

Fräsdrehbearbeitung in der Luftfahrtindustrie

Millturn-Technologie beflügelt

Komplexe Geometrien, hochfeste Werkstoffe, lückenlose Prozessüberwachung: Mit den Mill-Turn-Varianten seiner High-Performance-Bearbeitungszentren erfüllt Hermle die Anforderungen an die anspruchsvolle Fertigung rotationssymmetrischer Triebwerkskomponenten.



1 Die Zukunft gehört den zweistrahligen Flugzeugen – dank der höchst effizienten Triebwerkstechnologie © Hermle

Im Jahr 2019 gab es an deutschen Flughäfen laut dem Bundesverband der Deutschen Luftverkehrswirtschaft (BDL) insgesamt über 248 Millionen an- und abreisende Fluggäste, und es wurden mehr als 4,9 Millionen Tonnen Luftfracht umgeschlagen. Wie schnell diese Zahlen nach der Corona-Krise wieder erreicht werden, ist schwer vorherzusagen. Dass sie wieder ansteigen werden, ist sicher.

Oberstes Ziel in der Luftfahrt ist es, den Treibstoffverbrauch sowie die Emission von Schadstoffen und Geräuschen zu reduzieren. Das europäische Beratungsgremium Acare (Advisory Council for Aeronautics Research in Europe) hat dazu konkrete Entwicklungsziele benannt: Bis 2050 sollen die CO₂-Emissionen um 75 Prozent und die NO_x-Emissionen um 90 Prozent verringert werden. Hinsichtlich der Lärmbe-

lastigung fordert Acare eine Senkung um 65 Prozent.

Dafür arbeiten die Flugzeug- und Triebwerksentwickler an der Verbesserung der Aerodynamik sowie des Flugzeuggewichts, des Treibstoffs sowie der Triebwerke. Dabei sind zwei physikalische Stellgrößen besonders relevant: der Vorschubwirkungsgrad sowie der thermische Wirkungsgrad. An die theoretischen Grenzen des thermischen Wirkungsgrads gelangen Entwickler unter anderem durch höhere Drücke, Temperaturen oder Komponentenwirkungsgrade mithilfe neuartiger Kerntriebwerke – hier herrschen Temperaturen über 2000 Grad Celsius.

Steigende Belastungen

Komplexere Geometrien, höhere Drücke und kritischere Temperaturen – jede Effizienzsteigerung im Triebwerk

bedeutet zugleich auch eine stärkere Belastung der Triebwerkskomponenten und damit der Werkstoffe und der Fertigungsverfahren.

2010 stellte der Zerspanungsspezialist Hermle mit der C 42 U MT seine erste MT-Maschine (Mill-Turn – Fräsdrehen) vor. »Das war eine Initialzündung für den Einstieg in die Aerospace-Branche«, erinnert sich Martin Wener, Leiter Key-Account-Management bei Hermle. Durch die MT-Technologie erweiterte Hermle seinen Anwenderkreis und spricht nun auch Triebwerksentwickler an, sodass heute ein zweistelliger Prozentwert des Umsatzes mit der Aerospace-Sparte generiert wird.

Wener sieht ein Erfolgsgeheimnis im Maschinenkonzept: »Wir können den Körper, den wir drehend bearbeiten, schwenken. Damit haben wir einen enormen Vorteil gegenüber herkömmli-



2 Aerospace-Werkstücke wie gemacht für die C 42 U MT dynamic: aus dem Vollen gefräster Impeller aus Titan (links) und Triebwerksgehäuse (rechts), bei dem die Innenkontur mittels trochoidalem Fräsen erzeugt wird © Hermle

chen Drehmaschinen.« Denn durch das simultane Schwenken können Anwender kürzere und damit steifere Werkzeuge verwenden. Zudem lassen sich auch komplexe Konturen mit nur einem Werkzeug bearbeiten. »Unsere Anwender benötigen somit weniger Werkzeuge, die zudem im Standardsortiment zu finden sind. Damit sparen sie deutlich Investitionskosten«, erläutert Wener.

