

MECHANISCHES STRAHLEN

# Ultraschall-Kugelstrahlen bietet Vorteile bei Qualität, Handhabung und Kosten

Um Rissbildung in zyklisch beanspruchten Metallteilen zu verhindern, werden Druckeigenspannungen in Randschichten eingebracht. Dazu kommen Kugelstrahlverfahren zur Anwendung. Wie kleine Schmiedehämmer verfestigen die Kugeln die Teile. Wird dieses Hämmern mittels Ultraschall erzeugt, reichen weniger, aber größere Kugeln aus. Eine Aufbereitung und Kreislaufführung des Strahlmittels entfällt. Darin sieht man Vorteile für das Ultrasonic Peening.

ANDREAS HALLER

In der Triebwerksfertigung kommt es nicht nur auf die Genauigkeit an, es zählt auch die Gewichtsminimierung. Daher werden Triebwerksteile immer dünnwandiger gefertigt – und dabei bei zunehmender Belastbarkeit. Die Lösung dafür sieht man beim Triebwerkshersteller MTU Aero Engines, München, in der Anwendung von Ultrasonic Peening: dem Ultraschall-Kugelstrahlen (Bild 1). Im Vergleich zum konventionellen Kugelstrahlen – dem Shot Peening – liefert diese Verfahrensvariante, die der französische Anbieter Sonats, Carquefou bei Nantes, unter dem Namen Stressonic am Markt eingeführt hat, eine bessere Oberflächenqualität bei höherer Wirtschaftlichkeit.

Beim Shot Peening werden Metallteile mit Stahldrahtkorn oder



Visuelle Oberflächenprüfung an einem Bauteil-Dummy im Rahmen einer Verfahrenseinführung. Das Ultraschall-Kugelstrahlen erzeugt glattere Oberflächen als konventionelle Shot-Peening-Verfahren.

Stahlgusskugeln „beschossen“. Es kommt zur Verformung der Bauteiloberflächen und somit zur Verfestigung der Randschichten, in die dadurch Druckeigenspannungen eingebracht werden. Sie wirken einer Zugbelastung entgegen.

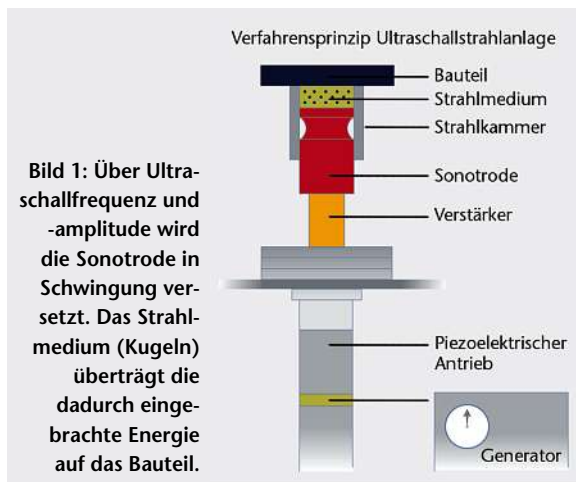
## Verfestigen von Randschichten verhindert Rissbildung

So können bei einer zyklischen Bauteilbeanspruchung Risse im Metall und folglich Ermüdungsbruch vermieden werden. Das erhöht einer-

Andreas Haller ist geschäftsführender Gesellschafter der Ing. Schnür + Haller KG in 70569 Stuttgart, die das Verfahren Stressonic des französischen Patentinhabers Sonats in Deutschland vertreibt, Tel. (07 11) 68 70 07-0, Fax (07 11) 68 70 07-86, sonats@shkg.de

seits die Funktionssicherheit und verlängert die Lebensdauer der Teile. Andererseits lassen sich Bauteildimensionen und spezifisches Bauteilgewicht reduzieren. Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass Risse – zum Beispiel durch Korrosionsermüdung – nie in einer Schicht entstehen, in der Druckeigenspannungen herrschen.

