



1 Diese Düsenaufspannvorrichtungen simulieren das Einpassen des Übergangsteils in die Turbine und gewährleisten damit Reparaturen mit hoher Reproduzierbarkeit und Präzision.

2 Parent Metal Bonding wird zur Wiederherstellung der Wandstärke und zur Reparatur kleinerer Risse an den Düsen eingesetzt.



Koordinatenmessgeräten, Radiografie und anderer Techniken konnten detaillierte Werkstückzeichnungen und reparaturkritische Daten ermittelt werden. Im nächsten Schritt wurde die Zusammensetzung der für die Bauteile verwendeten Legierungen und Beschichtungen im Rahmen zerstörungsfreier Werkstoffprüfungen analysiert. Durch Zugang zu den Anlagen vor Ort konnten spezielle Montagewerkzeuge und Arbeitsverfahren entwickelt sowie kritische Montage Maße ermittelt werden, um eine präzise Reparatur der Bauteile sicherzustellen. Nachdem alle Informationen gesammelt und mehrfach überprüft worden waren, erfolgte die sorgfältige Entwicklung der erforder-

lichen Reparatur- und Beschichtungsverfahren, die auf die Eigenheiten der einzelnen Bauteiltypen zugeschnitten waren. Danach konnten die Spezialwerkzeuge konstruiert und hoch präzise gefertigt werden, um die Reproduzierbarkeit des Reparaturablaufs sowie eine exakte Installation vor Ort zu gewährleisten. Nachfolgend ein Überblick über die Fortschritte in bestimmten Bauteilkategorien.

Brennraumkomponenten

Im Brennraumbereich finden sich Bauteile wie z.B. Brennstoffdüsen, Verkleidungsteile, Brennraumauskleidungen, Übergangsteile und Dichtungsmanschetten. Sulzer Turbomachinery Services konzentrierte sich zunächst auf die Entwicklung von Reparaturprozessen für diese Bauteile. Dazu wurden ein robuster neuer Prüfstand und ein großes Massenstromplenum in Betrieb genommen, um das Strömungsverhalten der Brennstoffdüsen zu testen. Es wurden zwei umlaufende (360°) Aufspannvorrichtungen für das Verdichteraustrittsgehäuse und die Düsen der ersten Stufe (Bild 1)

für zwei unterschiedliche Gasturbinenmodelle mit F-Technologie angeschafft, um das Einpassen des Übergangsteils in die Turbine zu simulieren. So konnte bei der Reparatur von Übergangsteilen ein hohes Maß an Reproduzierbarkeit und Präzision sichergestellt werden.

Stationäre Bauteile im Heißbereich

Sulzer Turbomachinery Services hat mehrere Ummantelungen an der ersten, zweiten und dritten Stufe sowie Düsenaggregate der zweiten Stufe erfolgreich überholt. Gegenwärtig beschäftigt sich Sulzer Turbomachinery Services mit der Reparatur von Düsen der ersten Stufe an weiteren Gasturbinenmodellen mit F-Technologie. Bei der Entwicklung der Reparaturverfahren für feststehende Komponenten im Heißbereich wurde dabei ebenso konservativ und sorgfältig vorgegangen wie bereits für die Brennraumkomponenten beschrieben.

Auch Düsen der zweiten Stufe, die aus einer GTD-222-Legierung auf Nickelbasis bestehen, wurden erfolgreich überarbeitet. Die diffundierte Aluminidbeschichtung auf den Außen- und Innenflächen des Gasweges musste durch spezielle chemische Prozesse entfernt werden. Nach Ermittlung der Abmessungen und zerstörungsfreien Werkstoffprüfungen wurde ein kundenspezifischer Arbeitsumfang für die Düsen Einheit festgelegt, wobei die Maßhaltigkeit vor allem durch Schweißverfahren wiederhergestellt werden sollte. Auch der ausgereifte Hartlötprozess von Sulzer Turbomachinery Services – das so genannte PMB (parent metal bonding) – kommt

zur Wiederherstellung der Wandstärke und zur Reparatur kleiner Risse zum Einsatz. Beim PMB wird mit einer Pulvermischung aus ausgewählten Legierungen und firmeneigenen Bindemittelverbindungen die Mikrostruktur und Zusammensetzung der Ursprungslegierung möglichst exakt nachgebildet (Bild 2). PMB wird dann auf die vorbereitete Oberfläche des Düsensegments aufgetragen und nachfolgend in einem Vakuumofen endbearbeitet. Nach erfolgter Reparatur und Wärmebehandlung der Düsensegmente werden sodann die inneren und äußeren Aluminidbeschichtungen am Gasweg wieder aufgetragen. Schließlich werden die Düsensegmente montiert und in einem Turbinengehäusesimulator auf ihre Positionierung hin geprüft (Bild 3).

