

Qualitätskontrolle an Polymeren ohne Entnahme von Probekörpern

Zerstörungsfrei Prüfen

Die Qualitätskontrolle während der Produktion hochpolymerer Kunststoffe erfordert auch die Messung der Vicat-Erweichungstemperatur gemäß ISO306. Während diese Messung in der herkömmlichen Form mehrere Stunden dauert, liefert ein neues Messgerät mit zerstörungsfreien Messungen die Ergebnisse innerhalb von zwei Minuten. Dadurch ist die kontinuierliche Überwachung der Produktion möglich, denn Produktionsfehler werden umgehend erkannt, bevor größerer Schaden entsteht.



Die Prüfung mit QuickSoft erfolgt zerstörungsfrei direkt am Fertigmateral. (Bilder: Coesfeld)

Mit dem Erweichungstemperatur-Messgerät QuickSoft der Coesfeld GmbH, Dortmund, ist die Entwicklung eines zerstörungsfrei arbeitenden Prüfgerätes für die Kunststoffherstellung gelungen. Das Gerät ermöglicht die Qualitätskontrolle an Polymeren ohne Entnahme von Probekörpern – gleichzeitig haben die Prüfergebnisse die Aussagekraft der aufwändigen Vicat-Prüfung.

Auf die Erwärmung bis in den Glasübergangsbereich wird verzichtet. Die Erwärmung erfolgt durch das Prüfmedium selbst, und zwar ausschließlich in dem zur Prüfung erforderlichen Oberflächenanteil. Bei dem neuen Gerät ist dies die direkte Kontaktzone zwischen Halbkugel und Oberfläche von nur 2 bis 3mm im Durchmesser. Die an der Kontaktfläche zur Probe abgegebene Wärme wird sofort nachgeliefert, da der Kontaktkörper mit dem großen Wärmereservoir aus

einem massiven thermostatisierten Heizblock verbunden ist. Dieser Kupferblock ist gleichzeitig das belastende Gewicht. Das nicht beheizte Gehäuse dagegen schirmt den Prüfbereich von den Umgebungsbedingungen ab und wird als Referenz zur Messung der Eindringtiefe herangezogen.

Die zu einem bestimmten Zeitpunkt erreichte Eindringtiefe ist also als Modulmessung des erwärmten Materialbereichs anzusehen. Dabei ist durchaus ein Einfluss durch den in der Kontaktzeit erwärmten Volumenanteil zu erwarten: Es findet quasi ein Wettlauf statt zwischen dem Eindringen wegen der Größe des Erwärmungsdurchmessers und dem Eindringen wegen der Höhe des Moduls. Generell unterscheiden sich Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität verschiedener Chargen eines Materials weit weniger als die Moduln im Glasübergangsbereich. Aus diesem Grund ist für jede Materialklasse die Kombination von Prüfzeit und Prüftemperatur zu optimieren bis eine maximale Differenzierung erreicht ist.

Die Prüfung mit dem QuickSoft ist noch kein Normverfahren wie etwa die Vicat-

Erweichungstemperatur, die HDT-Prüfung und andere Prüfverfahren. Jedoch ermöglicht diese Prüfung für die Qualitätskontrolle eine bessere Differenzierung als die bisherigen Normprüfungen und kann als weitgehend zerstörungsfreie Prüfung direkt am Halbzeug oder Fertigteil durchgeführt werden.

Das QuickSoft Prüfgerät besteht aus einem transportablen Steuergerät mit Bedien-Display und einem abnehmbaren Messkopf. Das Steuergerät enthält die Energieversorgung, die Temperaturregelung der Heizung im Messkopf sowie die speicherprogrammierbare Steuerung (SPS).

Im Messkopf sind drei Prüfstifte angeordnet, die über die Heizung auf die Solltemperatur oberhalb der Erweichungstemperatur vorgewärmt werden. Sobald der Messkopf auf die Probe aufsetzt, dringen die drei Prüfstifte in den Prüfling ein. Das Gewicht des Messkopfes gewährleistet die konstante Belastung der Prüfstifte.

Ein Wegmesssystem erfasst die Eindringtiefe der Stifte in die Probe. Der Sensor ist mittig zwischen den Prüfstiften angeordnet und misst kontinuierlich den Ab-



Dipl.-Phys. Dr. Jürgen Lehmann
(ehem. Mitarbeiter der Röhm
GmbH, Darmstadt), Dipl.-Ing. Reinhold
Kipscholl, Geschäftsführer
A. Coesfeld GmbH, Dortmund

stand des Messkopfes zur Probenoberfläche. Relevant sind die Eindringwege zu definierten Messzeitpunkten nach Aufsetzen des Messkopfes.

