

Präzise Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von PMMA mit dem Heat Flow Meter TCT 716 *Lambda*[®]

Brad Hammond, Applications Laboratory Burlington, MA, USA

Einleitung

Polymethylmethacrylat (PMMA), allgemein als Acrylglas oder unter Handelsnamen wie Plexiglas[®] oder Perspex[®] bekannt, ist ein transparenter Thermoplast, der für seine optische Transparenz, Steifigkeit, Festigkeit, Bruchfestigkeit, Haltbarkeit und geringe Dichte bekannt ist. Diese Eigenschaften machen es zu einem idealen Material, das häufig als Alternative zu Glas für eine Vielzahl von Anwendungen in der Optik-, Elektronik-, Automobil-, Schiffs-, Luftfahrt- und Bauindustrie eingesetzt wird. Aufgrund seiner weit verbreiteten Verwendung ist es wichtig, das thermische Verhalten von PMMA zu verstehen, um die Sicherheit zu gewährleisten, das Wärmemanagement zu optimieren sowie Design, Leistung und Herstellungsprozesse zu verbessern.

Experimenteller Teil

Zwei PMMA-Proben wurden mit dem TCT 716 *Lambda*[®] Guarded Heat Flow Meter (GHFM) nach der in ASTM E1530 beschriebenen Methode geprüft. Bei diesem stationären Messverfahren wird eine Probe bekannter Dicke zwischen zwei Platten gelegt, die auf

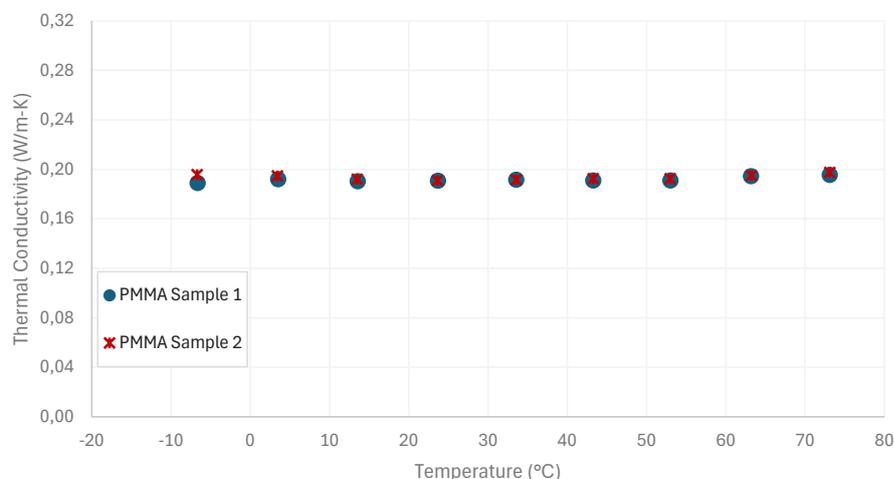
unterschiedlichen Temperaturen gehalten werden, so dass Wärme durch die Probe fließen kann. Anschließend wird der Wärmestrom durch die Probendicke gemessen und die Wärmeleitfähigkeit berechnet.

Die beiden Proben wurden in einem Temperaturbereich von -10 °C bis 70 °C in Schritten von 10 °C geprüft. Jede Probe hatte einen Durchmesser von ca. 51 mm, eine Dicke von 3 mm und eine Dichte von 1,18 g/cm³. Die Kalibrierung erfolgte mit Vespel[®] SP-1. Während der Messungen wurden die Proben mit 175 kPa belastet. Um den Kontaktwiderstand zu verringern, wurde eine dünne Schicht Wärmeleitpaste aufgetragen.

