



Lasergestützte Oberflächenbearbeitung

Bei der Herstellung von Bandstahl sind die eingesetzten Walzen äußerst aggressiven Umgebungsbedingungen ausgesetzt und müssen hohen Temperaturen in korrosiver Atmosphäre standhalten. Hinzu kommen mechanische Abnutzung und hohe Stoßlasten. Der britische Stahlhersteller Tata Steel setzt daher eine Laserbeschichtungsanlage ein, um die Walzen zu regenerieren und zu härten.

Häufig werden Maschinenteile, die hoher Abnutzung oder Korrosion unterliegen, aus chemisch hoch legierten Stählen hergestellt oder im verdeckten Lichtbogenauftragsverfahren mit martensitischen, nichtrostenden Stählen »hart« beschichtet, um die Lebensdauer zu erhöhen und damit die Durchsatzleistung der Fertigungslinien zu optimieren. Wartungsintervalle werden länger, ohne dass die Produktqualität beeinträchtigt wird.

Geschweißte Legierungen aus martensitischem, nichtrostendem Stahl weisen in der Regel eine gute Verschleiß- und

Korrosionsbeständigkeit auf. Sie sind allerdings in Fällen, in denen Metall zu stark auf Metall reibt, nicht geeignet

und verlieren bei hohen Temperaturen ihre mechanischen und korrosiven Eigenschaften. Bei lichtbogengeschweißten Legierungen aus martensitischem, nichtrostendem Stahl kommt es während des Schweißens ebenfalls zu einer Sensibilisierung an den Korngrenzen der Wärmeeinflusszonen und zur Ausscheidung von Chromkarbid. Im direkten Umfeld der Schweißung entstehen als Folge chromarme Zonen, die anfällig für lokale Korrosion sind.

In der Stahlbranche sind thermisch gespritzte Beschichtungen aufgrund der Flexibilität der anwendbaren Legierungen und Metall-Matrix-Verbundstoffen weit verbreitet. Allerdings weisen die mechanisch zusammengefügte Schnittstellen eine vergleichsweise geringe Festigkeit auf. Der praktische Nutzen in einer Umgebung mit hohen Beanspruchungen ist eingeschränkt, wenn nicht

nachträglich noch ein Flammstrahlen erfolgt.

Im Jahr 2009 wurde beim Stahlhersteller Tata Steel im britischen Port Talbot eine Anlage mit dem Ziel errichtet, ein Laserauftragsverfahren zu entwickeln, mit dem die für die Herstellung kritischen Bauteile so beschichtet werden können, dass sich deren Lebensdauer erhöht. In den Stahlwalzwerken werden Rollen von 0,3 bis 3,5 m Länge benötigt. Laserbeschichtete Bauteile haben nachweislich eine bis zu sechs Mal höhere Lebensdauer.

Seit der Installation der Laserbeschichtungsanlage in Port Talbot wurde der Prozess weiterentwickelt. Hierzu wurden unzählige Nickel-Kobalt- und Eisenlegierungen hinsichtlich ihrer Mikrostruktur, mechanischen Eigenschaften sowie Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit bewertet. Um die Be-

Die Autoren

Dr. Nick Longfield, Sam Lester (Tata Steel / Swansea University), Justin Griffiths (Tata Steel), John Cocker (Laser Trader), Christian Staudenmaier (Precitec), Gary Broadhead (LaserLine).

schichtungseigenschaften individuell an die einzelnen Anwendungsbereiche im Stahlwerk anpassen zu können, wurde eine detaillierte Verfahrensentwicklung notwendig.

Die ersten Ergebnisse aus den praktischen Versuchsreihen waren überaus ermutigend. Dabei zeigten die laserbeschichteten Bauteile eine beispiellose Verschleiß- und Korrosionsfestigkeit. Daher fiel die Entscheidung für den Bau einer auf den erwarteten Bedarf ausgelegten Produktionsanlage.

Laserbeschichtung bietet Vorteile

Das Laserbeschichten ist ein Verfahren, mit dem sich die Verschleiß-, Korrosions- und Stoßbeständigkeit von Bauteilen aus Metall erhöhen lässt. Dabei wird mit einem präzise fokussierten Laserstrahl hoher Leistung ein Schmelzbad erzeugt, dem Metallpulver zugeführt wird. Das Pulver wird in einem



Precitec Beschichtungskopf YC52 mit koaxialer Düse

Faseranschluss, wassergekühlt zum Anschluss des Lichtleiterkabels, das den Laserstrahl transportiert,

Kamera zur Prozessüberwachung der Stabilität des Schmelzbad und der Prozesstemperatur,

Schutzglaskassette, sie schützt Kollimator und Fokussieroptik vor Schweißspritzern und Schmauch,

Kühlkreislauf Düse, die Temperatur der inneren und äußeren Beschichtungsdüsen bleibt durch eine Wasserkühlung konstant,

Kupferdüsen, zwei Kupferdüsen leiten Pulver und Prozessgase zum Werkstück.

inerten Schutzgas transportiert und koaxial zum Laserstrahl eingeblasen. Aufgrund der Präzision des Laserstrahls lässt sich eine vollkommen dichte Beschichtung mit minimaler Aufmischung (< 5 %) und einem perfekten Metallver-

bund erreichen. Es können verschiedene Arten von Beschichtungen aufgebracht werden. Die Zusammensetzung der Komponenten richtet sich nach den Anforderungen der einzelnen Bauteile. Ein großer Vorteil des Laserbeschichtens ist

die Feinregelung der Wärmezufuhr. So ist das Auftragen einer zweiphasigen Metall-Matrix-Verbundstruktur möglich. Folgende Merkmale sind zu beachten:

- Die Matrix ist in der Regel eine Nickellegierung. Die Matrix ist zäh, dehnbar, stoßfest und bei höheren Temperaturen verschleißfest.
- Verstärkende Hartphase – in der Regel werden Wolframkarbid oder Titankarbid, Chromkarbid usw. verwendet. Durch die Feinregelung der Wärmezufuhr kann die Matrix vollständig



Laserbeschichtungsanlage in der Fertigung bei Tata Steel Strip Products UK.

schmelzen und sich mit der Substanzoberfläche verbinden. Die Keramikpartikel schmelzen nicht und werden gleichmäßig auf der Matrix verteilt. Es entsteht eine Beschichtung, die überaus verschleiß- und stoßfest ist. Das Verhältnis zwischen Hartphase und Matrix kann je nach Betriebsbedingungen angepasst werden: Je höher der Anteil der Hartphase, desto höher die Verschleißfestigkeit. Je niedriger der Anteil der Hartphase, desto höher die Stoßfestigkeit.

Weitere Vorteile des Verfahrens:

- Minimale Wärmezufuhr und folglich schnellere Abkühlung mit sehr feinen Mikrostrukturen und vernachlässigbarer Verformung,
- gewünschte metallurgische Zusammensetzung der Beschichtung in der 1. Schicht aufgrund minimaler Aufmischung,
- Hartmetallbeschichtungen mit außergewöhnlicher Endoberfläche (Möglichkeit des Beschichtens von Rollen und

Installation ohne mechanische Bearbeitung),

- vollständige metallurgische Bindung mit dem Substrat, die allen anderen Niedrigtemperatur-Spritzverfahren (HVOF, Kaltgasspritzen, D-Gun etc.) überlegen ist.

Ermittlung der Parameter

Beim Laserbeschichten sind verschiedene Parameter von Bedeutung. Besonders kritisch ist der Pulvermassenstrom.

Pulvermassenstrom die Dicke der Beschichtung, Härte und Aufmischung steuern.

Nach Festlegung der optimalen Parameter für eine einzelne Spur erfolgt die gesamte Abdeckung des Bereichs durch überlappende Spuren. Die Zahl der Überlappungen bestimmt die Dicke der Beschichtung zwischen 0,3 mm bis 3,0 mm bei einem Durchlauf.

Um die möglichen Vorteile des Laserbeschichtens gegenüber konventionellen Hartauftragschweißtechniken zeigen und quantifizieren zu können, wurden eine Reihe von Proben (hergestellt durch Laserauftragschweißen und verdeckte Lichtbogenauftragschweißung) von Tata Steel RD&T an der Sheffield University auf Verschleiß getestet. Die Abbildungen der Ergebnisse der bei niedrigen und hohen Temperaturen durchgeführten Verschleißtests zeigen deutlich die mit dem Laserbeschichtungsverfahren möglichen, signifikanten Verbesserungen der Verschleißbe-

ständigkeit gegenüber Standardmaterialien und sonstigen Härtingsverfahren.

Laserbeschichtungsanlage in der Fertigung

Standard-Bearbeitungsmaschinen zur Laserbeschichtung sind zwar am Markt verfügbar, aber bei Tata Steel fiel die Entscheidung für eine maßgeschneiderte Laserbeschichtungsanlage, die von Ingenieuren des Stahlherstellers selbst gebaut wurde. Das System basiert auf einem fasergekoppelten Diodenlaser von Laserline in Verbindung mit einem Beschichtungskopf des Typs YC52 von Precitec und einer Pulverzuführung mit Massenstromregelung der Firma Metallisation. Die Systemsteuerung übernimmt ein Fanuc-Roboter mit einer zusätzlichen 7. Achse, mit der zylindrische Bauteile bis zu einem Gewicht von 6 t und einer Länge von bis zu 3,5 m gedreht werden können. Die Maschinenbedienung und Steuerung erfolgt über ein Touchscreen-HMI.

Die Anlage läuft autonom. Die automatische Programmierung geschieht über den Roboter. Möglich ist dies durch die Integration eines Lasersensors zur Abstandsmessung, der die Bauteilgeometrie, die Start- und Stoppositionen und auch den Arbeitsabstand des Laserbeschichtungskopfs ermittelt. Damit wird sichergestellt, dass die Bediener des hochmodernen Prozesses nur wenig Schulung benötigen. Ein detailliertes Überwachungssystem gewährleistet die Prozessstabilität. Schäden werden bei einer unerwarteten Unterbrechung durch eine automatische Stop- und Rückfahrfunktion verhindert. Das Laserbeschichtungsverfahren besitzt beträchtliche Vorteile und erhöht die kritische Lebensdauer von Fertigungsbauteilen in der Stahlindustrie. Mit den heutigen Diodenlasersystemen hoher Leistung und dedizierten Laserbeschichtungsdüsen lässt sich ein stabiler Beschichtungsprozess bei Härtinganwendungen nun weitaus einfacher konzipieren und integrieren.

KONTAKT

Precitec GmbH & Co. KG

www.precitec.de