Die Aspekte Präzision, Stabilität und Langzeitgenauigkeit sind ebenso entscheidend. »Eine Triebwerk-Baureihe wird über einen Zeitraum von bis zu 20 Jahren produziert. Die Hersteller erwarten von unseren Maschinen eine ebenso lange Genauigkeit und Zuverlässigkeit bis zum letzten Teil«, so Wener. »Das ist eine Herausforderung, bedenkt man, dass auf unseren Anlagen hochkomplexe 5-Achs-Bearbeitungen von schwer zerspanbaren Werkstoffen wie Inconel oder hochwarmfesten Eigenentwicklungen stattfinden.«

Während die Ersatzteilverfügbarkeit generell relevant ist, ist die Forderung nach der Gleichheit der Maschinen eine

Besonderheit in der Aerospace-Sparte. »Selbst wenn ein Projekt über mehrere Jahre läuft, können wir auf Kundenwunsch garantieren, dass jede Maschine in diesem Zeitraum identisch ist. Unabhängig davon, ob es dazwischen software- oder hardwareseitige Updates gab«, erklärt Wener. Hierbei ist das Standardkonzept von Hermle gegenüber Sondermaschinen im Vorteil.

Eine Maschine, zwei Verfahren

Hermle bietet aktuell drei High-Performance-Line-Maschinen als MT-Versionen an: Die C 42 U, C 52 U und C 62 U. Mit ihnen ermöglicht der Maschinenbauer eine simultane Drehbearbeitung von Werkstücken bis zu einem Durchmesser von 1200 mm und einer Höhe von 900 mm. Das Höchstgewicht darf beim Drehen 700 (C 42 U MT), 1000 (C 52 U MT) oder 1500 kg (C 62 U MT) nicht überschreiten – das sind enorme Massen, die in Rotation versetzt werden.

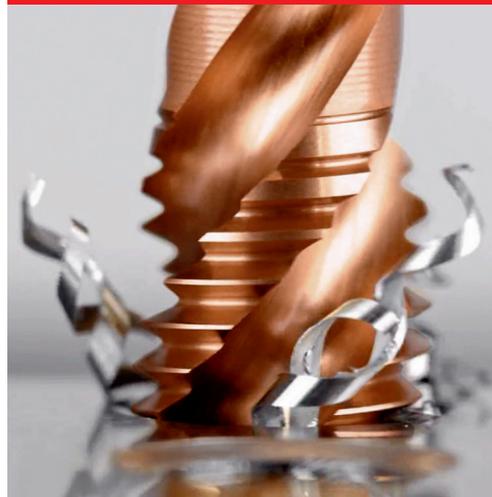
Den für die Drehbearbeitung essenziellen steifen Maschinenaufbau bringen die Hermle-Maschinen von vorne-

3 Mit der C 42 U MT dynamic stieg Hermle 2010 in die anspruchsvolle Fräsdrehbearbeitung ein © Hermle



30

Prozent höhere
Standzeit beim
Gewindebohren!



Beste Voraussetzungen für effiziente Gewindeanwendungen: Prozesssicherheit und Standzeitsteigerung mit **BALIQ AUROS.**

Das Praxisbeispiel: Steigerung um 30 % auf 4.500 Gewinde in C45, $V_c = 30$ m/min, im Vergleich zu TiCN.

Wann testen Sie **BALIQ AUROS?**



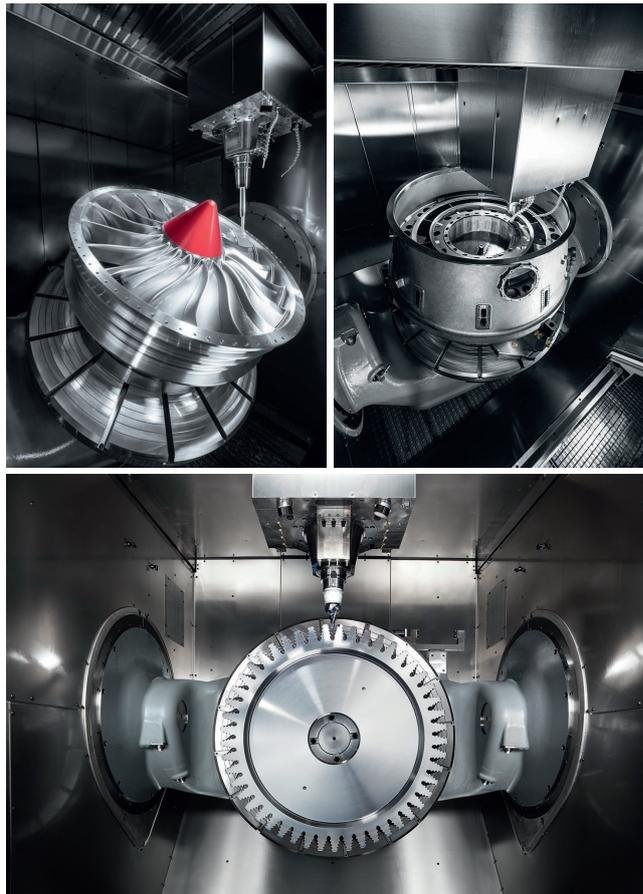
info.balzers.de@oerlikon.com
www.oerlikon.com/balzers/de

