecto de la  $T_i$  es posible observar un comportamiento lineal ya que se obtiene que mientras mayor es la  $T_i$ , menor es la resistencia de la unión adhesiva, contrario a lo reportado [2-3]. Se pensó en la posibilidad de explicar la adhesión PEBD/tela empleando el modelo de la fusión, pero al caracterizar térmicamente (DSC) la fibra textil, se observó la presencia de un pico de fusión a 260 °C en la capa más externa, lo cual descarta esta posibilidad, puesto que la  $T_i$  máxima empleada fue de 230 °C, por lo que se podría relacionar posiblemente con un posible reblandecimiento de las fibras, promoviendo la deformación superficial y en consecuencia, permitiendo un enredamiento molecular entre las cadenas poliméricas, evidenciando adhesión interfacial. Descartando la posibilidad de una adhesión por fusión, y partiendo de un posible reblandecimiento de las fibras, se plantea una segunda hipótesis, en la cual se afirma que al inyectar sobre el tejido el material polimérico se haya embebido entre éstas debido a su alta porosidad, lo que provocaría una unión física lo suficientemente fuerte para favorecer la adhesión e inducir que el material polimérico se una a la tela, comportándose como una matriz, lo cual evidencia que la unión se lleva a cabo a través de una reacción física y no química. De ser cierta la hipótesis planteada, es necesario definir el por qué se observa un comportamiento inverso al esperado [2-3]. El tratamiento superficial aplicado a las fibras (apresto) contiene en su composición diversos componentes, entre ellos homopolímero de vinil acetato y agentes de acoplamiento de silano y agua, lo que permite plantear, basados en los trabajos llevados a cabo por Liu et al. [5], que la presencia de grupos  $\text{CH}_x-$  y  $\text{SiO}_x-$ , en la tela, podrían propiciar reacciones con grupos polares del tipo  $-\text{OH}$  y  $-\text{COOH}$ . Lo que provocaría uniones físicas secundarias que en un principio pareciesen que promueven la unión, pero que al elevar la  $T_i$ , podrían romperse y minimizar esa unión inicial observada, evidenciando una disminución en la resistencia adhesiva en la interfase PEBD/tela.

**Tabla 1.** Niveles y factores evaluados en el DOE.

| Niveles | $v_i$ [g/s] | $P_s$ [MPa] | $T_i$ [°C] |
|---------|-------------|-------------|------------|
| -1      | 3           | 2,2         | 200        |
| 0       | 4           | 3,3         | 215        |
| 1       | 5           | 4,4         | 230        |



**Figura 1:** Probetas para los ensayos de pelado. **Figura 2:** Efecto de  $v_i$  en la resistencia a la adhesión PEBD/tela.

#### 4. REFERENCIAS

- [1]. Chen H, Chen S, Liao W, Chien R, Lin Y. Int Com Heat Mass Transfer. 2013; 41, 34-40
- [2]. Candal M, Gordillo A, Terife G, Santana O. "Effect of the process conditions over the adhesion between two overmolded polymers". En: Proceedings del 65th Annual SPE Technical Conference (ANTEC) 2007. Cincinnati (EUA): Society of Plastics Engineers, 2007, p. 620-624.
- [3]. Candal M, Gordillo A, Santana O, Sánchez J. J. Mat Sci. 2008; 43 (15), 5052-5060.
- [4]. Weng D, Andries J, Morin P, Saunders K, Politis J. J Inj Mold Tech. 2000; 4 (1), 22-28.
- [5]. Liu X, Liu Q, Wang H, Mat. Sci. Eng A. 2008; 483-484, 683-687.