

Uniaxial of SiO₂ : -dependent

Frank Richter

Institute for Materials, Department of Mechanical Engineering

Ruhr-Universität Bochum

Universitätsstrasse 150

44801 Bochum, Germany

and

Hans-Jürgen Hoffmann

University of Technology of Berlin

Institute of Materials Science and Technology: Vitreous Materials

Englische Strasse 20

10587 Berlin, Germany

Abstract

The present publication extends the prior analysis and discussion of data from the uniaxial compression (upsetting) of hot glass cylinders of vitreous silica that clearly revealed nonlinearity in viscoelastic parameters, i.e., Young's modulus and viscosity. While the simple Maxwell model is retained, the assumption of constant material coefficients in the course of an experiment is dropped. Two approaches, supported by both numerical integration and FEM simulations are applied to unravel the stress dependence of Young's modulus and the viscosity. Thus, nonlinearities are manifested by a non-Hookean elasticity and a non-Newtonian viscosity. The stress relaxation behaviour has also been analyzed disregarding any particular model. The relaxation ability is characterized by thermorheological simplicity depending on both the temperature and the stress attained.

Keywords: nonlinear glass rheology, nonlinear viscoelasticity, non-Hookean elasticity, non-Newtonian viscosity, vitreous SiO₂

Einachsiges Stauchen von zylindrischen Körpern aus SiO₂-Glas: Auswertung mit spannungsabhängigen Materialkoeffizienten

Frank Richter, Institute for Materials, Department of Mechanical Engineering, Ruhr-Universität Bochum, Universitätsstrasse 150, 44801 Bochum, Germany
und

Hans-Jürgen Hoffmann, University of Technology of Berlin, Institute of Materials Science and Technology: Vitreous Materials, Englische Strasse 20, 10587 Berlin, Germany

Zusammenfassung

Die vorausgehende Auswertung und Diskussion von Stauchexperimenten unter einachsiger Belastung von Zylindern aus Kieselglas (SiO₂) wird im Hinblick auf Nichtlinearität der viskoelastischen Parameter, d. h. Elastizitätsmodul und Viskosität, erweitert. Dies erweist sich aufgrund deutlicher Hinweise aus experimentellen Ergebnissen als notwendig. Während ein einfaches Maxwell-Modell beibehalten wird, wird die Annahme, dass die Materialparameter im Laufe eines Experiments konstant seien, fallen gelassen. Um die Spannungsabhängigkeit des Elastizitätsmoduls und der Viskosität aus den Daten zu gewinnen, werden zwei Verfahren angewendet, die durch numerische Integration und durch FEM-Simulation gestützt werden. Auf diese Weise werden Nichtlinearitäten in Form nicht-hookescher Elastizität und nicht-newtonscher Viskosität nachgewiesen.

Die Spannungsrelaxation wurde zusätzlich ohne Bezug auf ein spezielles Modell untersucht. Die Relaxationsfunktion ist im Rahmen der Messgenauigkeit bezüglich der Temperatur und der Spannung skalierbar und verhält sich somit thermorheologisch einfach.

Schlüsselworte: Nichtlineare Glasrheologie, nichtlineare Viskoelastizität, nicht-hookesche Elastizität, nicht-newtonsche Viskosität, Kieselglas (SiO₂)