Die Kugeln, die auf die Bauteiloberflächen schlagen, wirken wie kleine Schmiedehämmer. Sie hinterlassen auf den Oberflächen kleinste Kalotten. Diese Abdrücke fallen beim Ultrasonic Peening noch winziger aus. Die Oberflächen sind nach der Randschichtverfestigung deutlich glatter. Die Gründe dafür liegen in der Art der Beschleunigung: Beim





**Bild 2: Maschinenteile, bei denen die Randschicht an zyklisch beanspruchten Stellen verfestigt wird. Sie kommen in Textilmaschinen zur Anwendung.**

a Greiferteil, b Entrainneur

konventionellem Kugelstrahlen sind es Schleuderräder oder Druckluft, die das kugelförmige Strahlmittel mit 0,4 bis 0,9 mm Korndurchmesser zielgerichtet auf eine Geschwindigkeit bis zu 90 oder 130 m/s bringen. Dagegen schlagen beim Ultrasonic Peening bis zu 3 mm große Kugeln mit maximal 20 m/s diffus auf die Oberflächen auf.

### **Ultraschall versetzt Kugeln in hämmernde Bewegung**

Beim Ultrasonic Peening arbeitet man mit absolut runden, weit aus größeren Kugeln. Sie werden in einer zylindrischen Kammer mit einer so genannten Sonotrode in eine zyklische, hämmernde Bewegung versetzt. Dieser „Lautsprecher“ für Ultraschall bildet eine Kammerseite, das zu bearbeitende Bauteil die gegenüberliegende. Bei MTU Aero Engines erstreckt sich das Bauteilspektrum für das Shot Peening auf Laufschaufeln, Scheiben und Laufräder. Seit dem vergangenen Jahr sind dort in der Fertigung zwei Ultrasonicanlagen von Sonats in Betrieb. Sie arbeiten überwiegend mit 0,6 bis 2 mm großen Kugeln aus besonders hartem Wolframcarbid oder hochfestem Stahl (100C6). Für das Ultrasonic Peening können auch Kugeln aus Keramik oder Edelstahl zur Anwendung kommen.

Während der Bearbeitung bleibt beim Ultrasonic Peening die Prozesskammer dicht verschlossen, eine kontinuierliche Kugelzu- und -abfuhr entfällt. Der Verschleiß ist geringst. Es befinden sich immer nur wenige Gramm Kugeln in der Kammer, die nach einer hohen Anzahl an Zyklen komplett ausgetauscht werden. So kommt man bei MTU Aero Engines – in der Summe – mit 2 bis 10 g Kugeln in der Minute aus. Im Vergleich dazu werden beim Shot Peening mit Druckluft 2 bis 5 kg Strahlgut pro Düse und Minute in Richtung Bauteil geblasen. Dieser Unterschied schlägt sich in der Maschinengröße, den Betriebskosten, der Bearbeitungsdauer und der Prozesshandhabung nieder. Er hat nicht nur den Triebwerkshersteller MTU, sondern auch Motorenhersteller und Maschinenbauer überzeugt:

**Bild 3:** Für die Bearbeitung von Großteilen wird die Prozesskammer von einem Roboter zur Oberfläche gebracht.



Bilder: Sonats-

► Bei der Oberflächenbearbeitung von Motorenpleuels beträgt der Unterschied im Anlagenvolumen etwa 1 zu 75 – unabhängig davon, ob es sich um Pleuels für Automobil- oder Schiffsdieselmotoren handelt. Ein wesentlicher Grund dafür liegt darin, dass die beim Schleuderrad- und Druckluftstrahlen die übliche kontinuierliche Aufbereitung des Strahlmittels mit Sichten, Sieben und Auslesen entfällt – inklusive der stetigen Stahlmittelführung.

► Bei den Betriebskosten wirkt sich der Wegfall von Druckluft oder Schleuderrad, aber auch der Strahlmittelaufbereitung und -kreislauf-führung in doppelter Hinsicht positiv aus. Um Druckluft zu erzeugen und die Anlagenkomponenten zu betreiben, ist einerseits Energie erforderlich, die „eingekauft“ werden muss.

