

Triebwerksteile automatisch strahlen

Bei der MTU Aero Engines GmbH in München hat im März 2000 eine Shot-Peening-Anlage den Serienbetrieb aufgenommen. Dort werden Triebwerksteile von Flugzeugen vollautomatisch mit Stahlkugeln gestrahlt, um deren Oberfläche zu verfestigen. Diese Verfestigung wirkt Rissbildung, zum Beispiel durch Kratzer, entgegen und erhöht die Belastbarkeit. Damit verlängert sich die Lebensdauer der gestrahlten Werkstücke, alles rotierende, hochbeanspruchte Teile aus dem Turbinen- und Verdichterbereich, um das Zwei- bis Dreifache. Ab November 1999 wurde die Kugelstrahlanlage bei der MTU montiert, eingerichtet, kalibriert und die Abnahme vorangetrieben, vorher wurden bei Lieferanten USF Schlick, Greven, Testbearbeitungen durchgeführt.

Der Prozess

Die Werkstücke, bis zu 800mm hoch und mit einem Durchmesser bis 1250mm, werden auf einem Drehtisch zentriert und aufgespannt. Um diese Arbeit zu erleichtern, kann der Drehtisch aus der Strahlkammer geschwenkt werden. „Der Drehtisch war ein Wunsch von uns“, berichtet Stefan Schmid, der Leiter der Abteilung Strahlen und Lackieren im Center für Oberflächentechnik bei der MTU. Der Anlagenlieferant hat diese Idee in der Anlage umgesetzt. Ist der Drehtisch samt Werkstück wieder in der Strahlkammer und der Strahlprozess in Gang gesetzt, liegt der Lärmpegel unter 75 Dezibel (die älteren Anlagen machen sich mit 85 Dezibel bemerkbar; ohne Gehörschutz kommen die Anlagenbediener dort nicht aus).

Zwei Manipulatoren, einer an der Decke und einer an der Rückwand, bewegen die Druckluftstrahldüsen in horizontaler und vertikaler Richtung. Die Düsen können zudem gedreht und geschwenkt werden, so dass die Strahlmittel bei den geometrisch komplizierten Werkstücken die gesamte Oberfläche erreicht. Mit Hilfe von zwei feinen Düsen für 200g bis 2000g Strahlmittel pro Minute können auch Nuten und Bohrungen gestrahlt werden. Durch vier weitere Düsen gelangen jeweils bis zu 8kg Strahlmittel pro Minute auf die Werkstückoberfläche.

Computergesteuert strahlen

Mit Hilfe der CNC-Steuerung läuft der gesamte Prozess vollautomatisch ab. Im Computer ist für jedes zu strahlende Teil, das sind etwa 20 verschiedene, ein Programm hinterlegt. Die Mitarbeiter programmieren die Strahlprozesse selbst; wenn der Prozess einmal läuft, haben sie Zeit für andere Tätigkeiten. Laut Schmid benötigt die Anlage, um den Drei-Schichtbetrieb sicherzustellen, sechs Bediener, die aber für zwei bei drei Anlagen qualifiziert sind. Ein Strahlvorgang dauert je nach Bauteil von zehn Minuten bis zu drei Stunden. Jedes Teil wird ohne Unterbrechung von allen Seiten gestrahlt. Bis zu 30 Flugzeugteile werden täglich in der Maschine bearbeitet.

An der neuen Anlage werden drei verschiedene Strahlmittel verwendet, Drahtkorn (CCW14) und Gusskorn (S110/S230) mit einem Durchmesser zwischen 0,3mm und 0,8mm. Der Strahlmittelwechsel dauert eine halbe Stunde, bei den älteren Anlagen waren dafür fünf Stunden nötig. Nach Schmid's Berechnung spart die MTU im Vergleich zu Maschinen herkömmlicher Bauweise mehr als die Hälfte der Mannzeit und etwa 40% der Maschinenzeit ein.

