

Projekt Ewotek

Energieverbrauch von Kühlschmierstoffanlagen senken

25.05.11 | Autor / Redakteur: Christian Brecher, Stephan Bäumler und Johannes Trieb / Bernhard Kuttkat



Bild 1: Umso kleiner der Werkzeugdurchmesser und umso höher der Druck des Kühlschmierstoffs ist, desto größer ist die Energieeinsparung. (Bild: Knoll)

Hauptverbraucher erkannt, Energieverschwendung gebannt – die Kühlschmierstoffanlage ist einer der Hauptenergieverbraucher bei Werkzeugmaschinen. Im Rahmen des Projekts Ewotek werden innovative Konzepte entwickelt, um den Energieverbrauch zu senken.

Die Effizienzfabrik ist eine gemeinsame Initiative des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und kommuniziert die neuesten Ergebnisse der 31 Verbundforschungsprojekte des BMBF-Förderschwerpunkts „Ressourceneffizienz in der Produktion“. Über 200 Partner aus Industrie und

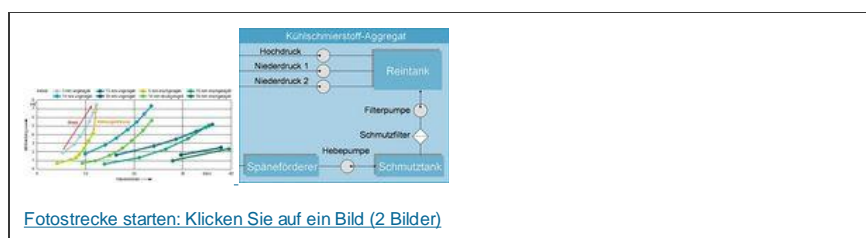
Wissenschaft entwickeln ressourceneffiziente Produktionstechnologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Zu den Forschungsprojekten gehört auch Ewotek – Effizienzsteigerung von Werkzeugmaschinen durch Optimierung der Technologien zum Komponentenbetrieb aus dem Themenfeld „Effiziente Produktionsmaschinen und -anlagen“. Die Projektpartner (BKW Kälte-Wärme-Versorgungstechnik, Bosch Rexroth, Heller Maschinenfabrik, Index-Werke, Knoll Maschinenbau, WZL, Siemens) haben das Ziel, den Energieverbrauch der Maschinen und ihrer Nebenkompenten (Hydraulikaggregat, Kühlung, Kühlschmierstoff-Bereitstellung) zu reduzieren.

Kühlschmierstoffanlage verbraucht bis zu 55% der Gesamtenergie

Denn obwohl in der Praxis bereits Effizienzsteigerungen realisiert worden sind, haben Untersuchungen und Studien mittelfristig weitere Einsparpotenziale von bis zu 30% ermittelt. Ansatzpunkte dafür bieten stark überdimensionierte Aggregate sowie der ineffiziente Betrieb der Nebenkompenten im Prozess [1].

BILDERGALERIE



Nach einer Studie des europäischen Werkzeugmaschinenverbands Cecimo dominiert bei spanenden Werkzeugmaschinen über den gesamten Lebenszyklus betrachtet der Energieverbrauch in der Nutzungsphase [2]. Der Kühlschmierstoff spielt dabei eine große Rolle (Bilder 1 bis 3 – siehe Bildergalerie). Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass 5 bis 55% des Gesamtenergieverbrauchs im Produktivbetrieb auf das Kühlschmierstoffaggregat entfallen.

Hochdruckpumpe ist Energiefresser bei Werkzeugmaschinen

Die Hochdruckpumpe ist dabei der Hauptverbraucher. Maßnahmen zur Senkung

zielen oftmals auf den Einsatz von Frequenzumrichtern zur Anpassung des durch die Pumpe bereitgestellten Kühlschmierstoff-Volumenstroms ab [3 bis 8].

In Ewotek wurde untersucht, inwieweit sich der Einsatz einer Druckregelung mit Frequenzumrichtern positiv auf die Energieeffizienz der Werkzeugmaschinen auswirkt. Insgesamt lassen sich über das Bedienpult der untersuchten Werkzeugmaschine sieben Druckstufen in Zehnerschritten zwischen 10 und 70 bar anwählen. Aufgrund der Pumpencharakteristik wird ab Werkzeugen mit einem Durchmesser > 13 mm nicht mehr der maximale Druck von 70 bar erreicht.

Für eine allgemeingültige Aussage über den Zusammenhang zwischen Druck, Volumenstrom und Leistungsaufnahme müsste eigentlich der Durchmesser der Kühlkanäle der Bohrer betrachtet werden. Diese sind nicht allgemeingültig definiert, sodass verschiedene Bohrer mit einem identischen Durchmesser unterschiedlich große Kühlkanäle aufweisen. Allerdings liefert der Durchmesser des Bohrers einen sehr guten Hinweis auf die Größe der Kühlkanäle. Zusätzlich ist in der Praxis die Angabe des Bohrerdurchmessers die gebräuchlichere Größe.

