

Alternative zu herkömmlichen Beschichtungen bei Turbinen

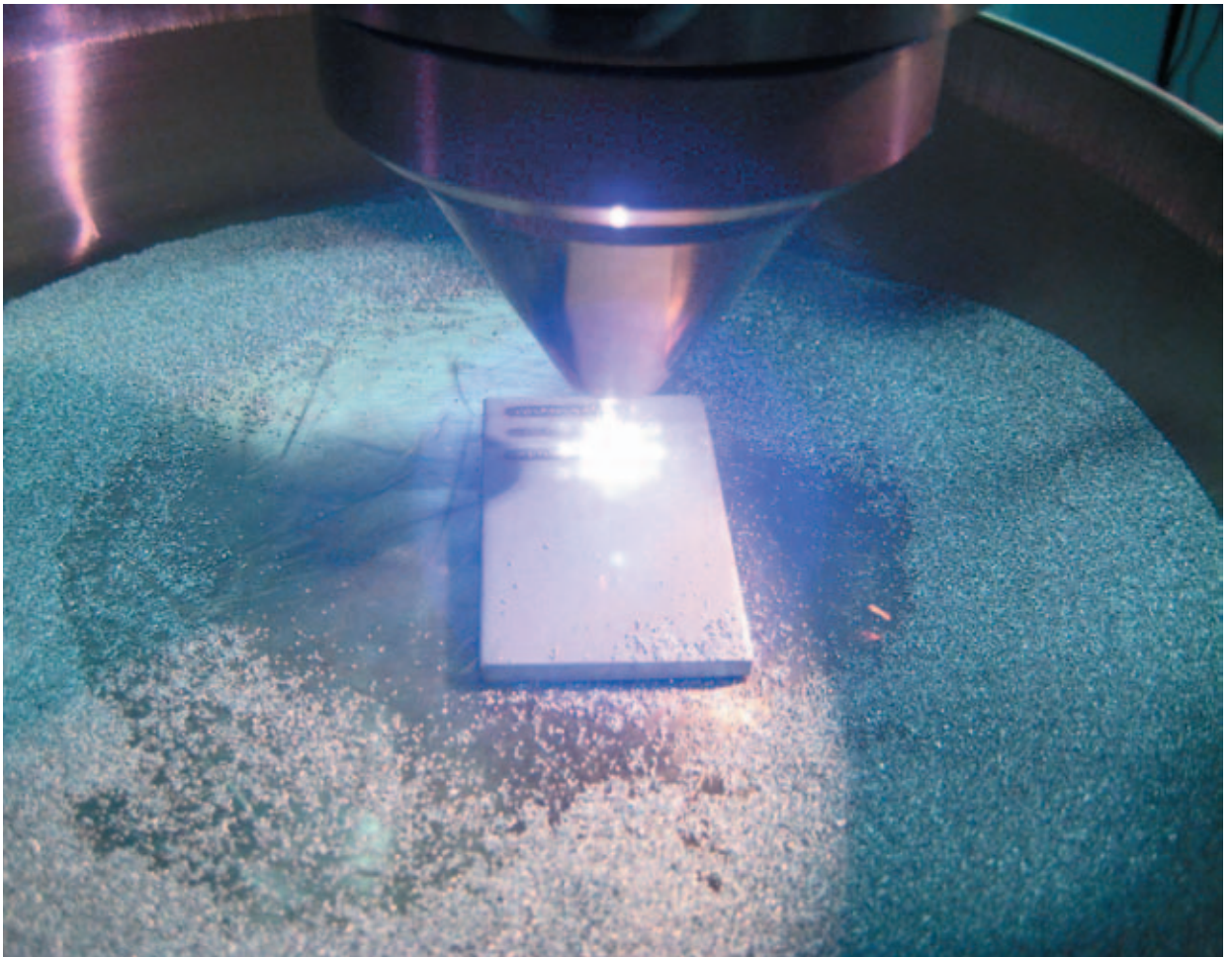
Moderne Dichtsyste^me

Für Flugzeuge und Kraftwerke sind hohe Ziele für die Verringerung von CO₂- und NO_x-Emissionen aus Gasturbinen festgelegt. Daraus ergeben sich große Herausforderungen hinsichtlich wirkungsvoller Dichtungen durch richtigen Einsatz von abrasiven Schichtsystemen auf den Spitzen von Turbinenschaufeln.

