

Schichtdickenmessung transparenter UV-Schutz-Beschichtungen auf transparenten Kunststoffen

Dipl.-Chem. K.-H. Dorn, Prof. Dr.-Ing. J. Schenk
Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH)

Zur Messung von transparenten UV-Schutzschichten auf transparenten Kunststoffen sind keine handelsüblichen Verfahren bekannt. Untersuchungen zeigten, dass die Online-Messung beidseitig aufgebrachtter Schichten mit einem Röntgenrückstrahlverfahren und mit der Impulsthermografie prinzipiell möglich ist.

Als kostengünstigere Variante erwies sich ein mikroskopisches Verfahren, bei dem die UV-Schutzschicht durch Anregung mit UV-Strahlung sichtbar wird und über Videokamera und digitaler Bildauswertung gemessen werden kann.

Aufgabenstellung

Für das Unternehmen Barlo Plastics Nischwitz GmbH sollten technische Möglichkeiten und Messverfahren untersucht werden, die eine Messung der Schichtdicken transparenter und beidseitig aufgebrachtter UV-Schutzbeschichtungen auf transparenten Kunststoffplatten ermöglichen.

Die Kunststoffplatten aus Polycarbonat (PC) oder aus Polyethylenterephthalatglycol (PETG) werden im Extrusionsverfahren kontinuierlich hergestellt. Durch Coextrusion wird bereits im Extruder die Schutzschicht, die aus dem jeweiligen Basismaterial und zusätzlichen UV-Schutz-Additiven besteht, einseitig oder beidseitig aufgebracht. Die Einhaltung der optimalen Schutzschichten zwischen 50 μm und 100 μm ist notwendig, da eine Unterschreitung den UV-Schutz beeinträchtigt und eine Überschreitung zusätzliche Kosten für das Beschichtungsmaterial verursacht.

Wirkungsweise der Lichtschutz-Additive für den UV-Schutz

Bei der Freibewitterung von Kunststoffen löst der ultraviolette Strahlungsanteil des Sonnenlichts Veränderungen der Struktur der Makromoleküle aus, die zur Verminderung der Werkstoffeigenschaften führen.

Wirksame Lichtschutzmittel, wie z.B. UV-Absorber, unterdrücken oder verzögern die für den Abbau verantwortlichen Reaktionen. Die Wirkung der UV-Absorber basiert auf der Umwandlung der kurzwelligen UV-Strahlung in Strahlung längerer Wellenlänge. UV-Absorber sind Substanzen mit einer hohen Zahl an konjugierten Doppelbindungen, wie z.B. 2-Hydroxy-benzophenon.

Ergebnisse

Alle optischen Messverfahren, wie Lichtschnittverfahren, interferenzmetrische Dickenmessung, Interferenzmikroskopie, Triangulation, Intensitätsmessungen und elipso-metrische Dickenbestimmung führten auf Grund der geringen Unterschiede der optischen Eigenschaften zwischen Beschichtung und Substrat zu keinen auswertbaren Daten. Gleiches gilt für Ultraschallmessungen, allgemeine thermische Messverfahren sowie Mikroanalysen. Transmissionsmessungen zeigten zwar für einseitige Beschichtungen auswertbare Effekte, erwiesen sich aber für beidseitige Beschichtungen als ebenfalls nicht geeignet.

Von den radiometrischen Messverfahren wurde das Röntgenrückstreuverfahren näher betrachtet [1]. Da sich dieses Verfahren gegenwärtig noch in der Validierungsphase befindet, konzentrierten sich die weiteren Untersuchungen auf die nachfolgenden Messverfahren.

Impulsthermografie

Grundlage der thermischen Verfahren zur Schichtdickenbestimmung ist die unterschiedliche Wärmeleitung von Schutzschicht und Basismaterial.

Das Unternehmen IQOST AG hat in Zusammenarbeit mit der FIAG GmbH ein on-linefähiges Messverfahren entwickelt und patentiert, bei dem die Wärmeausbreitung nach einem IR-Impuls in einer zeitlichen Rasterung im Mikrosekundenbereich erfasst wird. Mit diesem System ist die UV-Beschichtung messbar. Die konjugierten Doppelbindungen der UV-Additive werden dabei unter dem Einfluss der IR-Strahlung zu Schwingungen angeregt und erwärmen sich geringfügig stärker als der Kunststoff. Bei der Messung wird die Probe mit einer definierten Energie schockartig belastet und die Energieverteilung in einer zeitlichen Rasterung messtechnisch erfasst [2]. Dabei ist es möglich, mit einem Messkopf die UV-Schutzschicht auf den beiden Seiten gleichzeitig zu messen.

Schichtdickenmessung am Querschnitt mit einem Videomikroskop

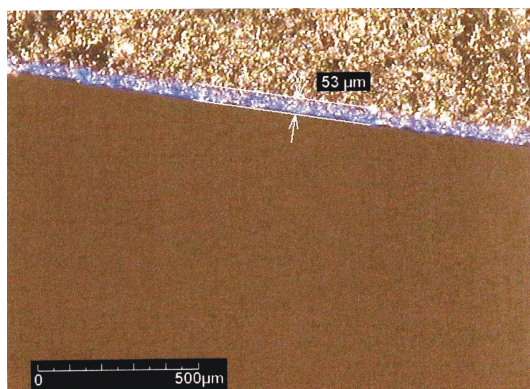


Abbildung 1: Auswertung der Schichtdicke der UV-Schutzschicht [3]



Abbildung 2: Videomikroskop [4]

Die Schutzwirkung der UV-Additive basiert auf der Umwandlung der eingestrahnten UV-Strahlung in IR-Strahlung und einen für den Kunststoff unschädlichen Anteil

an Fluoreszenzstrahlung im sichtbaren Bereich des blauen Lichtes mit einer relativ geringen Intensität.

Bei der Draufsicht auf die Schnittkante einer beschichteten Kunststoffplatte und einer Anregung mit UV-Strahlung mit der Wellenlänge 365 nm ist die Intensität der Fluoreszenzstrahlung für eine mikroskopische Auswertung mit einem Videomikroskop mit Bildschirmanzeige ausreichend. Nach einer Digitalisierung des Bildes kann mit einem Auswertungsprogramm die Schichtdicke der UV-Schutzschicht nach vorheriger Kalibrierung ermittelt werden. Gegenüber der Impulsthermografie ist dieses Verfahren durch wesentlich niedrigere Kosten gekennzeichnet.

Literatur

- [1] Versuchsprotokoll der Firma ThermoRadiometrie GmbH vom 09.12.2002
- [2] Versuchsprotokoll der Firma IQOST AG vom 22.04.2002/ 20.08.2002
- [3] Versuchsprotokoll der Firma Jomesta GmbH vom 21.07.2003
- [4] Bildanalyse PicEd Cora, Firmenschrift der Firma Jomesta GmbH