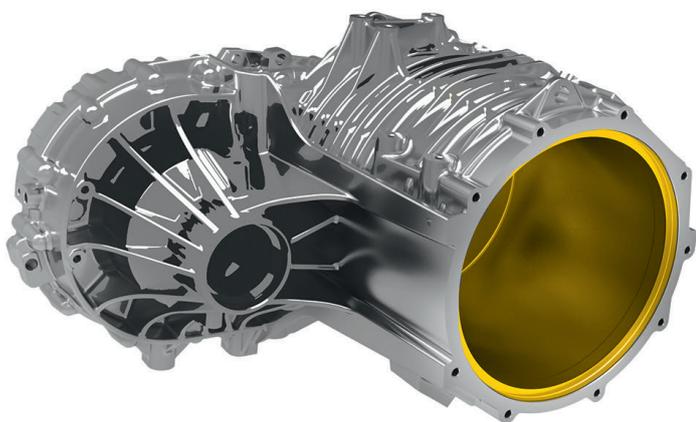


Bohrwerkzeuge

Leichtbau braucht Performance

Wie der Trend zum Leichtbau die Werkzeugtechnik beflügelt, lässt sich anhand dreier großer Sonder-Bohrwerkzeuge verdeutlichen. Ein Tool bearbeitet E-Motoren-Gehäuse, eines Automatikgetriebe-Gehäuse und das dritte brilliert mit einem Grundkörper aus Titanlegierung.

von Nicolas Beer und Jasmin Herter



1 Um die große Statorbohrung an E-Motor-Gehäusen – hier farblich hervorgehoben – eng toleriert fertigen zu können, muss das Werkzeug möglichst leicht und je nach Umfeld auch temperaturbeständig sein © Gühring

Der Automobilbau setzt zunehmend auf Leichtbauwerkstoffe. So werden Motorblöcke, Zylinderköpfe oder Getriebegehäuse aus Aluminiumlegierungen hergestellt, um den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren und die Dynamik zu steigern. Dieser Trend stellt hohe Anforderungen an die Fertigungstechnik und speziell an die Präzisionswerkzeuge. Das Dogma Leichtbau gilt somit auch für die Entwicklung und die Fertigung dieser Werkzeuge. Unter anderem entwickelt die Branche PKD-Werkzeuge, die speziellen Leichtbau-Fertigungsaufgaben bestmöglich angepasst sind.

Wie hoch die Anforderungen sind, die zurzeit an große Bohrwerkzeuge gestellt werden, lässt sich gut anhand aktueller Lösungen für die Elektromobilität verdeutlichen und speziell am Beispiel von E-Motor-Gehäusen (Bild 1). Diese Gehäuse werden aus unterschiedlichen Alu-Legierungen gefertigt und zumeist mit PKD-Werkzeugen bearbeitet.

Die Herausforderungen hierbei sind enorm: Verlangt wird die prozesssichere Herstellung von engen Durchmesser-Toleranzen bis IT6 sowie enger Form- und Lagetoleranzen, bei-

spielsweise einer Koaxialitätsabweichung von weniger als 40 µm bei einer Bezugslänge von über 400 mm, die auf Umschlag bearbeitet wird. Und der Durchmesser der Statorbohrungen beträgt meist deutlich mehr als 200 mm.

Zugleich sind die verwendeten Maschinen oft dadurch limitiert, dass ihre Werkzeugschnittstelle – meist der Werkzeugwechsler – dem zulässigen Gewicht der Tools sowie dem daraus resultierenden Kippmoment Grenzen setzt. Besondere Leichtbauwerkzeuge zu entwickeln wird somit unausweichlich. Wie solche aussehen können, wird im Folgenden gezeigt.

Bei dem ersten handelt es sich um ein Sonder-Bohrwerkzeug mit Stahlgrundkörper und PKD-Schneiden, dessen Gewicht aufgrund einer lastgerechten Auslegung und des Verzichts auf nicht unbedingt erforderliches Material niedrig gehalten werden konnte. Um die erforderliche Steifigkeit beizubehalten, waren allerdings zusätzliche Elemente erforderlich (unter anderem Streben im Inneren des Tools), die in der Lage sind, Kräfte aufzunehmen und übermäßige Verformungen zu verhindern. Dass der konventionelle Werkstoff Stahl verwendet wurde, bestätigte sich als vorteilhaft. So ließen

INFORMATION & SERVICE

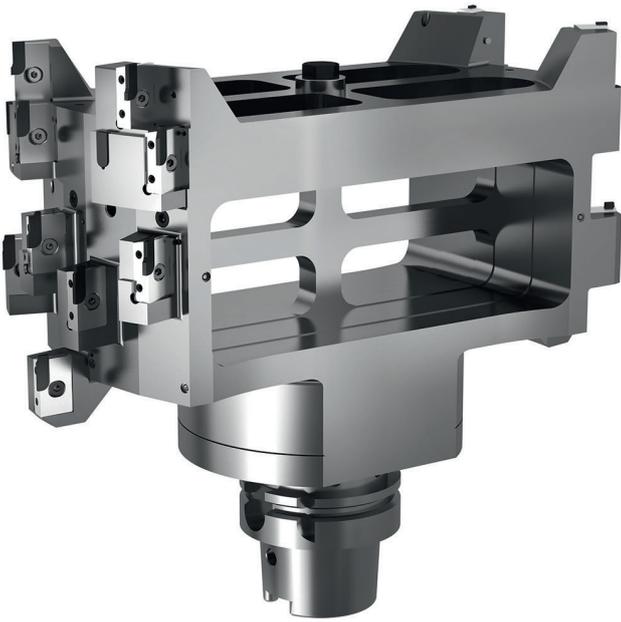
HERSTELLER

Gühring KG
72458 Albstadt
Tel. +49 7431 17-0
www.guehring.com

DIE AUTOREN

Dr. Nicolas Beer leitet Forschungsprojekte bei Gühring in Albstadt
nicolas.beer@guehring.de