Strahlmittelrückgewinnung

Die Anlage kann vier unterschiedliche Strahlmittel getrennt aufbereiten. Das gebrauchte Korn wird durch Absaugrinnen aus der Strahlkammer gefördert. In einem Spiralabscheider trennt sich rundes Korn von unrundem, zerbrochenem Strahlkorn. Das runde, schneller rollende Korn läuft außen an der Spirale entlang, un rundes, langsames innen. Ein Sieb trennt „gutes“ von zu großem und zu kleinem Korn, bevor es erneut eingesetzt wird. Das Strahlmittel wird zusätzlich regelmäßig gesondert gesiebt und auf seine Größenverteilung und Kornform überprüft. „In der Praxis bringt das zurückgewonnene Strahlmittel die besseren Ergebnisse“, meint Schmid, der den Verbrauch an Strahlmittel auf 100kg im Monat schätzt.

Lückenlose Überwachung

Der komplette Prozess wird PC-überwacht und lückenlos dokumentiert. Je nach Anforderungen der Kunden bleiben die Prüfprotokolle bis zu 20 Jahre im Archiv. Im Extremfall werden bis zu 120 Prüfbleche, so genannte Almen, pro Werkstattauftrag (der zum Beispiel fünf Teile umfassen kann) gestrahlt, um auf Änderungen der Strahlintensität unmittelbar reagieren zu können. Die Mitarbeiter an der Strahlanlage nehmen die Qualitätsprüfungen der gestrahlten Bauteile selbst vor.

„Der Prozess wird oft unterschätzt“, meint Schmid. Denn davon hänge zu hundert Prozent die Festigkeit des Triebwerksteiles ab. Und die letzte intensive Prüfung der Teile erfolge nach dem Kugelstrahlen; die Mitarbeiter seien Experten auf diesem Gebiet.

In der Abteilung Strahlen und Lackieren sind noch sechs weitere Kugelstrahlanlagen zur Oberflächenverfestigung im Betrieb. Der Großteil der Aufträge, die dort bearbeitet werden, sind aus dem Bereich des Triebwerksneubaus und der Überholung von gebrauchten Triebwerken.

Fertigung modernisieren, Engpässe beseitigen

Triebwerksteile werden seit mehr als 20 Jahren gestrahlt, um deren Randschichten zu verfestigen. Etwa so alt sind auch die ältesten Kugelstrahlanlagen bei der MTU. Für Bauteile mit dieser Geometrie gibt es keine serientaugliche Verfahrensalternativen, so sind zum Beispiel Laserstrahl- oder Ultraschallverfestigen eher als partielle Ergänzung zu sehen. Zur Zeit strahlt die MTU zu etwa 90% Bauteile für die zivile Nutzung. Sobald der Eurofighter gebaut wird, wird sich das Verhältnis zu Gunsten der Teile für Militärflugzeuge verschieben. Der Eurofighter war auch mit ein Grund, warum die MTU die neue Anlage anschaffte.

Die Strahlkapazität bei der MTU wurde knapp. Zudem erforderten die älteren Maschinen viel Aufwand im Vorrichtungsbau. Schmid möchte das Strahlen flexibler gestalten und setzt auf CNC-Technik und Maschinen mit minimalen Rüstzeiten. Ziel ist es, das Strahlen in eine Linienfertigung zu integrieren, was auch eine genaue Abstimmung mit den Zulieferern aus den anderen Abteilungen wie der Vorbehandlung oder der Rissprüfung erfordert. Mit USF Schlick wollte man bei der MTU einen neuen Anlagenlieferanten testen. „Einen neuen Anbieter sucht man sich am Anfang eines Umbaus, nicht für die letzte Anlage“, meint Schmid. Die Abteilung Strahlen stehe erst am Anfang einer Umstrukturierung, wobei USF Schlick mit kurzer Lieferzeit dem

Termindruck bei der MTU entgegengekommen sei. Weitere vergleichbare Anlagen sind bereits bestellt, beziehungsweise geplant.