Rotationsteile im Heißbereich der Turbine

Sulzer Turbomachinery Services hat beträchtliche Investitionen in ein hoch flexibles Fünf-Achsen-Laserschweißzentrum vorgenommen. Der Einsatz dieser Technik hat mehrere Vorteile: Es wird nur mehr ein kleinerer Bereich erwärmt, es kommt zu weniger Vermischung zwischen Substrat und Schweißzusatzwerkstoffen, es entstehen geringere Schweißspannungen, und das Bauteil verzieht sich nicht. Sulzer Turbomachinery Services hat diese Technik bereits für die Reparatur herkömmlicher Rotorblätter entwickelt und dabei eine anderweitig nicht erreichbare Qualität erzielt – so wird z.B. die Wandstärke der Rotorblätter durch Laserschweißreparatur und die Überholung von Rotorblattspitzen auf die Ursprungstoleranzen durch Einspritzen eines Super-

legierungspulvers in das durch den Laserstrahl auf dem Substrat entstandene Schweißbad erreicht. Daneben wurden noch einige weitere bedeutende Laserschweißtechniken entwickelt und patentiert. Diese Techniken eröffnen neue potenzielle Anwendungen wie die Reparatur von Rissen im Fußbereich der Rotorblätter, die andernfalls nicht mehr reparierbar wären. In geeigneten Bereichen von Komponenten werden Kornstruktur und -orientierung von gerichtet erstarrten (directionally solidified, DS) und einkristallinen (single-crystal, SX) Grundwerkstoffen im Schweißgut fortgeführt. Derzeit werden weitere Investitionen in anspruchsvolle Laserschweißgeräte und digitale Röntgenstrahlgeräte getätigt. Sulzer Turbomachinery Services entwickelt die Nutzung dieser hoch modernen Techniken für die Reparatur rotierender Teile im Heißbereich ständig weiter, in der Überzeugung, dass sie von den Kunden gut angenommen werden.

Werkseigene Beschichtungsmöglichkeiten für Hochtechnologiebauteile

Sulzer Turbomachinery Services hat spezielle Beschichtungen entwickelt, die den Eigenschaften der ursprünglichen Beschichtungen entsprechen oder diese sogar übertreffen, um die erforderliche Wärmebeständigkeit zu erreichen. Spezielle Wärmedämmschichten (thermal barrier coatings, TBC) werden im Werk mittels Industrierobotern auf Brennraumauskleidungen, Übergangsteile und Düsen der ersten Stufe aufgebracht. Für die Ummantelungen der ersten Stufe wurde zudem eine abrasive TBC (PXT-70) entwickelt. Eine

weitere Neuerung stellt die XTR TBC (extreme temperature resistant TBC) dar: Dabei handelt es sich um eine vertikal gebrochene, kompakte Beschichtung, die speziell für hochmoderne Turbinenlaufschaufeln der ersten Stufe gedacht ist. Weitere Investitionen in Robotersysteme für thermale Spritzen sind gegenwärtig in Planung.

Die Zukunft neuartiger Reparaturtechniken

Durch die partnerschaftliche Zusammenarbeit mit Endkunden war Sulzer Turbomachinery Services in der Lage, umfassende Reparaturtechniken und -verfahren zu entwickeln: angefangen bei Instandhaltungsarbeiten vor Ort über die Reparatur von Heißbauteilen und des Rotors bis hin zum Wiederzusammenbau. Damit bietet das Unternehmen heute eine hervorragende Reparaturalternative für Kunden mit Gasturbinen mit F-Technologie. ◀

3 Nach Reparatur, Wärmebehandlung und Beschichtung werden die Düsen der zweiten Stufe im Turbinengehäusesimulator montiert, um eine präzise Platzierung in der Turbine zu gewährleisten.



KONTAKT

Sulzer Hickham Inc.
Matt Lau
11518 Old La Porte Rd.
La Porte, TX 77571
USA
Telefon +1 (1)713-567 2871
Telefax +1 (1)281-567 2831
matt.lau@sulzer.com