

Ohne Stick-Slip-Effekte µm-genau einpressen

Mit dem »**MICROHAMMERING**« steht ein Einpressprozess für anspruchsvollste Einstell- und Positionieraufgaben im µm-Bereich zur Verfügung. Das Besondere daran ist ein hochdynamischer Piezoaktuator in Kombination mit einem Stromstoßgenerator, der die Einpressbewegung generiert und Schrittweiten von weniger als 1 µm möglich macht.



Bild 1. Die Microhammering-Station zur Einstellung und Positionierung im Mikrometerbereich, beispielsweise hier zur Hubeinstellung eines Benzin-Hochdruckinjektors

ANDREAS ROHRMEIER

Kommen in der Produktion von mechanischen Bauteilen Einpressvorgänge zum Einsatz, die eine präzise Positionierung verlangen, so werden üblicherweise Systeme mit Spindelantrieben oder Konzepte mit Keilverstellung verwendet, die Positioniertoleranzen im Bereich von Hundertstelmillimetern prozesssicher erreichen können. Bei Toleranzbereichen von wenigen Mikrometern stoßen diese Verfahren jedoch an

ihre Leistungsgrenze. Microhammering ist ein neuer Einstellprozess, der auch im µm-Bereich prozesssicher positionieren kann.

Ein Paradebeispiel kommt aus der Automobilindustrie: Die Einspritzmengendosierung wird unter anderem maßgeblich vom Nadelhub des Einspritzventils bestimmt, der aus diesem Grund präzise Einstelltoleranzen unterliegt. Kommende Injektorgenerationen erfordern zur Einhaltung neuester Emissionsvorgaben besondere Aufmerksamkeit in Bezug auf diesen Einstellprozess und fordern bereits jetzt kleinste Positioniergenauigkeiten bis zu $\pm 1 \mu\text{m}$. Dank des Microhammering-Einstellprozesses können diese anspruchsvollen Forderungen nun mithilfe eines simplen, aber effektiven Lösungsansatzes serienreif realisiert werden (**Bild 1**).

Verbesserungen an bewährten Systemen und Verfahren sind für gewöhnlich die logische Konsequenz zur Erfüllung strengerer Toleranzen und höherer Anforderungen – jedoch nur so lange, bis die bestehende Technik aufgrund physikalischer Gegebenheiten an ihre Grenzen stößt. Die mechanische Reibung bewirkt zum Beispiel bei klassischen Einpressprozessen einen Stick-Slip-Effekt. Diese sich sprunghaft verändernden Reibeigenschaften begrenzen die erreichbare Positioniergenauigkeit und mindern dadurch die realisierbare Einstelltoleranz.

Sind die Grenzen eines Prozesses erreicht, so besteht der Bedarf, die etablierte Technik durch einen neuen Prozess auf die nächste Evolutionsstufe zu heben. Mit dem Microhammering-Verfahren steht nun ein neuer Einpressprozess für anspruchsvollste Einstell- und Positionieraufgaben zur Verfügung.

> KONTAKT

HERSTELLER
Sonplas GmbH
 94315 Straubing
 Tel. +49 9421 9275-0
 Fax +49 9421 9275-198
www.sonplas.de

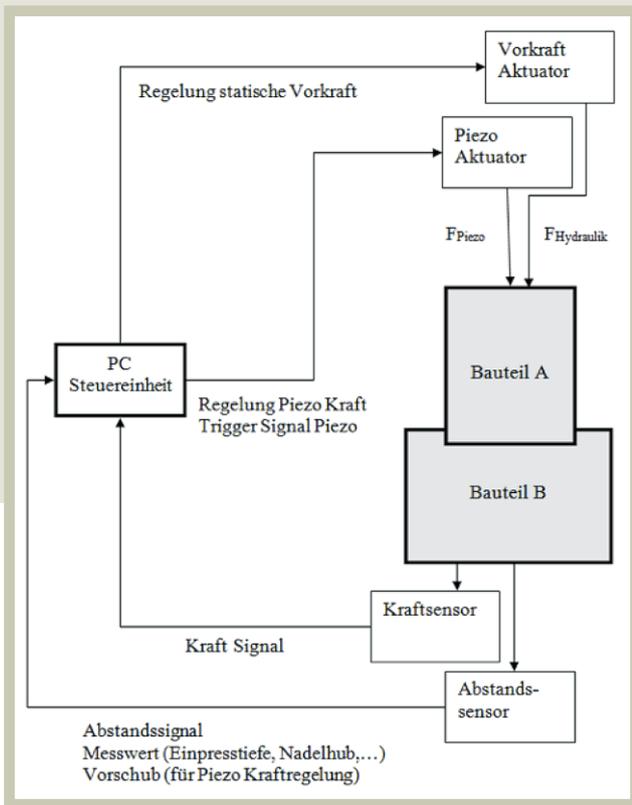


Bild 2. Blockschaltbild des Microhammering-Prozesses mit allen wichtigen Ein- und Ausgangssignalen