oerlikon
balzers

herein mit. Eine Entwicklung, die durch die Aerospace-Anwendungen deutlich vorangetrieben wurde, ist dagegen die hydraulische Lagervorspannung der Spindel. »Die Spindel ist das schwächste Glied im Gesamtsystem. Wir haben daher eine drehzahlabhängige Versteifung entwickelt«, erklärt der Leiter des Key-Account-Managements. Die Maschinensteuerung passt die Lagerbelastung automatisch an: Bei niedrigen Drehzahlen wird das Spindelsystem deutlich steifer – also genau dann, wenn die Maschine schwer zerspanbare Materialien bearbeitet. Dazu werden bei niedrigen Drehzahlen die Lagerpakete noch zusätzlich hydraulisch beaufschlagt. Bei höheren Drehzahlen nimmt der hydraulische Druck ab, sodass nur noch das Federpaket die Lagervorspannung bestimmt.

Sensoren für die Betriebssicherheit

Bei der zerspanenden Bearbeitung von Triebwerkskomponenten ist zudem die Prozessüberwachung essenziell. Kommt es später zu einem Schaden im Triebwerk, kann das verheerend sein. Umso wichtiger ist eine lückenlose Dokumentation der einzelnen Fertigungsschritte. »Ein Beispiel dafür ist die Kühlmittelüberwachung. Sie gibt den Nachweis, dass während eines Bohrvorgangs immer Kühlmittel angestanden hat. Wäre der Kühlmittelfluss unterbrochen, kann es lokal zu einer hohen Wärmeeinwirkung und damit zu Veränderungen im Materialgefüge kommen. Im späteren Betrieb droht dann unter hoher Belastung das Versagen«, führt Wener aus. Dafür sind in den Bearbeitungsmaschinen Sensoren verbaut, die den Druck und den Durchfluss im inneren Kühl-



4 Komplexes, Großes und Schwerzerspanbares – all das schafft die C 62 U MT: Fan-Modul (oben links), Titan-Turbinengehäuse (oben rechts) und Fandisc (unten), in die später die Fanblades eingehängt werden © Hermle

mittelkreislauf erfassen. Die Daten, die die Prozessüberwachung generiert, werden anschließend mit dem Bauteil aufbewahrt.

Zu den Bauteilen zählen beispielsweise Blinks. Das Wort setzt sich aus »Blade Integrated Disk« zusammen und bezeichnet eine Triebwerkskomponente, die den Montageaufwand und damit die -kosten ebenso wie das Gewicht deutlich reduziert: Statt einzelne Schaufeln (Blades) auf eine Disk zu montieren, werden die Profile aus dem Vollen gefräst. Die Bearbeitungszeit beträgt bis zu 20 Stunden. Eine Herausforderung dabei ist die richtige Bearbeitungsstrategie – die langen Schaufeln

dürfen während der Bearbeitung nicht ins Schwingen geraten. Dazu kommt der Werkzeugverschleiß. »Hier profitieren Anwender von unserer Werkzeugautomation«, erklärt der Leiter des Key-Account-Managements. Der Verschleiß ist bei der Bearbeitung schwer zerspanbarer Werkstoffe sehr hoch. »Der bedienerlose Werkzeugwechsel bedeutet oftmals eine deutliche Effizienzsteigerung«, betont Martin Wener. Für die automatische Bestückung der Bearbeitungszentren reicht aufgrund der langen Bearbeitungszeiten ein Palettenwechsler.

Am Ende halten die Triebwerksbauer eine Blinks im Wert von rund 100 000 Euro in der Hand, die bis auf eine Nachbearbeitung zum Verdichten der Oberfläche fertig für die Montage ist. Doch nicht nur das Bearbeitungsergebnis überzeugt. »Wir bekommen oft das Feedback, dass sich Kunden sehr gut bei uns betreut fühlen«, erzählt Martin Wener. Das fängt beim aufmerksamen Umgang mit ihren Wünschen an und geht über die Hermle-Anwendungstechnik, die schnell berät, Lösungen gemeinsam mit dem Anwender erarbeitet und auch kurzfristig Fräsversuche durchführt, bis zum Service, der oft als Benchmark im Werkzeugmaschinenbau gesehen wird. ■

www.hermle.de

5 Die C 62 U MT dynamic ist das Topmodell der High-Performance-Line von Hermle; sie bearbeitet bis zu 2500 Kilogramm schwere Bauteile effizient und hochdynamisch

© Hermle

