

## Resumo

A permeabilidade é uma propriedade dos reforços que desempenha um papel importante nos processos de moldação por injeção de resina (LCM). Este trabalho pretende estudar a possibilidade do uso de termopares como sensores para detecção da frente de fluxo em moldes metálicos e posterior cálculo da permeabilidade. Pretende-se assim conceber um método para medição de permeabilidades relativamente económico uma vez que os termopares são sensores de baixo custo.

No INEGI tem vindo a ser desenvolvido um projecto que apresenta como principal objectivo o controlo da frente de fluxo, de sistemas de resinas carregadas com nanofluidos, por aplicação de campos magnéticos adequados. Com o método proposto neste trabalho poderíamos, de uma forma relativamente simples, efectuar a monitorização da frente de fluxo de diferentes sistemas de resinas em processos LCM e cálculo de permeabilidades de reforços.

Para o sucesso do uso de termopares é necessário que a resina e o meio molde que suporta os termopares estejam a diferentes temperaturas. A monitorização da frente de fluxo foi conseguida numa configuração onde se mantiveram os meios moldes a diferentes temperaturas e injectando a resina à temperatura ambiente. A transferência de energia interna, por condução, do meio molde superior para a resina, tornou possível a detecção da resina “quente” pelos termopares colocados no meio molde inferior, esta a temperatura ligeiramente inferior à do meio molde superior.

A realização deste estudo demonstrou que é possível a detecção da frente de fluxo em moldes metálicos recorrendo a termopares, contudo induz-se no cálculo da permeabilidade um erro devido às diferentes temperaturas dos meios moldes. A viscosidade da resina varia com a temperatura, pelo que haverá diferentes valores de viscosidade junto aos meios moldes superior e inferior. Este erro pode ser evitado se for usado, em substituição da resina, um óleo que tenha uma dependência mínima da viscosidade com a temperatura.

## **Abstract**

Permeability is a property of reinforcements which plays an important role in Liquid Composite Molding (LCM). This study seeks to investigate the possibility of the use of thermocouples as sensors to detect the front flow in metal moulds for calculation of permeability. The aim is to devise a relatively economic method for permeability measurement since thermocouples are low-cost sensors.

At INEGI there is a project running on the control of the front flow of resin systems loaded with nanofluids, with the application of appropriate magnetic fields. The method proposed in this paper could, in a relatively simple way, aid the monitoring of the front flow systems, of different resins in LCM processes and measure reinforcements permeability.

For the success of the use of thermocouples it is necessary that the resin and lower half mould that supports the thermocouples, are at different temperatures. Monitoring of the front flow was achieved in a set-up where the half moulds were maintained at different temperatures and the resin was injected at room temperature. The transfer of internal energy, by conduction, from the upper plate to the resin, made possible the detection of "hot" resin by thermocouples placed on the lower mould, which temperature is slightly lower.

The completion of this study showed that it is possible to detect the front flow in metal moulds using thermocouples although this procedure leads to an error in permeability calculation due to the different temperatures of the half moulds. The resin viscosity varies with temperature, so different viscosities will be found near the upper and lower moulds. This error can be avoided if the resin is replaced by oil having a minimal dependence of viscosity with temperature.