

Optimierung und Vorhersage des Füllverhaltens von Beschichtungen mit dem HAAKE CaBER 1

Dr. Dirk Eidam; Jint Nijman, Thermo Fisher Scientific, Process Instruments, Karlsruhe, Germany

Schlüsselwörter:

- Beschichtungen
- Füllvorgang
- Dehnviskosität
- Fadenlebensdauer
- Temperatur-Abhängigkeit
- Klebrigkeit
- HAAKE CaBER 1

Kurzfassung

Zwei Beschichtungen, die beim Einfüllen in einen Behälter während des Fertigungsprozesses eine unterschiedliche Klebrigkeit aufweisen, wurden mit dem Dehnrheometer HAAKE CaBER 1 untersucht. Daraus ging hervor, dass es eine direkte Beziehung zwischen der Fadenlebensdauer, die mit dem HAAKE CaBER 1 gemessen wurde, und dem Verhalten in der Fertigung gibt. Durch die Veränderung der Temperatur während des Prozesses kann das Verhalten der problematischen Proben optimiert werden.

Einführung

Beim Einfüllen der Beschichtungen in die Behälter bei der industriellen Fertigung kann die Klebrigkeit eines Produkts Schwierigkeiten bereiten, dadurch dass sich überschüssiges Material auf der Verpackung befindet. Im vorliegenden Fall beträgt die Prozesstemperatur 60°C . Bei dieser Temperatur kann Produkt A problemlos in den Behälter gefüllt werden, während hingegen beim Einfüllen von Produkt B der Flüssigkeitsstrahl nicht schnell genug abreißt, nachdem der Füllvorgang bereits beendet wurde. Dieser langsame Abriss führt dazu, dass ein Teil des Beschichtungsmaterials aus dem Behälter überläuft.

Dieses Phänomen, das durch die Dehneigenschaften der Proben hervorgerufen wird, kann mit dem HAAKE CaBER 1 (Capillary Breakup Extensional Rheometer) überwacht werden. Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse von zwei Fadenabrissversuchen. Produkt A hat eine Fadenlebensdauer von $0,62\text{ s}$, während Produkt B $0,8\text{ s}$ bis zum Abriss benötigt. Das ist für den hier betrachteten Fall natürlich viel zu lange.

Material und Methoden

Das Prinzip der CaBER-Messung ist einfach. Eine geringe Menge der Probe (weniger als $0,2\text{ ml}$) wird zwischen zwei parallele Platten eingefüllt (Durchmesser 6 mm). Das Fluid wird dann einer schnellen Dehndeformation ausgesetzt, indem die obere Platte aufwärts bewegt wird. Dabei wird der Flüssigkeitsfaden erzeugt (Abbildung 2).

Die Fadenbildung wird als Funktion der Zeit durch das Gleichgewicht zwischen Oberflächenspannung und Viskositäts- und Elastizitätskräften kontrolliert. Die Oberflächenspannung bewirkt, dass der Faden abreißt, während die rheologischen Dehneigenschaften der Flüssigkeit versuchen, diesen Prozess aufzuhalten. Ein Laser-Mikrometer misst den Durchmesser des Mittelpunkts des allmählich dünner werdenden Flüssigkeitsfadens,



nachdem die obere Platte ihre Endposition erreicht hat. Von den gemessenen Daten, welche die Entwicklung des Fadendurchmessers als Funktion der Zeit zeigen, können die Fadenabrisszeit, die Dehndeformation, die Deformationsrate und die Dehnviskosität berechnet werden (2). Die Temperatur der Proben kann mit Hilfe eines Thermostaten (z.B. HAAKE Phönix) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1\text{ K}$ kontrolliert werden.

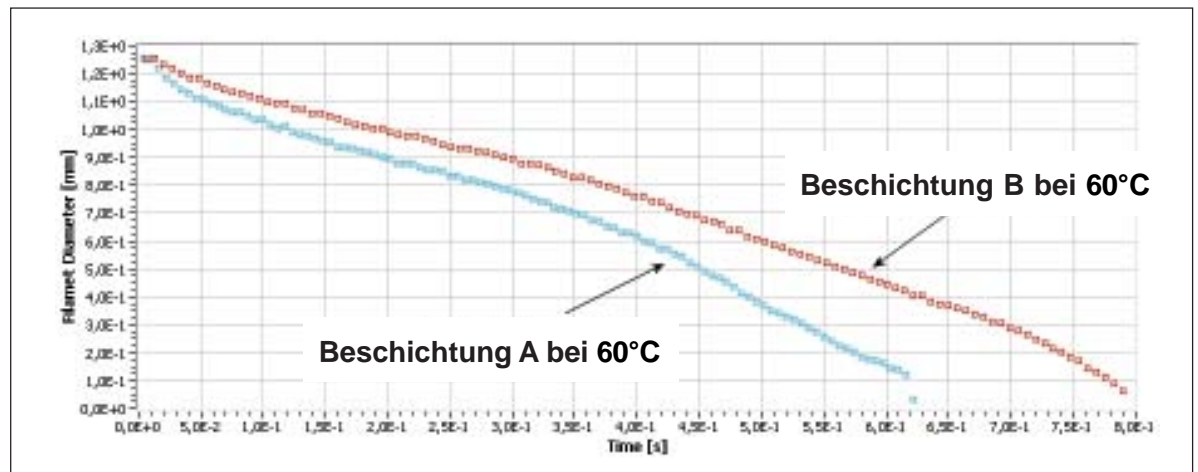


Abbildung 1: Filamentdurchmesser als Funktion der Zeit für Produkt A und B bei einer Temperatur von 60°C .