Ergebnisse und Diskussion

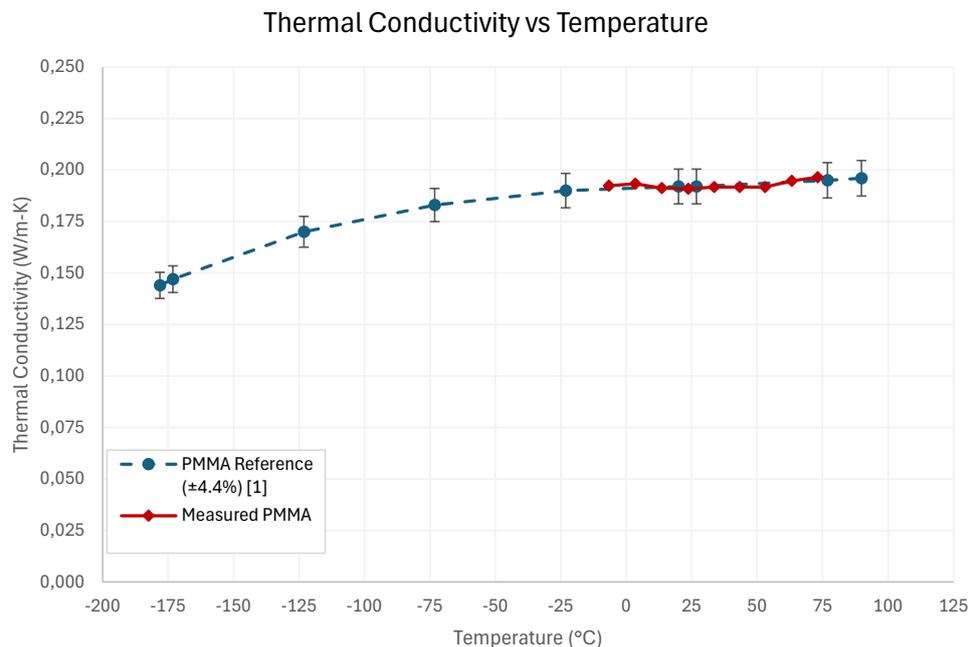
Die Wärmeleitfähigkeit von PMMA betrug über den gemessenen Temperaturbereich von -10 °C bis 70 °C etwa 0,19 W/(m·K) und stieg zu höheren Temperaturen hin nur leicht auf 0,20 W/(m·K) an. Beide PMMA-Proben wurden jeweils dreimal getestet und zeigten eine gute Wiederholbarkeit der Messungen mit einer mittleren relativen Standardabweichung von 1%.

Thermal Conductivity vs Temperature



Die in Abbildung 1 dargestellten Daten stellen den Mittelwert dieser drei Messungen dar. Es ist zu erkennen, dass die Wärmeleitfähigkeit über diesen Temperaturbereich nahezu linear verläuft und die Ergebnisse der beiden untersuchten Proben sehr gut übereinstimmen.

1 Gemessene Wärmeleitfähigkeit der PMMA-Proben 1 und 2. Die angegebenen Werte sind Mittelwerte aus drei Messungen an jeder Probe.



2 Mittelwerte der PMMA-Proben 1 und 2 ('gemessenes PMMA'; rote Kurve) im Vergleich zu den Referenzwerten aus der Literatur

Wärmeleitfähigkeitswerte für PMMA sind in verschiedenen Literaturquellen zu finden. Im Allgemeinen wird die Wärmeleitfähigkeit von PMMA bei Raumtemperatur in der Literatur mit ca. 0,19 W/(m·K) angegeben. Antoniadis et al. haben zahlreiche Literaturquellen zusammengestellt und einen empfohlenen Datensatz für PMMA für den Temperaturbereich von -178 °C bis 90 °C entwickelt [1]. In Abbildung 2 sind die Wärmeleitfähigkeitsergebnisse aus dieser Untersuchung (Mittelwert der PMMA-Proben 1 und 2) zusammen mit den Referenzwerten von Antoniadis et al. dargestellt. Die Werte/Kurven sind nahezu deckungsgleich.

Literatur

[1] Antoniadis, Konstantinos & Tyrou, Alexandra & Assael, Marc & Li, Xiaojing & Wu, Jiangtao & Ebert, Hans-Peter. (2020). Reference Correlations for the Thermal Conductivity of Solid BK7, PMMA, Pyrex 7740, Pyroceram 9606 and SS304. International Journal of Thermophysics. 41. 10.1007/s10765-020-02678-9.

Zusammenfassung

Die Wärmeleitfähigkeit von PMMA wurde zwischen -10 °C und 70 °C mit dem TCT 716 *Lambda*[®] Guarded Heat Flow Meter gemessen. Die experimentell ermittelte Wärmeleitfähigkeit lag zwischen 0,19 W/(m·K) und 0,20 W/(m·K), wobei ein leichter Anstieg mit zunehmender Temperatur zu verzeichnen war. Die gemessenen Werte stimmen gut mit Referenzdaten aus der Literatur [1] überein und bestätigen, dass das TCT 716 *Lambda*[®] genaue und zuverlässige Messungen der Wärmeleitfähigkeit von PMMA liefert.