Studienforum Schweiz für mobile Antriebstechnik

FlexWork – ein neuer elektrohydraulischer Ventiltrieb

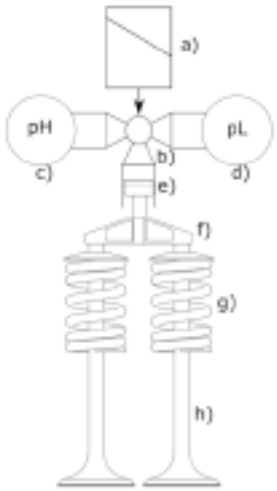
Norbert Zsiga, Empa

Tags: vollvariabler elektrohydraulischer Ventiltrieb / Mechanik / Wirkungsgrad / Vorteile gegenüber Nockenwellen

Die Flexibilität bezüglich Ventilöffnungszeiten beim Gaswechsel in Verbrennungsmotoren ist zur Erhöhung der Effizienz oder des Drehmoments wichtig. Dazu wurden für Benzinmotoren variable Nockenwellen entwickelt. Diese reduzieren die Drosselverluste und ermöglichen Zylinderabschaltungen, was den Wirkungsgrad im Teillastbereich erhöht. Die Systeme basieren in der Regel auf mechanischen Verstellmöglichkeiten, was die Masse des Motors wie auch die Reibung des Ventiltriebs erhöht.

In Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Wolfgang Schneider in Thun wurde an der Empa ein neuartiger, vollvariabler elektrohydraulischer Ventiltrieb entwickelt, der einen geringeren Eigenenergiebedarf aufweist als ein Nockenwellenantrieb und sich mit Motorkühlmittel betreiben lässt. Dieser Ventiltrieb mit dem Namen „FlexWork“ weist keine Nockenwelle und auch keine Verbindung zur Kurbelwelle auf, sondern für die Einlass- und Auslassseite pro Zylinder je ein elektrohydraulisches Modul, das von einem zentralen Hydrauliksystem versorgt wird.

Pro Öffnungsvorgang wird jedes Ventil beschleunigt und abgebremst. Für die Beschleunigung muss Energie eingesetzt werden. Bei mechanischen Ventiltrieben wird diese über die Nockenwellen direkt eingebracht. Beim FlexWork-Ventiltrieb geschieht das via Hydraulikdruck, der über eine elektrische Pumpe erzeugt wird; der Strom dazu wird indirekt über das elektrische System von der Kurbelwelle abgezweigt.



a) Magnetspule
b) Hydraulikventil
c) Hochdruckniveau
d) Niederdruckniveau
e) Arbeitskolben betätigt über eine Ventilbrücke
f) zwei Gaswechselventile

FlexWork - Schematischer Aufbau

Die Ventile werden gegen Ventilfedern geöffnet, die die Ventile anschliessend wieder schliessen. Kurz bevor die Ventile den vorgesehenen Hub erreicht haben, müssen sie abgebremst werden. Bei Nockenwellen wird dies durch die Form der Nocken gemacht, beim FlexWork-Ventiltrieb durch eine hydraulische Verschaltung, die die kinetische Energie des Ventils in einen zweiten Drucktank ableitet und es so abbremst. Diese abgeleitete kinetische

Energie stellt eine Rekuperation dar, die dazu führt, dass der Eigenverbrauch des FlexWork-Ventiltriebs geringer ist als derjenige konventioneller Systeme.

Der FlexWork-Ventiltrieb wurde aus gewöhnlichen, korrosionsbeständigen Werkstoffen mit konventionellen Methoden gefertigt. Als Arbeitsmedium wird eine 1:1-Wasser-Ethylenglykol-Mischung verwendet (Kühlflüssigkeit). Dies bringt die Vorteile einer gegenüber Ölen höheren Steifigkeit und eines komplett ölfreien Zylinderkopfs. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, das Motorenöl weniger stark mit Additiven zu versetzen, da die grossen Flächenpressungen an den Nocken ausbleiben. Somit gelangen weniger Katalysatorgifte oder filterblockierende Asche über die Verbrennung in das Abgas, was die Lebensdauer der Abgasnachbehandlung verlängert.

Der Ventiltrieb kommt mit einer sehr einfachen Sensorik und Aktuatorik aus, ist vergleichsweise einfach in der Herstellung und ermöglicht dennoch eine enorm hohe Flexibilität zur Optimierung des Motorbetriebs. Erste Versuche an einem 4-Zylinder-Gasmotor zeigen deutliche Wirkungsgradsteigerungen. Im Betriebspunkt 2‘000 U/min und 2 bar Mitteldruck (typischer Teillast-Betriebspunkt) wurde eine Wirkungsgradsteigerung von 13% erreicht. Mit Zylinderabschaltung steigt der Wirkungsgrad in diesem Betriebspunkt sogar auf 26% an, was einer Verbesserung um 21% entspricht.

Weitere Informationen:

Zsiga N., Omanovic A., Soltic P., Schneider W.; Funktionsweise und Potenziale eines neuartigen, elektrohydraulischen Ventiltriebs; MTZ 09/2019

30.08.19; SSM-Information Nr. 18