Die gegenwärtig auf dem Markt erhältliche Technologie für verschleißbeständige Beläge auf den Schaufelspitzen beruht hauptsächlich auf der Verwendung von abrasiven Partikeln aus kubischem Bornitrid, welche mit Hilfe einer patentierten Technologie in einer oxidations- und kriechbeständigen Matrixlegierung auf die Schaufel-

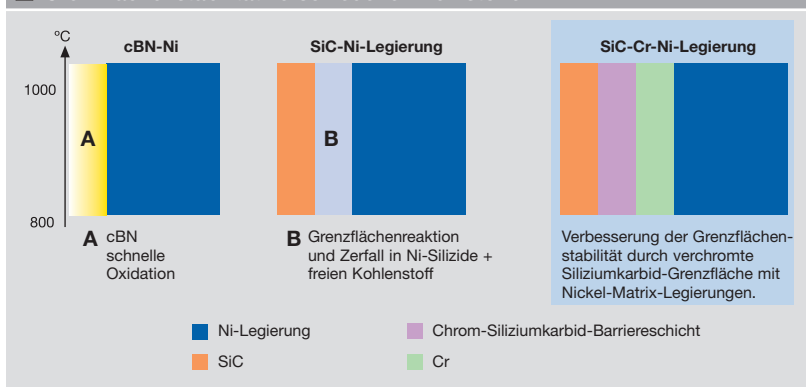
spitze aufgebracht werden. Kubisches Bornitrid ist einer der härtesten bekannten Werkstoffe nach dem Diamanten und stellt ein hervorragendes Schleifmaterial dar. Es hat jedoch den grossen Nachteil, dass es bei Temperaturen über 900°C schnell oxidiert und in der durchschnittlichen Turbinenumgebung nicht einmal 100 Stunden hält. Mehrere zu kubischem

Bornitrid alternative abrasive Werkstoffe wurden im Rahmen des von der Europäischen Union finanzierten ABRATIP-Programms (moderne Anstreifschichten und Schaufelspitzenbeschichtungen für Gasturbinen) unter aktiver Beteiligung von Sulzer Innotec, Sulzer Metco und mehreren Triebwerksherstellern untersucht.



Prüfmuster im Laserbeschichtungsprozess.

1 Grenzflächenstabilität verschiedener Werkstoffe



Zuverlässige Beschichtungen

Der einzige Kandidat, der eine gleichwertige Schnittleistung gegenüber keramischen Einlaufschichten aufwies, ist Siliziumkarbid, welches im Vergleich zu kubischem Bornitrid eine hervorragende Hochtemperatur-Oxidationsbeständigkeit besitzt [1]. Jedoch hat auch dieses von Natur aus eine thermodynamische Instabilität: Sobald es bei hohen Temperaturen mit Turbinenschaufel-Legierungen auf Nickelbasis in Kontakt kommt, zerfällt es. Es wurde jedoch weiter an einer Technologie auf der Basis von Siliziumkarbid gearbeitet, die es ermöglichen sollte, den Turbinenher-

stellern eine geeignete Lösung für die Schaufelspitzenproblematik anzubieten. Keramische Barrierschichten konnten nur mit begrenztem Erfolg auf Siliziumkarbid-Partikel aufgebracht werden, da diese bei thermischer und mechanischer Belastung aufgrund von großen Unterschieden in den Werkstoffeigenschaften zur Rissbildung an scharfen Ecken neigen. Weitere Arbeiten beschäftigten sich damit, eine besser angepasste Barrierschicht zu finden, wobei die Idee verfolgt wurde, eine reaktive Metallschicht wie z. B. Chrom aufzubringen. Damit sollte die Reaktivität von Siliziumkarbid neutralisiert werden.

