

APPLICATION NOTE

Silikonöl – Rotationsrheometrie

Kleine Probenvolumina bei hohen Scherraten: Die Mooney Ewart-Geometrie

Claire Strasser und Senol Gezgin, Applikationslabor Selb

Einleitung

Die vielfältigen Messgeometrien, die mit dem Kinexus Rotationsrheometer zur Verfügung stehen, ermöglichen die rheologische Charakterisierung einer Vielzahl von Materialien für unterschiedliche Anwendungen.

Einige Applikationen erfordern kleine Volumina, z.B. in der pharmazeutischen Industrie, wo Materialien oft teuer sind. Diese begrenzten Probenvolumina können mit Anwendungen verbunden sein, die hohe Scherraten erfordern, wie beispielsweise beim Sprühen.

Mooney Ewart-System

Das Mooney Ewart-System (Abbildung 1) verfügt über eine spezielle Außen- und Innenzylinder-Geometrie für Anwendungen, bei denen kleine Probenmengen mit hohen Scherraten kombiniert werden sollen. Die Probe wird in den ringförmigen Spalt zwischen zwei Zylindern mit definierter Geometrie eingebracht. Während der äußere Zylinder stationär bleibt, rotiert der koaxiale innere Zylinder mit definierter Geschwindigkeit. Der Spalt ist kleiner als bei anderen Innen- und Außenzylindergeometrien.



1 Mooney Ewart-Geometrie

Dies hat zwei Vorteile:

- Es können höhere Scherraten erreicht werden.
- Es werden kleinere Probenvolumina benötigt.

Messbedingungen

Im Folgenden werden Messungen, die mit einer Kegel-Platte-Geometrie und mit dem Mooney Ewart-System durchgeführt wurden, verglichen. Das untersuchte Material war ein Silikonöl bekannter Viskosität. Tabelle 1 fasst die Messbedingungen zusammen.

Tabelle 1 Messparameter

Geometrie	CP1/40 (Kegel/Platte, Kegel: 1°, Ø: 4 mm)	Mooney Ewart: 0,5 bis 1 ml
Temperatur	25 °C	
Scherrate	1 bis 10.000 s ⁻¹	

Messergebnisse

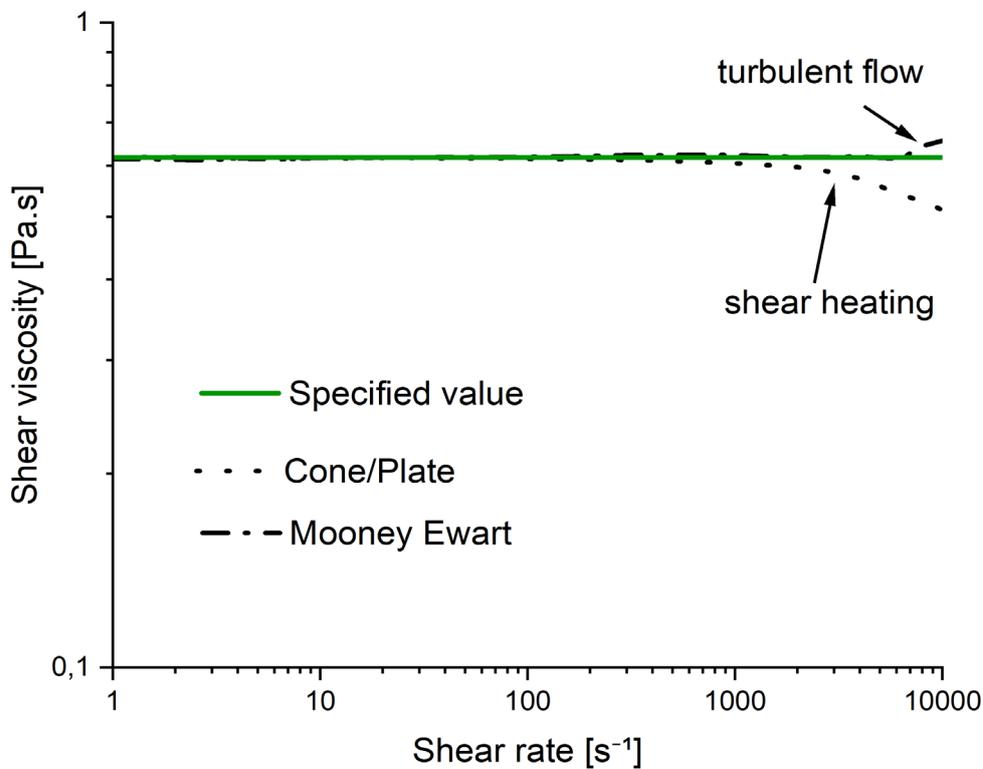
Abbildung 2 vergleicht die Scherviskositätskurven der beiden Messungen (in Schwarz) mit der zur erwarteten Kurve des Silikonöls (Grün). Im Scherratenbereich bis 1.000 s^{-1} ergeben beide Messungen die gleichen Scherviskositätswerte (Unterschied zwischen gemessenem und spezifiziertem Wert unter 2 %).

Danach zeigt die mit der Kegel/Platte-Geometrie ermittelte Scherviskositätskurve ein scheredünnendes Verhalten, sie fällt ab. Dies ist auf die Temperaturerhöhung der Probe durch die Schererwärmung zurückzuführen. Im Gegensatz dazu spiegelt die mit dem Mooney Ewart-System ermittelte Kurve das erwartete newtonsche Verhalten der Probe wider. Ab 6.300 s^{-1} wird die laminare Strömung jedoch durch Zentrifugalkräfte instabil, was zu einer Sekundärströmung (Taylor-Wirbel) und dadurch zu einem scheinbaren Anstieg der Scherviskosität führt.

Der Vergleich der Scherviskositätskurven der beiden Geometrien zeigt deutlich den erweiterten Scherratenbereich, der mit dem Ewart-Mooney-System im Vergleich zur Kegel/Platte-Geometrie erreicht wird.

Fazit

Rheologische Messungen in einem Kegel/Platte-System sind im Allgemeinen auf einen bestimmten Scherratenbereich beschränkt, da sich bei hohen Scherraten der Spalt entleert. Anwendungen mit höheren Scherraten erfordern eine andere Methode, z. B. das Rosand-Kapillarrheometer. Hier sind Scherraten bis zu $1.000.000\text{ s}^{-1}$ möglich. Dies erfordert jedoch eine größere Materialmenge. Eine Lösung zur Erweiterung des Scherratenbereichs bei kleinen Probenvolumina ist die Verwendung des Mooney Ewart-Systems im Kinexus-Rotationsrheometer.



2 Silikonöl. Scherviskositätskurven, gemessen mit Kegel/Platte-System im Vergleich zur Mooney Ewart-Geometrie