Jasmin Herter ist Leiterin der Unternehmenskommunikation in diesem Unternehmen
jasmin.herter@guehring.de



2 PKD-Führungsleisten und einstellbare PKD-Schneiden tragen bei diesem Leichtbauwerkzeug mit Grundkörper aus Titanlegierung zu präzisen Bearbeitungsergebnissen bei © Gühring

sich, den Wärmegang und die Schwingungsneigung betreffend, Rückschlüsse aus dem Einsatzverhalten vergleichbarer massiverer Werkzeuge mit Stahlgrundkörper ziehen.

Die Spindelbelastung als ausschlaggebendes Kriterium

Auch beim Bohren von Automatikgetriebe-Gehäusen werden Durchmesserwerte bis zu 300 mm erreicht. Der große Durchmesser führt auch hier zu einem hohen Eigengewicht der Werkzeuge, sodass ein großes Kippmoment auf die Spindel wirkt und die Präzision der Bearbeitung beeinträchtigt. Zudem führt die große Last zu einem zusätzlichen Aufwand für die Wartung und die Instandhaltung der Spindel.

Auch hier lässt sich Gewicht reduzieren, indem man leichtere Werkstoffe wie Aluminium verwendet. Ein sechsschneidiges PKD-Bohr-Sonderwerkzeug von Gühring beispielsweise ist für die Bearbeitung eines solchen Getriebegehäuses ausgelegt. Bei einem Durchmesser von 235 mm wiegt es weniger als 20 kg und reduziert das auf die Spindel und den Werkzeugwechsler wirkende Kippmoment auf 22 Nm. Das reduzierte Gewicht ermöglicht eine maximale Produktivität.

Doch trotz eines niedrigen Gewichts von weniger als 20 kg genügt auch eine Alu-Ausführung bestimmten Anforderungen nicht mehr, etwa bei noch größeren Abmessungen. Dann wirkt sich mit zunehmenden Bearbeitungskräften die im Vergleich zu Stahl niedrigere Steifigkeit des Aluminiums negativ auf das Schwingungsverhalten des Werkzeugs aus. Und findet die Bearbeitung in einer thermisch herausfordernden Umgebung statt, ist zur Sicherstellung der Prozessstabilität ein zusätzlicher Aufwand nötig, denn die Wärmeausdehnung des Aluminiums ist doppelt so groß wie die des Stahls.

Thermische Wechsel und übermäßige Temperaturgradienten sind so weit wie möglich zu vermeiden, um Abweichungen in der Maßhaltigkeit zu minimieren. So würde schon ein Temperaturanstieg von 10 °C zu einer Änderung im Durchmesser von mehr als 0,05 mm führen und damit die geforderte IT6-Toleranz überschreiten.

Für Bearbeitungen sehr großer Bohrungsdurchmesser, die nur ein niedriges Werkzeuggewicht zulassen und zugleich kri-

tisch sind in Bezug auf die thermischen Bedingungen, setzt man deshalb auf einen in der Luft- und Raumfahrt beliebten Leichtbauwerkstoff mit hoher spezifischer Festigkeit: Titan.

Der Grundkörper des in Bild 2 gezeigten Feinbohrwerkzeugs besteht aus einer Titanlegierung. Deshalb ist das Tool sehr leicht und dennoch weniger empfindlich gegenüber wechselnden Temperaturen als übliche Werkzeuge. Um hier die maximale Steifigkeit bei möglichst geringem Materialeinsatz zu erreichen, werden FEM-Simulationen durchgeführt, deren Ergebnisse in die Konstruktion einfließen. So realisierte Gühring eine topologisch optimierte Geometrie.

Bei dieser Geometrie gewährleisten Verstrebungen eine größtmögliche Steifigkeit und die nötige Prozesssicherheit des Werkzeugs. Zudem reduziert das niedrige Gewicht die Belastung der Spindel. Die Dichte des Titan-Grundkörpers beträgt mit rund 4,5 g/cm³ rund 40 Prozent weniger als die von Stahl, und auch die Wärmedehnung ist mit 8,6 gegenüber 10 × 10⁻⁶/K deutlich niedriger. Zudem hat die Legierung eine niedrigere Wärmedehnung als Alu mit seinen 23 × 10⁻⁶/K, ist aber steifer und hat eine höhere spezifische Festigkeit.

Für das Bearbeiten großer Bohrungen gibt es verschiedene Werkzeugkonzepte, die – je nach Randbedingungen – stets spezifische Vor- und Nachteile haben. Welches Konzept das bestgeeignete ist, lässt sich nur unter Berücksichtigung der gesamten Prozesskette ermitteln. Im Übrigen werden die Konzepte stetig weiterentwickelt, um auch in Zukunft den hohen Anforderungen der Anwender gerecht zu werden. ■

LUKAS
lukas-erzett.com

NEXT LEVEL SOLUTIONS.

