

Kontrolle am laufenden Strang

Farbmessung an extrudierten Halbzeugen

Mit einem Inline-Messsystem für Kunststoffstränge und extrudierte Halbzeuge kann die Farbe kostengünstig spektral ermittelt werden. Bei der kontinuierlichen Produktion von Kunststoffprodukten lassen sich Farbabweichungen damit nicht erst am Ende der Prozesskette, sondern bereits im laufenden Prozess erkennen und korrigieren. Fehlproduktionen werden vermieden sowie Kosten und Ressourcen eingespart.



Für eine stabile Führung werden jeweils vier vertikale und horizontale Rollen verwendet. Darüber hinaus wird die Temperatur mithilfe eines IR-Sensors geprüft (Bilder: SKZ)

In der kunststoffverarbeitenden Industrie ist die Farbe ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Gleichzeitig steigen die Qualitätsansprüche an zugelieferte Materialien. Das gilt besonders für den Automobilbau und die Spielzeugindustrie. In Fahrzeuginnenräumen werden beispielsweise bis zu 2000 unterschiedliche Kunststoffteile mit verschiedenen Texturen verbaut. Die Hersteller begegnen dem Problem der farblichen Übereinstimmung der zugelieferten Teile mit der Vorgabe sehr enger Toleranzwerte [1, 2].

Die Anwendung konventioneller Messverfahren ist für die Hersteller mit einem hohen Zeit- und Kostenaufwand verbunden. So werden zur Offline-Farbmessung die mit einer Spritzgießmaschine oder Probenpresse hergestellten Prüfplatten mithilfe eines Spektralphotometers vermessen [3]. Da die Temperatur durch Thermochromieeffekte einen erheblichen Einfluss auf die Farbe hat, muss die Probe vor der Messung ausreichend abkühlen, damit sich reproduzierbar messbare Farbwerte einstellen. Das »

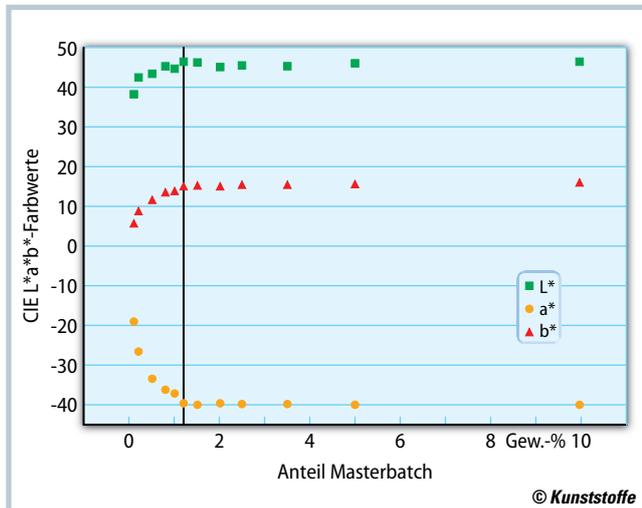


Bild 1. Einfluss der Masterbatchkonzentration (PP 505P + Maxithen Grün) auf den Farbwert. Es ist zu erkennen, dass eine Konzentration von 1,2 Gew.-% ausreicht, um den Kunststoffstrang deckend einzufärben

Die Autoren

Dr. David Pryor ist Geschäftsführer der ColorLite GmbH, Katlenburg-Lindau; dpryor@colorlite.de

Dipl.-Ing. Julia Botos ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Kunststoff-Zentrum SKZ und arbeitet im Geschäftsfeld Messtechnik u. a. auf dem Gebiet der Farbmessung von Kunststoffen; j.botos@skz.de

Dr. Dorothea Marquardt ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Kunststoff-Zentrum SKZ und arbeitet im Geschäftsfeld Messtechnik u. a. auf dem Gebiet der Farbmessung von Kunststoffen.

Prof. Dr.-Ing. Martin Bastian ist Institutsdirektor des Kunststoff-Zentrums SKZ und Professor für das Fachgebiet „Technologie der polymeren Werkstoffe“ an der Universität Würzburg.