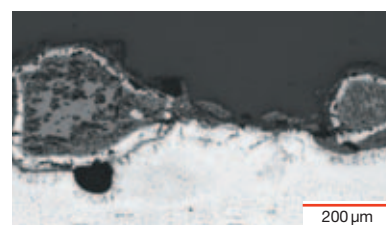
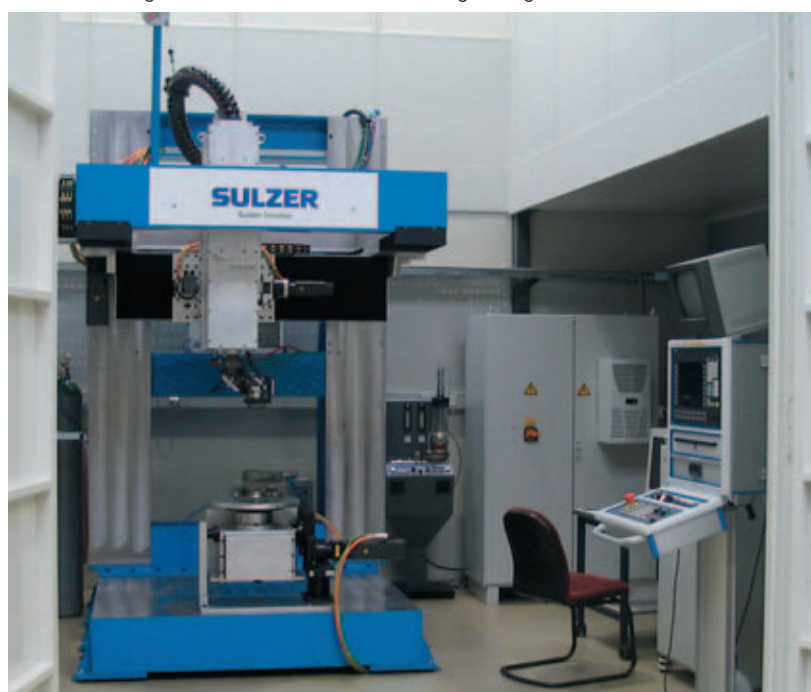
Eine thermodynamisch stabile Chrom-Siliziumkarbid-Barrierschicht bildet sich, wenn Chrom bei hohen Temperaturen mit Siliziumkarbid reagiert. Letztendlich wurden Chrom-Barrierschichten auf abrasive Siliziumkarbid-Partikel aufgebracht, die dann bei Versuchen, die Schaufelspitzen zu beschichten, verwendet wurden.

Neue Marktchancen

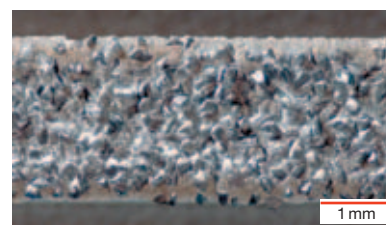
Sulzer Innotec unternahm Machbarkeitsversuche, das verchromte SiC mittels des geeignetsten Laserschweißbeschichtungsprozesses auf Standard-Turbinenschaufellegierungen aufzubringen. Es wurden gute Ergebnisse erzielt, bei welchen die Partikel erfolgreich eingebettet wurden, ohne dass es durch die Wärmezufuhr des Laserstrahls zu schweren Schäden an Partikelintegrität und verchromter Schicht kam. Versuche mit bestückten Schaufeln gegen keramische Einlaufschichten erbrachten gute Ergebnisse.

Das Forschungs- und Entwicklungsprogramm ist nun so weit abgeschlossen, dass die Produktentwicklung als zuverlässig in den Märkten des Triebwerk- und Kraftwerkbaus sowie der Reparaturdienstleister eingeführt werden kann.

Laser-Einrichtung bei Sulzer Innotec Laser Surface Engineering in Winterthur.



Schliffbild von mittels Laserbeschichtung aufgetragener verchromter SiC-Partikel.



Gegenwärtige Technologie für den Verschleißschutz von Schaufelspitzen: eine mit kubischem Bornitrid bestückte Schaufelspitze nach dem Eindringen in eine keramische Einlaufschicht.

Scott Wilson
 Thomas Peters
 Sulzer Innotec
 Sulzer Markets and Technology AG
 Sulzer-Allee 25, 8404 Winterthur, Schweiz
 Telefon +41 52 262 5186
 scott.wilson@sulzer.com
 thomas.peters@sulzer.com