Prüfung direkt in der Produktion

Das Prüfgerät ist portabel und kann mit kurzer Rüstzeit direkt in der Produktion eingesetzt werden. Die Vorbereitung von Probenmaterial ist nicht erforderlich, denn die Prüfung erfolgt zerstörungsfrei direkt am Fertigmaterial.

Für eine Prüfung ist lediglich die gewünschte Prüftemperatur einzustellen. Sobald diese Temperatur erreicht ist, wird der Messkopf auf den Probenkörper gestellt und die Messung gestartet. Bereits nach zwei Minuten wird der Messwert am Bediendisplay angezeigt.

Der Datenspeicher im Steuergerät erfasst die Messdaten, die anschließend über eine serielle Schnittstelle zum PC übertragen werden können. Die eigens entwickelte Software ermöglicht das Ein- und Auslesen sowie die Speicherung aller empirisch ermittelten Messwerte. Darüber hinaus berechnet sie die Fits zur Korrelation mit den Vicat-Werten.

kularem Polymethylmetacrylat (PMMA) über mehrere Jahre verfolgt.

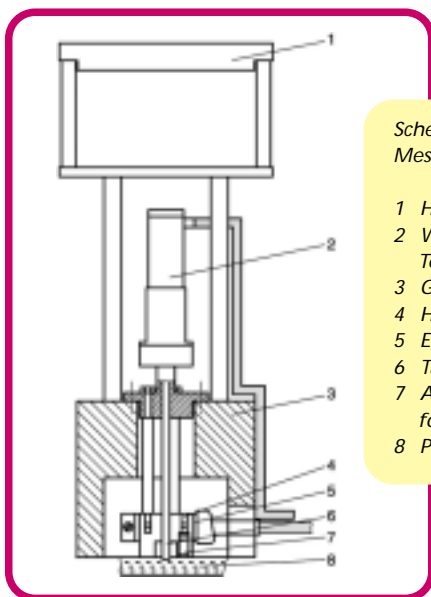
Während der Entwicklungsphase wurden so lange Optimierungsversuche an unterschiedlichen Materialien durchgeführt, bis die idealen Bedingungen für die Prüfparameter gefunden waren. Nach Auswertung der Messergebnisse und Approximation war es möglich, die Vicat-Werte auf 1K genau vorherzusagen.

Somit war es möglich, das Gerät zur Qualitätsprüfung während der Produktion einzusetzen. In regelmäßigen Abständen durchgeführte Kalibrierungen zeigten, dass die ermittelte Korrelationsgleichung auch dauerhaft zutreffend ist. Es stellte sich ebenfalls heraus, dass das Gerät robust genug ist für den praktischen Einsatz im betrieblichen Alltag und über Jahre nahezu wartungsfrei arbeitet.

Die umfangreichsten Messungen wurden mit hochmolekularem PMMA durchgeführt, darunter auch Spezialmaterialien wie zum Beispiel bis zu 10 cm dicke PMMA-Blöcke. Gerade in diesem Zusammenhang kommt der entscheidende Vorteil der zerstörungsfreien Prüfung zum Tragen.

Durch intensiveren Einsatz der schnellen Prüfung liessen sich auch Feinheiten der Produktionsverfahren erfassen. So konnten Optimierungspotentiale ermittelt werden, die es ermöglichten, die Qualität der Produkte noch weiter zu steigern.

Die statistische Auswertung der über Jahre regelmäßig durchgeführten Kalibrierungsmessungen bestätigen die Zuverlässigkeit der Messergebnisse. So ergab sich ein mittlerer Unterschied zwischen nach Norm gemessener Vicat-Temperatur und errechneter Erweichungstemperatur von weniger als 1K. Die ermittelte Standardabweichung von weniger als 0,3K übertrifft sogar die nach Norm geforderte Reproduzierbarkeit.



Schematischer Aufbau der Messeinheit:

- 1 Handgriff
- 2 Wegaufnehmer und Temperaturfühler
- 3 Gehäuse
- 4 Heizblock
- 5 Elektrische Heizung
- 6 Taststab
- 7 Aufsetzstifte mit halbkugelförmigen Enden
- 8 Probe

Dr. Jürgen Lehmann, ehemaliger Mitarbeiter der Röhm GmbH in Darmstadt, war maßgeblich an der Entwicklung eines Prototypen beteiligt, der bei Coesfeld zum QuickSoft Prüfgerät weiterentwickelt wurde. Er hat den Einsatz des Prüfgerätes zur Qualitätsprüfung auch während der Produktion von hochmole-