Andererseits sind die strahlmittelfördernden Komponenten Verschleiß ausgesetzt. Sie müssen daher in bestimmten Intervallen instandgesetzt werden.

► Hinsichtlich der Bearbeitungsdauer schlägt positiv zu Buche, dass über die Größe der Kammer die Wirkung des Verfahrens zielgerichtet auf die zu bearbeitende Oberfläche erfolgen kann. So reicht beim Ultrasonic Peening ein Überdeckungsgrad von 100% aus. Im Vergleich dazu sind beim Shot Peening mit Schleuderrad oder Druckluft 200 bis 300% Überdeckungsgrad üblich. Außerdem ist eine Teilereinigung nach dem Ultrasonic Peening nicht unbedingt erforderlich.

► Grundsätzlich lässt sich Ultrasonic Peening einfacher parametrieren und regeln als das konventionelle Shot Peening. So sind die Steuerparameter bei der Variante Stressonic auf die

Bearbeitungsdauer, die Schwingungsamplitude und die Frequenz des „Lautsprechers“ Sonotrodebeschränkt – alles gut messbare Größen, zu denen sich nicht – wie beim Shot Peening mit Schleuderrad oder Druckluft – der Verschleiß von Anlagenkomponenten als zum Teil schwierig zu kompensierender Störfaktor gesellt.

Diese Vorteile haben nun einen Hersteller von Textilmaschinen überzeugt. Er benötigt dünnwandige Maschinenteile, bei denen die zyklisch belasteten Stellen kugelgestrahlt werden müssen (Bild 2). Infolgedessen werden in diesen kritischen Bereichen Druckeigenstress eingebracht. Beim Greiferteil müssen sie an der Oberfläche mindestens 500 MPa und in 50 µm Tiefe über 300 MPa betragen. Beim Entrainerteil sind es mindestens 300 MPa an der Oberfläche und mehr als 400 MPa in 1 µm Tiefe. Aufgrund der Randschichtverfestigung wird die Lebensdauer der empfindlichen Teile verlängert.

Für eine hohe Wirtschaftlichkeit sorgt dabei eine kurze Bearbeitungsdauer. So entfallen die Teilereinigung nach dem Kugelstrahlen und die Merkmalsbestimmung mit dem Almenstreifen. Der Prozessablauf ist geregelt und voll automatisiert. Der Werker, der für den vorgeschalteten Prozess verantwortlich ist, kann das Verfahren bedienen. Ziel war die Integration einer kompakten Anlage, die beide Teile bearbeitet, in eine Fertigungslinie.

### Roboter bringt Kammer bei Großteilen zur Oberfläche

Zur kompletten Automatisierung lassen sich die Teile mit einem Roboter oder linearen Handlingsystem in die kammerseitige Aufnahme stecken. Die Kammer wird elektromechanisch geschlossen, der Ultraschallgenerator in die Anlage eingekoppelt und der Prozess gestartet. Die Aufstellfläche einer Anlage beträgt meist nur etwa 2 m<sup>2</sup>. Im Anwendungsfall hängt sie von der Bauteilgröße ab. So kann bei Großteilen wie Schiffsmotorenpleuels ein Roboter die Kammer zur bearbeitenden Oberfläche bringen (Bild 3). Das ist möglich, weil das Ultrasonic Peening in der Fertigung

ohne aufwändige Einhausung und Staubabsaugung auskommt.

Außerdem sind für den Anlagenbetrieb lediglich elektrische Energie und ein wenig Druckluft erforderlich. Das erleichtert die Integration in Fertigungslinien, aber auch den Standortwechsel bei einer Umstellung der Fertigung. Damit sichert sich das Ultraschall-Kugelstrahlen eine hohe Anwendungsflexibilität,

die zum Beispiel bei Kleinserienteilen zum Tragen kommt. Bei Bauteilen in kleinen Stückzahlen werden Anlagen für das Ultrasonic-Peening in der Regel manuell bestückt. **MM**

[www.maschinenmarkt.de](http://www.maschinenmarkt.de)

► Randschichtverfestigung bei Aluminiumteilen für den Airbus A 380

InfoClick

210763