Ergebnisse und Diskussion

Zur Optimierung des Füllvorgangs wurde Produkt B mit dem HAAKE CaBER 1 bei verschiedenen Temperaturen gemessen. Abbildung 3 zeigt, dass die Fadenlebensdauer bei steigenden Temperaturen abnimmt. Bei einer Temperatur von 80°C wird die Fadenlebensdauer auf 25% des ursprünglichen Wertes reduziert. Die Fadenlebensdauer von Probe B beträgt bei einer Temperatur von 65°C 0,66 s. Bei Probe B würde ein Temperaturanstieg auf 65°C genügen, um die gleiche Wirkung zu erzielen wie bei Probe A bei 60°C, und damit wäre das Problem beim Einfüllen gelöst.

Zusammenfassung

Beim CaBER-Experiment können die Eigenschaften der Beschichtung, die während des Einfüllens der Beschichtung in die Behälter von Bedeutung sind, nach der Menge analysiert werden. Die Fadenlebensdauer ist eine direkte Messung der Klebrigkeit des Produkts, wie im Füllvorgang beobachtet wurde. Durch die Veränderung der



Abbildung 2: Abfolge einer CaBER-Messung (1)

Prozesstemperatur kann das Verhalten der problematischen Proben optimiert werden. Das Kapillarabrissexperiment ist ein wertvolles Tool für die Vorhersage des Verhaltens der untersuchten Beschichtungen im Füllvorgang.

Literatur

[1] Willenbacher N., Benz R., Ewers A., Nijman J.: *Einfluss von Verdickern auf das Applikationsverhalten von Autolacken und Papierstreichfarben - Rheologische Untersuchungen mit dem HAAKE CaBER 1, Thermo Fisher Scientific Rheologie-Applikationsbericht V-206 (2003).*

[2] Tripathi A., Spiegelberg S., McKinley G. H.: *Studying the extensional flow and breakup of complex fluids using filament rheometers, Proceedings of the XIIIth International Congress on Rheology, Cambridge, UK (2000), 3-55 - 3-57*

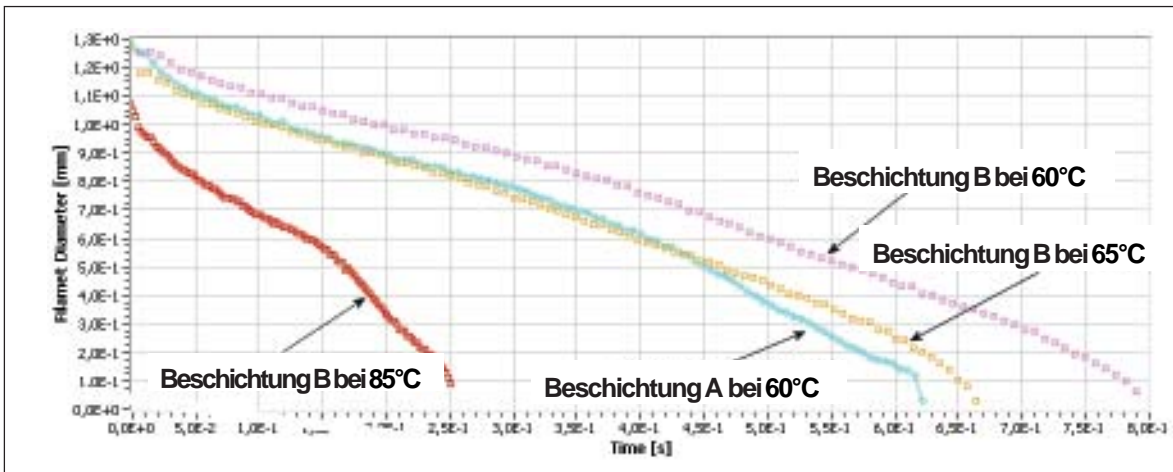


Abbildung 3: Filamentdurchmesser als eine Funktion der Zeit bei unterschiedlichen Temperaturen für Produkt B bei $T = 60^{\circ}\text{C}$, 65°C und 80°C und Produkt A bei $T = 60^{\circ}\text{C}$

Thermo Fisher Scientific
Process Instruments

International/Germany
Dieselstr. 4,
76227 Karlsruhe
Tel. +49(0)721 40 94-444
info.mc.de@thermofisher.com

Benelux
Tel. +31 (0) 76 5 87 98 88
info.mc.nl@thermofisher.com

China
Tel. +86 (21) 68 65 45 88
info.china@thermofisher.com

France
Tel. +33 (0) 1 60 92 48 00
info.mc.fr@thermofisher.com

India
Tel. +91 (22) 27 78 11 01
info.mc.in@thermofisher.com

United Kingdom
Tel. +44 (0) 1785 81 36 48
info.mc.uk@thermofisher.com

USA
Tel. 603 436 9444
info.mc.us@thermofisher.com

www.thermo.com/mc

V211_21.08.2007

© 2007/08 Thermo Fisher Scientific. All rights reserved. This document is for informational purposes only and is subject to change without notice.