Formreparaturen und -modifikationen effizient gestalten

Intelligente Prozessketten in Controlled Me tal Build Up und OptoRep

Für maßgenaue Reparaturen und die Modifikation unterschiedlichster Werkzeuge hat das Fraunhofer IPT konventionelle Techniken zum optischen Vermessen, Laserauftragschweißen und HSC-Fräsen in einer Anlage vereint. Die Technologien des OptoRep und des Controlled Metal Build Up (CMB) bieten damit durchgängige Prozess- und Datenketten und lassen sich einfach in bestehende Arbeitsabläufe integrieren.

Während der Markt an Massenprodukten zunehmend durch Firmen aus dem osteuropäischen Raum bedient wird, geht der Trend in Hochlohnländern wie Deutschland hin zu kundenindividuellen Produkten. Eine große Herausforderung für das produzierende Gewerbe besteht deshalb darin, bei steigender Flexibilität eine gleich bleibende Effizienz und Qualität zu gewährleisten. Schnelle Designänderungen sowie hohe Abbildungstreue und Oberflächenqualität setzen neue Maßstäbe in der Produktion. Nicht zuletzt der Werkzeug- und Formenbau muss sich dieser Aufgabe in der Praxis stellen.

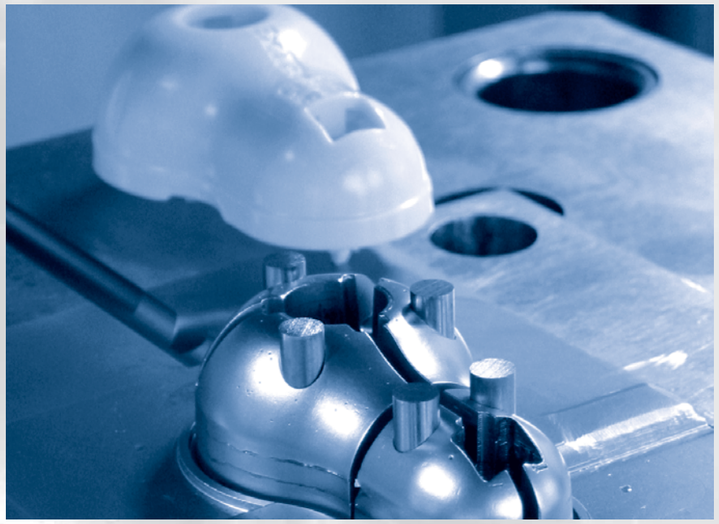
Basierend auf dem Ansatz der Rapid-Tooling-Verfahren zum schichtweisen Aufbau und mit der Grundidee, konventionell eingesetzte Verfahren miteinander zu kombinieren, entwickelte das Fraunhofer IPT integrative Strategien zur schnellen Reparatur und Modifikation formgebender Geometrien: Mit dem Controlled Metal Build Up (CMB) lassen sich Formeinsätze für den Kunststoffspritzguss herstellen, reparieren und modifizieren; das OptoRep dient zur Reparatur und Modifikation großvolumiger Umformwerkzeuge. Beide Verfahren sind auf unterschiedliche Zielgruppen ausgerichtet und unterscheiden sich so zunächst voneinander. Die grundlegende Idee, die beide verbindet, ist jedoch die Kombination unterschiedlicher etablierter Verfahren in einer Werkzeugmaschine zu einer innovativen Hybridtechnologie.

Laserauftragschweißen – Flexibel und Ressourcen schonend

Beide Technologievarianten setzen auf das Laserauftragschweißen als generatives Verfahren. Dies vereint eine präzise, lokale Bearbeitung mit einer geringen Wärmeeinbringung in das Bauteil und erlaubt so eine gefügesynchrone individuelle Reparatur oder Modifikation. Die Bearbeitungsergebnisse, die durch diesen Prozess in kürzester Zeit erreicht werden können, weisen nur einen minimalen Verzug auf. Die Materialzufuhr geschieht über draht- oder pulverförmige Medien und hängt vor allem von Randbedingungen wie der Verarbeitungscharakteristik des Werkstoffs ab. Durch gezielte Variation der Prozessparameter lassen sich Schichthöhen zwischen 0,1 und 0,6 mm beim CMB und bis zu 3 mm beim OptoRep generieren. Die OptoRep-Anlage kann das Bauteil 5-achsig bearbeiten, während in der CMB-Anlage 3-achsig aufgeschweißt wird. Nicht nur die gängigen Werkzeugstähle können zur Reparatur und Modifikation aufgebracht werden, sondern auch Kobalt- und Nickelbasislegierungen zum Verschleißschutz kritischer Bauteilbereiche.

