

Kurzfassung

Elektorrheologische Flüssigkeiten (ERF) gehören zur Gruppe der steuerbaren Flüssigkeiten (Controllable Fluids). Die Fähigkeit, unter dem Einfluss eines starken elektrischen Feldes den Fließwiderstand innerhalb von Millisekunden um mehrere Größenordnungen zu erhöhen, prädestinieren dieses Medium für hochdynamische Anwendungen. Ventile, die diese Veränderungen nutzen, können als Stellglieder zur Steuerung von schnellen Zylinderantrieben verwendet werden. Bislang fehlen jedoch sowohl Grundlagen zur qualitativen Auswahl von geeigneten ERF als auch ausreichende Berechnungsgrundlagen zur Auslegung der Ventile und Zylinderantriebe. Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, diese Lücke zu schließen. Nach der Darlegung der Möglichkeiten zur Beurteilung der Qualität von ERF werden Hilfsmittel für die Konstruktion von Zylinderantrieben beschrieben. Im Mittelpunkt der Auslegung steht die Simulation der Ventile. Hierfür werden ein statisches und ein dynamisches Modell vorgestellt sowie die Implementierung in ein Simulationstool beschrieben. Anschließend wird die Einbindung der Simulation in den Konstruktionsprozess gezeigt. Vor allem die Abbildung des hochdynamischen Druckaufbaus erweitert die bisherigen Möglichkeiten der Simulation schneller Zylinderantriebe. Im letzten Schritt wird der Konstruktionsprozess durch die Entwicklung eines neuen Zylinderantriebs exemplarisch vorgeführt. Der geregelte Betrieb dieses Antriebs zeigt die Übereinstimmung des Simulationsmodells mit dem realen System und das Potential des Antriebs. Das dynamische Verhalten wird durch eine abschließend vorgestellte adaptive Signalbegrenzung der Lageregelung verbessert.

Abstract

Electrorheological Fluids (ERF) can be classified as controllable fluids. Their flow behaviour can be changed rapidly by applying a strong electric field. Within milliseconds, the flow resistance is increased by several orders of magnitude. Because of the high dynamic performance these fluids are qualified for fast control tasks and therefore the control of highly dynamic cylinder drives is a possible application. In such systems electrorheological valves can be used as control elements. Due to the lack of information about the physical and chemical mechanism regarding the electrorheological effect the design of valves and drives is mostly empirical. Furthermore, there are no standards for characterisation of ERF available, which turns the evaluation of different ERF into a challenge. The objective of this thesis is to close this gap. After the description of relevant fluid properties, advices for their measuring are given. The main focus of this work is the description of the design process for cylinder drives. In the scope of this design process the simulation of valves, based on phenomenological models, is essential. Two different phenomenological models, a static and a dynamic one, are described and implemented into a standard simulation tool. The design process is verified by applying it on a new cylinder drive. Every step of this process is exemplarily conducted. Measurements of the new drive in a closed-loop control are shown and compared to simulation results. Finally, an adaption of the signal amplitude on the current electrical power consumption is introduced. Using this new approach within a closed-loop control, the high dynamic behaviour of the new cylinder drive is improved.