

Herstellung von Poly-4-methylpentene-1-Hohlfasern im Schmelzspinnprozess für die Anwendung als Membran zur Gasseparation

A. Becker, M. Pelzer, T. Vad, T. Gries, Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University, Aachen/ Deutschland

Zusammenfassung

Für die Gasseparation können Membranen aus Hohlfasern genutzt werden. Poly-4-methylpentene-1 (PMP) ist eines der wenigen Polymere, das sich für diese Anwendung eignet. Traditionelle Herstellungsprozesse von Hohlfasern auf Basis von PMP erfordern jedoch den Einsatz von Lösungs- und Fällungsmitteln [1-3]. Im Rahmen dieses Projekts werden Hohlfasern aus PMP im lösungsmittelfreien Schmelzspinnverfahren hergestellt. Um eine poröse Struktur und eine dünne selektive Schicht in der Hohlfaser zu erhalten, wird die Faser in einem zweiten Prozessschritt in einem „Crazing“-Bad nachverstreckt.

Hohlfaserherstellung

Im Rahmen dieses Projekts werden Hohlfasern aus PMP des Typs TPX MX002, Mitsui Chemicals, Inc., Minato, Tokio, Japan, im lösungsmittelfreien Schmelzspinnprozess hergestellt. Zur Herstellung der Hohlfasern wird eine 2C-Düse verwendet. Eine Prinzipskizze des Schmelzspinnprozesses und die Geometrie einer Kapillare in der Spinndüse sind in Abbildung 1 dargestellt.

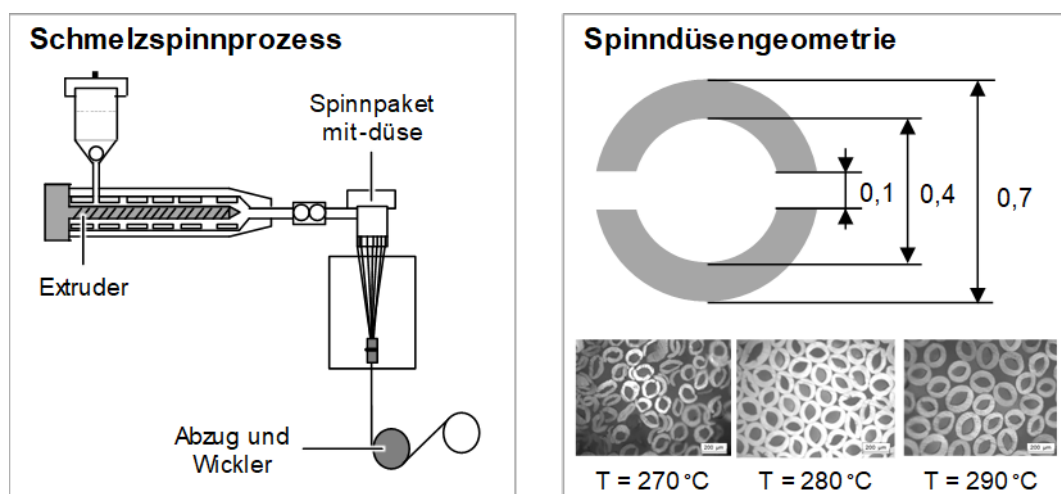


Abbildung 1: Prinzipskizze des Schmelzspinnprozesses (links) und Geometrie einer Spinndüsenkapillare mit erreichten Faserquerschnitten (rechts)

Die Filamente werden bei 270, 280 und 290 °C extrudiert. Es wird ein Massenstrom von 5 g/min eingestellt. Die Abzugsgeschwindigkeit wird zwischen 100, 300 und 500 m/min variiert.

Analyse

Das PMP-Granulat wird mittels TGA, DSC und Rotationsrheometer analysiert. Die hergestellten Hohlfasern werden unter einem Licht- sowie einem Rasterelektronenmikroskop untersucht. Zudem werden WAXD-Messungen durchgeführt. Die hergestellten Fasern sind hohl und nicht kollabiert. Bei allen Fasern ist jedoch eine Naht sichtbar (Abbildung 2). Die Naht ist bei höheren Prozesstemperaturen weniger stark ausgeprägt. Dies lässt sich mit der langsameren Abkühlung und dem größeren Einfluss der Oberflächenspannung auf die Ausformung des Querschnitts erklären.

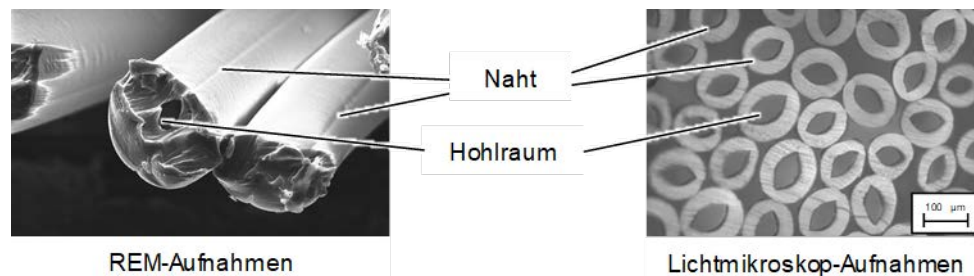


Abbildung 2: Naht der Hohlfasern unter dem Mikroskop

Weitere Schritte

Zunächst wird ein „Crazing-“Bad konstruiert. Ein Fluid, in dem die Fasern nachverstreckt werden, wird ausgewählt. Zudem wird die optimale Prozesstemperatur ermittelt, um eine dünne selektive Schicht der Faser herzustellen. Die Spinnversuche werden mit anderen Spinndüsen wiederholt, um einen größeren Faserinnen- und außendurchmesser zu erzielen sowie die Bildung einer Naht zu verhindern. Beim Projektpartner A.V. Topchiev Institute of Petrochemical Synthesis, Russian Academy of Science (TIPS RAS), Moskau, Russland, wird eine Simulation sowie ein Messverfahren zur Messung der Permeabilität von Gasen (H_2 , O_2 , N_2 , CO_2 , CH_4), niedermolekularen Kohlenwasserstoffen und Dämpfen in den einzelnen Hohlfasern und Hohlfaser-Bündeln aus einem teilkristallinen PMP entwickelt.

Diese Arbeit wird von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (grant number GR1311/94-1) unterstützt.

[1] Markova, S.Yu., Beckman, I.N., Teplyakov V.V.: Diffusion of C1-C3 Alkanes in Semicrystalline Poly(4-Methyl-1-Pentene) as a Two-Phase Polymeric System. International Journal of Membrane Science and Technology, V. 4, No. 1, p. 28-36, 2017

[2] Markova S.Yu., I. Beckman N., Teplyakov V.V.: Heterogeneous membranes for gas separation. Recents Progres en Genie des Procedes, Vol. 110, pp. 2.11.1 - 2.11.7, 2017

[3] Lai, J.Y., Wu, G. J.:TPX/ Siloxane Blend Membrane for Oxygen Enrichment, Journal of Applied Polymer Science. V. 34, No. 2, 1987