

Effizienzsteigerungen in mobilhydraulischen Systemen

Neue Regulierungen wie TIER IV Final und STAGE IIIb zwingen die Hersteller mobiler Arbeitsmaschinen, den Ausstoß verschiedener Abgasbestandteile zu reduzieren. Da innermotorische Maßnahmen alleine nicht ausreichend sind und eine Abgasnachbereitung hohe Aufwände erfordert, stellt der Einsatz leistungsschwächerer Verbrennungsmaschinen einen aussichtsreichen Kompromiss zur Einhaltung der Restriktionen dar. Infolgedessen besteht ein erhöhter Bedarf nach einer effizienteren Hydraulik zur Versorgung gleicher Arbeitsaufgaben. Weiterhin führen schwindende Energieressourcen zu steigenden Kraftstoffpreisen. Entgegen diesen Umständen fordern die Maschinenbetreiber eine höhere Umschlagsleistung bei sonst unveränderten Maschineneigenschaften.

Vor diesem Hintergrund entstand die Motivation, Wege aufzuzeigen, die diesen widersprüchlichen Anforderungen gerecht werden. Die Arbeit behandelt Maßnahmen zur Effizienzsteigerung in mobilhydraulischen Systemen und demonstriert eine Methodik, die zur kritischen Betrachtung verschiedener Systemansätze auch bei wenig verfügbaren Lastzyklen der Maschine herangezogen werden kann. Aussagen werden neben zyklusabhängigen Daten auch zur Maschinennutzung und potenziellen Leistungsreserven ermöglicht.

Die Grundlage der Untersuchung bildet die Systemsimulation. Am Beispiel eines Kettenbaggers werden die verschiedenen konventionellen Antriebsstränge für die Arbeitshydraulik und die Details der Modellierung relevanter Teilsysteme vorgestellt. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf der gegenseitigen Beeinträchtigung zwischen dem Verbrennungsmotor und der Arbeitshydraulik.

Durch Anwendung der Methodik auf das Load-Sensing-System der Referenzanwendung entstanden 15 neue Systeme, die vergleichend gegenüber gestellt werden. Neben dem Referenzsystem werden drei Konzepte, die auf einem drosselfreien Wirkprinzip aufbauen, detaillierter diskutiert.

Als Ergebnisse werden die kumulierten Energiemengen in jedem Arbeitspunkt im Wirkungsgradkennfeld der jeweiligen Komponente dargestellt. Weiterhin zeigen statistische Daten die Korrelation partieller Wirkungsgrade von Motor und Hydraulik oder die Systemeffizienz. Neben den energetischen Aspekten der untersuchten Systeme werden auch systembedingte Besonderheiten, die Simulationsqualität und die Schwächen der gewählten Simulationsstruktur aufgezeigt.

Efficiency Improvements in Mobile Hydraulic Systems

Regulations such as TIER IV Final and STAGE IIIb force manufacturers of mobile construction machinery to reduce special exhaust elements. As this requirement is unattainable solely through measures inside the engine and exhaust gas treatment is extensive, engines with reduced power seem to be a good compromise to meet the requirements. But then, a higher overall hydraulic efficiency is essential to fulfil same tasks with the machine. In addition, decreasing energy resources lead to raising fuel costs. Customers require higher productivity without changes in the handling characteristics of the machine.

This situation provided the motivation to define ways that assist developers to accommodate these conflicting requirements. This thesis deals with efficiency improvements in mobile hydraulic systems. It demonstrates a methodology for investigating different system designs, even in case of insufficient cycle data. As the results do not provide general information valid for all tasks of a machine, cycle-based data can be utilized to reflect the machine use or to discover potential power reserves of a new hydraulic system design.

The investigations are based on hydraulic system simulations. A crawler excavator was chosen as an example to represent conventional work hydraulic systems. This application also utilizes many subsystems that are typically found in mobile hydraulics. A main focus is the interaction between engine and work hydraulics.

The methodology is applied to a load-sensing system, so that fifteen new designs are compared to each other. Besides the reference system, three new system designs based on a throttle-free working principle are discussed in detail.

The results are illustrated using plot-diagrams that show the cumulated energy for each operation point in the efficiency map of each component. Statistical data is used to present the correlation between engine and hydraulic efficiencies as well as to point out efficiency with respect to the machine use. In addition to the energetic aspects of all investigated designs, system-specific issues as well as the quality and weakness of the simulation type are also focuses of the investigations.