Dipl.-Phys. Thomas Hochrein ist Geschäftsfeldleiter Messtechnik in der Kunststoff-Forschung und -Entwicklung des Kunststoff-Zentrums SKZ, Würzburg.

Dank

Das Projekt KF2012523MU1 wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung des zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert. Die Autoren danken für die finanzielle Unterstützung.

Service

Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/848752

kann bis zu 90 min in Anspruch nehmen, während die Produktion weiter läuft. Bei nicht akzeptabler Farbe ist dann die bis dahin produzierte Charge zu verwerfen oder nachzuarbeiten [4].

Farbmessung am Kunststoffstrang

Eine Farbmessung am Strang bzw. Extrudat bei der Compoundherstellung oder Extrusion bietet erstmals einen sehr kostengünstigen Lösungsansatz mit einer Verkürzung der Mess- und Reaktionszeiten, wodurch Fehlproduktionen auf ein sehr niedriges Niveau reduziert werden können.

Das System entstand im Rahmen eines öffentlich geförderter Gemeinschaftsprojekts zwischen dem Kunststoff-Zentrum SKZ in Würzburg und der auf dem Gebiet der spektralen Farbmessstechnik spezialisierten ColorLite GmbH in Katlenburg-Lindau.

Aufbau des Messsystems

Im Gegensatz zur Farbprüfung an spritzgegossenen Bauteilen ist am Strang nur ein sehr kleiner Messfleck möglich, sodass ein miniaturisierter Messkopf für die zeitgleiche Messung von Farbe und Temperatur auf kleinen Prüfflächen erforderlich ist. Das Messsystem besteht aus einem kompakten Messkopf mit einem Spektralphotometer und automatischer Kalibriervorrichtung in Kombination mit einem Infrarot (IR)-Temperatursensor. Der Farbmesskopf ist über Lichtwellenleiter und elektrische Kabel mit der Haupteinheit und dem Rechner verbunden.

Sichere Führung des Strangs

Eine Komponente des Systems für Compoundieranwendungen ist eine Strangführung, um trotz des variablen Strangverlaufs gute Messresultate erzielen zu können. Diese muss einfach handhabbar sein und darf den Betriebsablauf nicht stören. Das **Titelbild** zeigt, wie dies realisiert wurde. Geometrische Abweichungen in der Strangoberfläche führen dazu, dass der Abstand zwischen dem fest installierten Messkopf und der zu vermessenden Oberfläche leicht variiert. Mithilfe eines hochempfindlichen Dicksensors werden diese Ungenauigkeiten erfasst und über die Software des Systems korrigiert.

Spektralphotometrische Farbmessung

Für die Farbmessungen wird ein Spektralphotometer der Firma ColorLite verwendet, das für Inline-Anwendungen konzipiert wurde. Bei der hier verwendeten d/8°-Geometrie erfolgt die Bestrahlung der Probe unter diffuser Beleuchtung und die Messung unter einem Betrachtungswinkel von 8°. Das angewendete Messprinzip ist durch die diffuse Beleuchtung der Probe unempfindlich gegenüber geometrischen Unebenheiten und Glanzschwankungen im Vergleich zu der gerichteten Beleuchtung unter einem 45°-Winkel. Die in den Messkopf integrierte Lichtquelle sorgt für eine Beleuchtung der Probe am Messfleck, sodass das remittierte Licht ebenfalls vom Messkopf erfasst wird. Zwischen Probe und Messkopf einfallendes Fremdlicht wird über die Software kompensiert.

Für die Inline-Anwendung wird bei der Fertigung der Spektroskopieeinheit besonderer Wert auf eine robuste Konstruktion

gelegt. Die Ulbrichtkugel wird hierzu aus einem massiven Aluminiumblock präzise gefräst. Ihre Innenbeschichtung erfolgt in einer mehrschichtigen Bearbeitung, wobei die letzte Schicht aus Bariumsulfat besteht. Damit entsteht eine ideal diffus reflektierende Oberfläche. Die Optikausstattung der Kugel ermöglicht eine Messfläche mit einem Durchmesser von nur 1 mm. Zur Minimierung der Reflexionsverluste wird der Messkopf mit einer Scheibe aus entspiegeltem Glas geschützt. Der Messabstand vom Strang zur Optik beträgt 5 mm.