Leistungseinsparungen bis 45% lassen sich erzielen

Die Amortisation der Druckregelung hängt von der Betriebszeit und -art der Kühlschmierstoffpumpe ab. Umso kleiner der Durchmesser des Werkzeugs und umso höher der eingestellte Druck ist, desto größer ist die Energieeinsparung. Für kleine Werkzeuge mit einem Durchmesser < 5 mm und bei einem maximalen Kühlschmierstoffdruck von 70 bar lassen sich Leistungseinsparungen von etwa 45% erzielen.

Somit rentiert sich ein Frequenzumrichter für die betrachtete Kühlschmierstoff-Hochdruckpumpe bei ausschließlichem Einsatz von Bohrern, deren Durchmesser < 5 mm sind, und der maximalen Druckstufe von 70 bar bei einem angenommenen Strompreis von 10 Cent pro Kilowattstunde bestenfalls nach etwa 2200 Betriebsstunden.

Energieeinsparung hängt stark vom Einsatzfall ab

Allerdings ist zu beachten, dass für größere Bohrerdurchmesser und niedrigere Drücke die Leistungseinsparung geringer ist. Ab einem Bohrerdurchmesser von 20 mm ist unabhängig von der gewählten Druckstufe keine Leistungseinsparung mehr zu erreichen. Somit würde sich ein Frequenzumrichter für die betrachtete Kühlschmierstoff-Hochdruckpumpe bei der ausschließlichen Verwendung von Bohrern mit einem Durchmesser größer als 20 mm nicht rentieren.

Ab welchem Durchmesser keine Leistungseinsparung mehr möglich ist, ist stark abhängig von der Pumpe und der Werkzeugmaschine. Ob sich Energiesparmaßnahmen lohnen, hängt also stark vom Einsatzfall der Kühlschmierstoffpumpen ab. Es muss auf jeden Fall berücksichtigt werden, wie hoch die jährliche Betriebszeit ist, welche Werkzeuge verwendet und welche Druckstufen ausgewählt werden.

Mit Simulationen den Energieverbrauch ermitteln

Um die Bedeutung der Forschungsergebnisse für den Anwender in der Industrie zu betrachten, fand am 22. Februar 2011 das erste Anwenderkreistreffen bei der Effizienzfabrik im Haus des VDMA in Frankfurt statt. Eine wesentliche Erkenntnis dieser Veranstaltung war, dass handhabbare Simulationen zur Ermittlung des Energieverbrauchs von Werkzeugmaschinen im Vorfeld zur tatsächlichen Bearbeitung hilfreich sind. Entsprechend wird neben den Arbeiten im Projekt Ewotek im Exzellenzcluster „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ eine Simulation zur Bestimmung des bearbeitungsabhängigen Energieverbrauchs von Werkzeugmaschinen entwickelt.

Literatur:

- [1] Neugebauer, H., und andere: Abschlussbericht - Untersuchung zur Energieeffizienz in der Produktion. Chemnitz: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. 2008.

- [2] N. N.: Concept Description for Cecimo's Self-Regulatory Initiative (SRI) for the Sector Specific Implementation of the Directive 2005/32/EC (EuP Directive). Brüssel: Cecimo 2009.
- [3] Gutowski, T., J. Dahmus und A. Thiriez: Electrical Energy Requirements for Manufacturing Processes. 13th Cirp International Conference on Life Cycle Engineering. Leuven: Cirp, 31. Mai bis 2. Juni 2006.
- [4] Kührke, B., und S. Rothenbücher: Energiebündel auf dem Prüfstand. Werkstatt und Betrieb 9/2010, S. 130-137.
- [5] Kircher, C., R. Geisler und W. Börsch: Maßnahmen zur Gestaltung energieeffizienter spanender Werkzeugmaschinen. In: Fertigungstechnisches Kolloquium Stuttgart 2010, S. 245-279.
- [6] Hegener, G.: Energieeffizienz beim Betrieb von Werkzeugmaschinen – Einsparpotenziale bei der Auswahl der Fertigungstechnologie. In: Fertigungstechnisches Kolloquium Stuttgart 2010, S. 281-292.
- [7] Heisel, U., und T. Stehle: Energiesparpotenziale in der spanenden Fertigung – Forschung in Deutschland. In: Fertigungstechnisches Kolloquium Stuttgart 2010, S.189-236.
- [8] Brecher, C., und andere: Ressourceneffizienz von Werkzeugmaschinen im Fokus der Forschung. wt Werkstattstechnik online, 7/2010, S. 559-564.

* Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher ist Direktor des Werkzeugmaschinenlabors (WZL) der RWTH Aachen; Dipl.-Ing. Stephan Bäumler ist Oberingenieur und Dipl.-Ing. Johannes Trieb ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am WZL. Die Effizienzfabrik sowie das Verbundprojekt Ewotek werden vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Arbeiten zur Simulation des Energieverbrauchs von Werkzeugmaschinen werden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG im Rahmen des Exzellenzclusters „Integrative Produktionstechnik für Hochlohnländer“ gefördert.

Copyright © 2014 - Vogel Business Media