

PolyTherm

Polymers for Thermally Demanding Applications

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Programmlinie: K-Projekte

COMET-Einzelprojekt, Laufzeit und Projekttyp:

Cationic curing of epoxy thermosets with tailored properties based on simulation methods, 04/2017-03/2021, strategisch

Gradienten-Komposite: Variation der Materialeigenschaften

Alle Kunststoffe haben eine gemeinsame Eigenschaft: Sie sind Wärmeisolatoren. Diese Eigenschaft kann in modernen elektronischen Geräten, die mit kontinuierlich höheren Leistungsdichten gebaut werden, ernsthafte Probleme verursachen. Um die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen zu erhöhen, können diese mit Partikeln gefüllt werden. Im K-Projekt PolyTherm wurden unter Verwendung von mikro- und nanoskalierten Füllstoffen Komposite hergestellt, bei denen der Gehalt an Füllstoffen in einer Dimension variiert. In solchen Gradienten-Kompositen kann die Wärme hocheffizient von der Wärmequelle abtransportiert werden.



Kunststoffe und Polymere: Wärmeisolatoren

Alle Kunststoffe haben eine gemeinsame Eigenschaft: Sie sind thermische Isolatoren.

Jedes Material, das keine Wärme transportieren kann, wird als Wärmeisolator bezeichnet. Im Falle von Kunststoffen ist beispielsweise die Unfähigkeit, Wärme zu transportieren, ein bekanntes Merkmal dieser Materialklasse: Jedes Küchenmaterial aus Kunststoff, wie zum Beispiel Lebensmittelbehälter, bleibt nach Beendigung des Geschirrspülprogramms noch nass, trotz der Hitze, die während des Trocknungszyklus erzeugt wird, da diese nicht in dem Kunststoffmaterial gespeichert bzw. transportiert werden kann.

Die Unfähigkeit der Kunststoffe, Wärme zu transportieren, kann in modernen elektronischen Geräten wie Smartphones und Computern ernsthafte Probleme verursachen: Jede neue Generation solcher Geräte wird mit mehr Funktionalität gebaut, was eine höhere Leistungsdichte erfordert. Wenn möglich, ist zudem das

Design solcher Vorrichtungen sehr kompakt, was wiederum zu einer höheren Leistungsdichte aufgrund des verringerten Volumens des Gerätes führt. Daher wird in solchen Vorrichtungen mehr Wärme entwickelt, und die Temperaturen steigen während des Betriebes an.

Kunststoffe werden in Geräten wie Smartphones und Computern häufig als Abschirm- und / oder Schutzmaterialien verwendet. Wenn die während des Betriebes erzeugte Wärme nicht durch den Kunststoff abgeführt werden kann, nimmt die Temperatur kontinuierlich zu, und erreicht im schlimmsten Fall eine kritische Schwelle, was zum Geräteausfall führen kann.



Nano- und Mikrokomposite vereint: Gradientenkomposite

Um die Wärmeleitfähigkeit von Kunststoffen zu verbessern, können sie mit Partikeln gefüllt werden, die eine hohe Wärmeleitfähigkeit aufweisen, wie Siliciumdioxid, Aluminiumoxid, Bornitrid, Aluminiumnitrid usw. Die Größe bzw. der Durchmesser solcher Teilchen variiert um

mehrere Größenordnungen, ausgehend von nanoskaligen Durchmessern (sog. Nanopartikel). Im Vergleich zu Mikropartikeln sind solche Nanopartikel teuer, was sie als Füllmaterial weniger attraktiv macht. Micro-Partikel sind andererseits kostengünstiger, können aber in einem flüssigen bzw. geschmolzenen Kunststoff (Harze vor der Aushärtung, bzw. Thermoplaste während der Verarbeitung) absinken.

Als Faustregel gilt, dass die Wärmeleitfähigkeit eines Kompositmaterials (bestehend aus einer Kunststoffmatrix und Füllstoffen) mit zunehmender Menge an Füllstoffen zunimmt. Im K-Projekt PolyTherm wurden solche Verbundstoffe unter Verwendung von mikro- und nanoskalierten Füllstoffen hergestellt, die auf die Herstellung von Gradienten-Kompositen abzielen, bei denen der Gehalt an Füllstoffen entlang einer Dimension, z. B. der Höhe, variiert (Abbildung 1).