Kompensation des Thermochromieeffekts

Thermochrome Effekte sind abhängig von den verwendeten Farbmitteln und den eingesetzten Polymeren, weshalb es zu unerwarteten Wechselwirkungen und damit zu temperaturinduzierten Änderungen der Farberscheinungen kommen kann [5].

Eine wichtige Eigenschaft des neuen Systems ist die Messung und Kompensation der Schwankungen von Oberflächentemperaturen. Die Temperaturen der Stränge oder Extrudate liegen zum Messzeitpunkt deutlich über der Raumtemperatur. Damit ist eine Erfassung der Oberflächentemperatur parallel zur Messung der Farbwerte eine wichtige Voraussetzung für eine aussagekräftige Inline-Farbmessung.

Die Temperaturmessung erfolgt mit einem IR-Sensor. Dieser ist direkt am Strang positioniert und liefert somit auf kleinen Strangflächen gute Messergebnisse. Die kompakte Hardware ist im Gehäuse des Geräts untergebracht. Die Temperaturdaten werden zusammen mit den Farbwerten im Hauptprozessor verarbeitet, sodass eine Kompensation der Thermochromieeffekte im Anschluss rechnerisch durchgeführt werden kann.

Kalibrierung von Hard- und Software

Bei Inline-Systemen ist die Messtechnik in der Regel 24 Stunden täglich und sieben Tage in der Woche im Einsatz. Das heißt, das System muss kontinuierlich und zuverlässig arbeiten. Der Kalibriervorgang darf den Messablauf nicht stören oder unterbrechen.

Eine optimale Lösung zur automatischen Kalibrierung des Messsystems während des Betriebs ist die Erweiterung der Messtechnik durch einen zweiten Referenzkanal. Mit dem zweiten Kanal kann bei jeder Messung innerhalb der geschlossenen Ulbrichtkugel die weiße Innenwand als stabile Referenz vermessen werden. Bei der manuellen Kalibrierung mit einer Absolut-Referenz, deren Werte durch ein akkreditiertes Labor bestimmt sind, werden die Spektralwerte der Kugelwand bestimmt und diese für die Kalibrierung verwendet.

Anwendungsmöglichkeiten

Das neuartige System ist für kontinuierliche Verfahren von Interesse, da sich durch den Einsatz dieser Technologie ein wirtschaftliches Einsparpotenzial erschließen lässt. Das Farbmesssystem ermöglicht so beispielsweise die Ermittlung der nötigen Pigmentkonzentration zur deckenden Einfärbung eines Compounds (**Bild 1**). Auf diese Weise lässt sich eine Überdosierung vermeiden und die einzusetzende Menge von Masterbatches reduzieren. Dies trägt zu einem ressourcenschonenden Umgang mit Materialien und gleichzeitig zu einer Kosteneinsparung bei.

Das Messsystem eignet sich sowohl für den Einsatz zur Farbmessung am Strang in der Compoundierung als auch für die Qualitätskontrolle bei der Inline-Farbmessung an Kabeln, Rohren, Profilen oder anderen Extrudaten. Die hierfür nötigen apparativen Anpassungen sind ohne großen Aufwand möglich.

Zusammenfassung

Das Inline-Farbmesssystem für den industriellen Einsatz an Kunststoffsträngen und extrudierten Halbzeugen stellt eine neue und kostengünstige Alternative zu anderen Prozessmessverfahren wie der Schmelze- oder Granulatfarbmessung dar. Der exakt positionierbare Messkopf vereint ein Spektralphotometer zur Farbmessung mit einem IR-Sensor zur Temperaturmessung. Über die berührungslose und parallele Messung von Farbe und Temperatur ist so eine interne Korrektur von Thermochromieeinflüssen auf die Farberscheinung des Extrudats möglich. Mit der Farbe als Qualitätskenngröße und ihrer direkten Bestimmung können die Mess- und Reaktionszeiten sowie damit die Produktion von Ausschussmaterial deutlich reduziert werden. ■