Fräsen – Endkonturtreue und Oberflächenqualität im µ-Bereich

Die Integration des Laserauftragschweißens in eine Fräsmaschine koppelt die generativen und spanenden Verfahren und schafft dadurch Synergieeffekte, denn der Materialaufbau mit dem Laser alleine könnte die Anforderungen an Endkonturtreue und Oberflächenqualität nicht erfüllen. Durch die nachfolgende oder intermediäre Fräsbearbeitung können jedoch dimensionale Genauigkeiten von 30 µm und Oberflächenrauigkeiten von weniger als 3 µm Rz erreicht werden. Auch komplexe Oberflächen lassen sich so exakt in höchster Qualität abbilden und ohne Nachbearbeitung einsetzen. Auf diese Weise können auch entstehende Materialanhäufungen, etwa in Walzsegmenten, entfernt und so die Sollgeometrie wieder hergestellt werden.



Mittels CMB aufgebauter Spritzgießeinsatz und abgemustertes Formteil

Lasertriangulation – Formabweichungen exakt messen

Materialanhäufungen und -fehlstellen lassen sich durch eine integrierte, optische Messeinrichtung erfassen. In der OptoRep-Anlage nimmt ein solches Messsystem die Ist-Oberfläche des Bauteils durch Lasertriangulation dreidimensional auf und vergleicht die Daten mit der Soll-Geometrie des ursprünglichen CAD-Modells. Bereiche, die bearbeitet werden müssen, erkennt das System und berechnet die erforderlichen Schweiß- und Fräsbahnen automatisch.

Das Sensorsystem misst, bedingt durch die Maschinenachsen, mit einer Genauigkeit unterhalb von 30 µm und mit einer Geschwindigkeit von 10 000 Punkten pro Sekunde. Auf Störgrößen wie die Oberflächenbeschaffenheit und den Reflektionsgrad stellt sich das System vollautomatisch von Messwert zu Messwert ein. Auch ist es nicht erforderlich, das Werkstück im Vorfeld besonders exakt zum Sensor zu positionieren, denn dieser kann eine Messbreite von 140 mm und eine Differenz von 80 mm in Z-Richtung in einem Überlauf erfassen.

Der Hauptanwendungsfall für das CMB sind Kunststoffspritzgussformen: Gerade hier kommt es häufig zu Kantenausbrüchen oder strömungsbedingtem Verschleiß. Da diese Bereiche eindeutig zu erkennen sind, werden beim CMB die Fehlstellen ausgefräst und nach den ursprünglichen CAD-Daten neu aufgebaut. Die NC-Daten dafür werden ebenfalls vollautomatisch generiert.

Die Kombination der drei Systeme – optische Messtechnik, Laserauftragschweißen und HSC-Fräsen – in einer Maschine mit durchgängigem Datenfluss erlaubt die vollautomatische Reparatur und Modifikation der verschiedensten Werkzeuge und Formen. Das Einmessen und der Transport von Bauteilen zwischen einzelnen Maschinen entfällt ebenso wie aufwändige Nachbearbeitungsschritte. Diese intelligente Prozesskette reduziert damit Arbeitszeit und Produktionskosten. Diese Verfahren zur effizienten Reparatur und Modifikation von Werkzeugen sichern daher dem deutschen Werkzeug- und Formenbau entscheidende Wettbewerbsvorteile am globalen Markt.

Ihr Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Elke Fuchs ist seit Juli 2005 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Prozesstechnologie am Fraunhofer IPT.

Telefon 02 41/89 04-1 24