

Kurzfassung

Aus der industriellen Praxis - und seitens der Bergbautechnik im besonderen - kommt zunehmend die Forderung nach elektrohydraulischen Schaltventilen, die sich durch eine besonders geringe Leistungsaufnahme auszeichnen. Diese Anforderung kann durch die heute üblichen, elektromagnetisch angetriebenen Ventile nicht mehr erfüllt werden, da deren Leistungspotenzial ausgereizt zu sein scheint. Aus diesem Grund ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein piezobetätigtes Vorsteuerschaltventil für den untertägigen Einsatz entwickelt worden, mit dem - verglichen mit den marktüblichen elektromagnetisch betätigten Vorsteuerventilen aus der Bergbautechnik - eine Reduktion des elektrischen Energieverbrauchs in geschalteter Stellung um den Faktor 2,5 erzielt werden konnte.

Durch den Einsatz modernster Fertigungsverfahren in Zusammenarbeit mit numerischer Festigkeits- und Strömungssimulation konnte im Rahmen der Forschungsarbeiten eine zufriedenstellend arbeitende Lösung auf Prototypenniveau erarbeitet und realisiert werden. Von zentraler Wichtigkeit für die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems Piezoventil ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung einer Temperaturkompensation für den Piezoaktor, welche die thermische Kontraktion des Aktors über den gesamten Einsatztemperaturbereich ausgleicht sowie die Entwicklung einer hydraulischen Ventilstufe, welche bei gleichen hydraulischen Kenndaten gegenüber einem Magnetventil dem weitaus geringeren Nutzhub eines Piezoaktors Rechnung trägt.

Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Ventilstufe ist in der Lage, nach Ende des Schaltvorganges reproduzierbar Arbeitsdrücke zur Verfügung zu stellen, welche die Minimalanforderung übersteigen. Mit dem Funktionsprototypen war es möglich, einen Arbeitsdruck von 128 bar zu erzeugen. Dabei konnten die Durchflusswerte handelsüblicher Vorsteuerventile übertroffen werden. Es konnte gezeigt werden, dass es mit dem gewählten Dichtsystem möglich ist, das entwickelte Ventil sowohl statisch als auch dynamisch gegenüber der Umgebung abzudichten.

Durch die hier beschriebene Nutzung piezoelektrischer Antriebe zur Realisierung eines Vorsteuerschaltventils mit CAN-Busanbindung ist es gelungen, den Stand der Bergbautechnik weiter voranzutreiben. Somit wird es möglich, in naher Zukunft eine weitgreifende Flexibilisierung bergbautechnischer Anlagen hinsichtlich der Zusammenstellung ihrer elektrohydraulischen Steuerungskomponenten durchzuführen.

Abstract

The industry – and especially the mining industry – asks nowadays for energy efficient on/off-valves. This request can no longer be fulfilled by the usually used solenoid valves due to the fact that their potential seems to be exhausted. Thus, a piezoelectric on/off pilot valve for mining application has been developed in this dissertation. This valve allows for a reduction in power consumption of the factor 2.5 compared to usual solenoid pilot valves.

The use of modern manufacturing technology together with numerical stress and flow simulation allowed the development and the realisation of a working prototype during the course of the research work. Two facts are of fundamental importance for the function of the overall system „piezo valve“ in this context. Firstly, the development of a temperature compensation for the piezo actuator, which neutralises the thermal contraction of the actuator over the whole temperature range of the valve. Secondly, the development of a valve stage which takes into account the very small displacement of a piezo actuator, and still ensures the hydraulic performance asked for.

The valve developed during this research work is able to provide working pressures higher than asked for after the switching of the valve in a reproducible manner. The functional prototype produced a pressure level of 128 bar, even surpassing the flow rate of out of the shelf solenoid valves. The sealing system ensures internal and external tightness, both static and dynamic.

The use of piezoelectric actuators to realise an on/off pilot valve with CAN bus interface as described in this dissertation pushed the state-of-the-art of mining technology further on. Thus, a far reaching flexibilisation of mining equipment regarding the composition of the control equipment is possible in the near future.