Hochdynamische und dosierte Kraftimpulse

Traditionelle, meist iterative Einstellprozesse mit Keilverstellung oder Spindelantrieben können Positioniergenauigkeiten in der Größenordnung von Hundertstelmmillimetern erreichen. Gehen die Forderungen jedoch darüber hinaus, steigen Ausschussquoten und Produktkosten rapide an. Die entscheidende Gemeinsamkeit aller bekannten Verfahren ist, dass eine statische Kraft erzeugt wird, die zu einem Vorschub führt. Bei Erreichen der Zielposition oder eines mechanischen Anschlags wird dieser Vorschub unterbrochen. Die statische Kraft bewirkt neben dem erwünschten Vorschub auch eine unerwünschte mechanische Verformung der Bauteile, die zwei bedeutende Nachteile mit sich bringt. Zum einen bewirkt die Verformung eine Eigenhemmung, die dazu führt, dass die notwendige Vorschubkraft ansteigt. Zudem wird auch der Stress, der auf die Bauteile wirkt, unnötig erhöht. Dies wiederum kann dazu führen, dass die Baugruppen im späteren Betrieb früher ausfallen. Zum anderen muss die Verformung beim Messen unter Last bestimmt und kompensiert werden. Auch dies bringt Fehler mit sich, die nicht kompensierbar sind und letztendlich in einer größeren Streuung resultieren.

Stick-Slip-Effekte werden umgangen

Ein weiterer Nachteil der Verfahren mit kontinuierlichem Vorschub besteht im Stick-Slip-Effekt. Diese schlagartigen Übergänge von der Haft- zur Gleitreibung erschweren das punktgenaue Unterbrechen der Bewegung bei Erreichen der gewünschten Position und führen auch bei Verwendung von Anschlägen zu Abweichungen bei der Positionierung. Zudem limitieren sie die kleinstmögliche Schrittweite, sodass bei geringen Abweichungen vom Sollmaß keine weiteren Iterationen möglich sind.

Das Microhammering setzt genau an diesen Problemstellen an. Es kommt mit geringsten statischen Vorkräften aus, die im besten Fall nur zum Fixieren der zu verpressenden Komponenten und dem Zustellen der Vorrichtung dienen. Den Unterschied macht ein hochdynamischer Piezoaktuator in Kombination mit einem Stromstoßgenerator, der die Einpressbewegung generiert und Schrittweiten von weniger als 1 µm möglich macht, da das



23. Fakuma Internationale Fachmesse für Kunststoff- verarbeitung

Spritzgießmaschinen

Thermo-Umformtechnik

Extrusionsanlagen

Werkzeugsysteme

Werkstoffe und Bauteile

14.-18.
OKTOBER 2014
FRIEDRICHSHAFEN

www.fakuma-messe.de



**Bild 3. Voll
automatisierte
Montage-, Einstell-
und Testlinie für
Benzininjektoren**



Microhammering Vorschübe nicht mit hohen statischen Kräften, sondern mit hochdynamischen und dosierten Kraftimpulsen im Mikrosekundenbereich bewirkt (**Bild 2**). Ein entscheidender Vorteil dabei ist, dass sich der Kraftimpuls im Material mit Schallgeschwindigkeit ausbreitet und einen Vorschub generiert, bevor sich das Material deformieren kann, und somit keine Eigenhemmung entsteht, die dem Vorschub entgegenwirkt. Die Pulsenergie kann über die Ladung des Stromstoßgenerators genau geregelt werden, wodurch Schrittweiten von Zehntelmillimetern bis in den Sub- μm -Bereich erzeugt werden können. Aufgrund kurzer Ladezeiten können bis zu 10 Pulse pro Sekunde durchgeführt werden, was wiederum Einpresswege von mehreren Millimetern innerhalb weniger Sekunden möglich macht.

Ein positiver Nebeneffekt ist darüber hinaus, dass durch die geringeren effektiven Einpresskräfte die zu kompensierende elastische Verformung deutlich geringer ausfällt und die darin enthaltenen, nicht systematischen Anteile weniger Positionierfehler produzieren. Dank der intelligenten Prozesssteuerung lassen sich Chargeneinflüsse und Variationen der Presspassungstoleranzen automatisch ausgleichen, was den Prozess gegenüber Störeinflüssen äußerst robust macht. Diese Eigenschaften reduzieren nicht nur die unerwünschten Bauteilverformungen, sondern minimieren auch signifikant den Stress, dem die Bauteile ausgesetzt werden,

und können damit die Langlebigkeit der Produkte steigern.

Flexible, projektbezogene Sondermaschinenkonzepte

Bedarf meldet nicht nur die Automobilindustrie, in der Emissionsnormen (Euro 6) gehobene Anforderungen zum Beispiel an die Einstellung der Einspritzmenge stellen – auch in der Raumfahrt, der Medizintechnik und im konventionellen Maschinenbau steigt die Nachfrage nach Einpressprozessen, die Einstelloperationen hochgenau ausführen können. Dank großer Variantenvielfalt und langjähriger Erfahrung im Sondermaschinenbau kann Sonplas den Prozess in nahezu allen Automatisierungsstufen anbieten. Von der handbeladenen Einzelstation bis hin zu vollautomatischen Produktionslinien können Individuallösungen umgesetzt werden (**Bild 3**). Je nach Anwendung können Taktzeiten von weniger als 20 s mit einer Einzelstation realisiert werden, sodass auch Massenproduktionsmaschinen mit einer geringen Anzahl an Parallelstationen effizient ausgestattet werden können. ■ MI110331

AUTOR

B.Eng. ANDREAS ROHRMEIER ist
Entwicklungsingenieur bei Sonplas in Straubing;
a.rohrmeier@sonplas.de