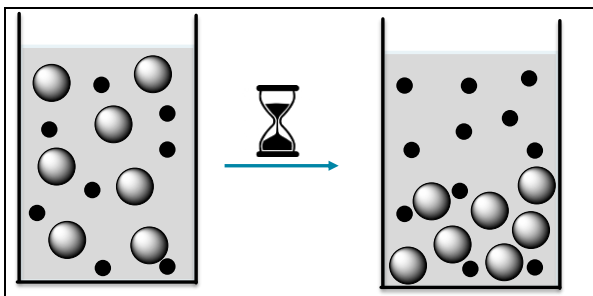


Abb. 1: Bildung eines Gradientenkomposits durch schnelleres Absinken der Mikropartikel (grau) im Vergleich zu den Nanopartikeln (schwarz).



Wirkungen und Effekte

Aufgrund des schnellen Absinkens der Mikropartikel (im Gegensatz zu den unverändert homogen dispergierten Nanopartikeln) variieren die Materialeigenschaften von Gradientenkompositen wie die Wärmeleitfähigkeit entlang des Komposits. Ein epoxidbasiertes Gradientenkomposit, das mikro- und nanoskaliertes Alumi-

niunoxid enthält, wurde in dünne Schichten geschnitten, die mit der Light-Flash-Apparatur (LFA) gemessen wurden, die im Rahmen des PolyTherm-Projekts erworben wurde. Die experimentellen Daten zeigten, dass die Wärmeleitfähigkeit (bei Raumtemperatur gemessen) um fast 100% variiert, siehe Abbildung 2.

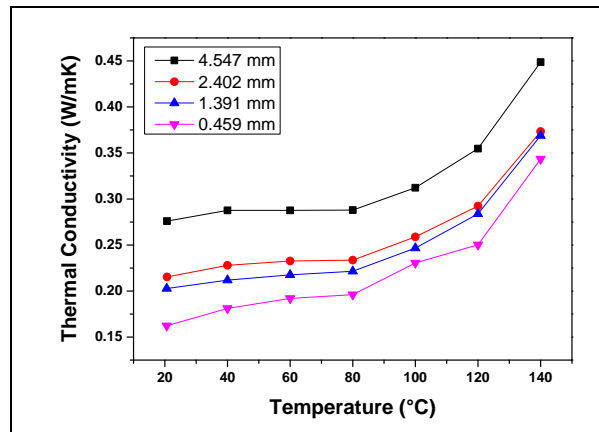


Abb. 2: Variation der Wärmeleitfähigkeit in einem Gradientenverbund.

Wenn solche Gradientenkomposite so aufgebaut sind, dass die "Bodenschichten" (die Schichten mit der hohen Wärmeleitfähigkeit) auf den Wärmequellen einer elektronischen Vorrichtung angeordnet sind, kann die Wärme mit hoher Effizienz von der Wärmequelle abtransportiert werden. Mit solchen Gradientenkompositen können vergleichsweise kosteneffiziente kunststoffbasierte Materialien für moderne elektronische Geräte hergestellt werden. Aktuelle Modellierungs- und Simulationsaktivitäten innerhalb des K-Projekts PolyTherm befassen sich mit der wissenschaftlichen Frage der Wärmeableitung durch solche Verbundwerkstoffe.

Kontakt und Informationen

K-Projekt PolyTherm

Polymer Competence Center Leoben
 Roseggerstrasse 12, 8700 Leoben
 T +43 3842 42962 0
 E office@pccl.at; H <https://www.pccl.at>

Projektkoordination

Frank Wiesbrock

Projektpartner

| Organisation | Land |
|---------------------------|------------------------|
| Montanuniversität Leoben | Österreich |
| TU Dortmund | Deutschland |
| TU Graz | Österreich |
| Politecnico di Torino | Italien |
| University of Southampton | Vereinigtes Königreich |

Weitere Informationen zu COMET – Competence Centers for Excellent Technologies: www.ffg.at/comet

Diese Success Story wurde von der Konsortialführung/der Zentrumsleitung zur Verfügung gestellt und zur Veröffentlichung auf der FFG-Website freigegeben. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt die FFG keine Haftung.