



1. Schematic representation of core-shell particles dispersed in polymer matrix and the corresponding dependencies of the refractive indices against temperature.
2. Representation of different transmission states.
3. Spray-dried core-shell particles
4. Thermotropic window in different translucent states.

Thermotrope Verbundwerkstoffe für Solarkollektoren

Solarthermie ist eine umweltschonende Methode Heizkosten im privaten und öffentlichen Bereich zu senken. Verschiedene Systeme sind bereits am Markt etabliert. Die hohen Anschaffungskosten sind jedoch ein wesentliches Argument gegen eine flächendeckende Verbreitung.

In der Verwendung von Kunststoffen für die Fertigung von Kollektoren liegt ein hohes Innovationspotential, um Gewicht und Preis der Module zu reduzieren. Jedoch erfordert dies auch die Kollektortemperatur, auf Grund der geringen Hitzebeständigkeit von Kunststoffen, deutlich zu begrenzen. Für einen effektiven Schutz sind Schalttemperaturen von 55 - 60°C nötig.

Thermotrope Materialien sind eine kostengünstige Lösung eine Überhitzung zu vermeiden. Bei Temperaturerhöhung wechseln sie von einem transparenten OFF-Zustand in einen stark streuenden ON-Zustand. Kern-Schale-Partikel dienen als thermotropes Additiv, welche sich in transparenten Matrixpolymeren unproblematisch dispergieren lassen (Fig. 1). Unterhalb der,

in einem breiten Temperaturbereich einstellbaren, Schalttemperaturen stimmen die Brechungsindizes (n) aller beteiligten Materialien nahezu überein. Bei Temperaturerhöhung führt die Änderung dieser Werte zu einer erhöhten Streuung der Sonnenstrahlung an den Kernen der Partikel. Ein effizienter Wärmeschutz wird durch eine starke Rückstreuung erzielt. Die normal-hemisphärische Transmission (T_{nh}), die der Gesamttransmission bei Sonneneinstrahlung entspricht, lässt auf die Effektivität des thermotropen Schaltvorgangs schließen (Fig. 2).

Die Beimischung der Partikel (Fig. 3) in Gießharze und eine Vielfalt an Polymermaterialien, wie beispielsweise Ethylvinylacetat (EVA) und Polyvinylbutyrat (PVB) ist möglich. Die Verarbeitung als Laminat zwischen Glas- oder Polycarbonatfenstern bildet die Grundlage für die Fertigung großer Flächen im industriellen Maßstab. Durch die Abstimmung der Zusammensetzung und Größe der thermotropen Partikel auf die Eigenschaften des Matrixpolymers können die Schalteigenschaften gezielt eingestellt werden.

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP

Wissenschaftspark Potsdam-Golm
Geiselbergstr. 69
14476 Potsdam

Chromogene Polymere

Kontakt

Dr. Ralf Ruhmann

Telefon +49 331 568 2321
ralf.ruhmann@iap.fraunhofer.de

Dr. Volker Eberhardt

Telefon +49 331 568 2323
volker.eberhardt@iap.fraunhofer.de

www.iap.fraunhofer.de
www.thermotropic-polymers.com



3



4

Literature

1. O. Mühling, A. Seeboth, R. Ruhmann, V. Eberhardt, H. Byker, C. D. Anderson, S. De Jong *Energy Procedia* **2014**, 48, 163–171

Highlights

- Tailor-made switching behavior
- Reversible switching between transparent and diffuse state
- Tunable temperature range
- Compatible to various matrix polymers
- Ethylene vinyl acetate (EVA)
- Polyvinyl butyral (PVB)
- Sun protection glazing
- Thermal solar energy
- Architecture
- Agriculture

Thermotropic Composites Solar Collector Cover

Thermal solar energy is a *green* source for lowering heating costs in the private and public sector. Different systems are available but the high acquisition costs counteract a full market penetration. Manufacturing essential parts or complete collector modules from plastics is an alternative to significantly reduce weight and price of the solar collectors. This requires the reduction of the collector temperature due to the low heat resistance of common plastics.

Thermotropic materials offer an economic way to realize this goal. They reversibly change from a transparent OFF-state in a strong scattering ON-state. Core-shell particles are used as thermotropic additives that can easily be dispersed in various transparent matrix polymers (Fig. 1). Below the tunable switching temperature the refractive indices (n) closely match. During warming these values evolve differently leading to an increased scattering of the solar radiation by the particles. An efficient thermal protection is obtained by a high amount of backscattering. For solar collector modules switching temperatures between 55 - 60 °C are sufficient.

The normal-normal transmission (T_{nn}) of the material as well as the normal-hemispherical transmission (T_{nh}), which is corresponding with the total transmission upon solar radiation are important measures of the thermotropic switching. These values define the normal-diffuse transmission (T_{nd}) being the major evidence for the overall switching efficiency and the reflectivity of the system (Fig. 2).

The homogeneous dispersion of the particles (Fig. 3) in UV-curable resins and various polymers as for instance in ethylene vinyl acetate (EVA) and polyvinyl butyral (PVB) is possible. Thus, the processing of laminates between glass or polycarbonate (PC) enables the production of large area smart windows on an industrial scale. The composition and size of the particles are tailor-made and adjusted to the polymer matrix allowing a well-defined and individual switching behavior.