

Anwendungsfälle für das Lichtbogen-Metallspritzen

Dr. rer. nat. K. Primke, KDT, VEB Leichtmetallwerk Rackwitz im VEB Mansfeld-Kombinat „Wilhelm Pieck“ Eisleben

Vier wesentliche Gebrauchseigenschaften heben den Wert metallgespritzter Gleitlagerflächen gegenüber Kompaktlagerwerkstoffen besonders hervor:

- bis zu fünffache Lebensdauer
- sehr gute Notlaufeigenschaften
- bis zu 1,3fache Lagerbelastbarkeit
- um rd. 30 % niedrigere Reibungszahlen.

Bei gespritzter Keramik kommen neben extrem hoher Verschleißfestigkeit noch Vorteile hinzu, die sich aus der Widerstandsfähigkeit gegenüber kombinierter Beanspruchung durch Temperatur und Korrosion ergeben. Nachfolgend soll auf einige bedeutende Anwendungsfälle für das Lichtbogen-Metallspritzen eingegangen werden.

1. Einsatz von Pseudolegierungen

Mit Pseudolegierungen werden Spritzgefüge bezeichnet, die beim gleichzeitigen Verspritzen von unterschiedlichen Metallen entstehen, damit besondere Eigenschaften aufweisen und auf metallurgischem Weg nicht herstellbar sind. Mit einer Flamm-Duo-Spritzpistole oder mit einer Lichtbogen-Spritzpistole können z. B. gleichzeitig Spritzdrähte 50MnCrTi5 und S-CuSn6 verspritzt werden. Dadurch entsteht ein durch Drehen bearbeitbarer und hochbelastbarer Gleitlagerwerkstoff, der auf zahlreiche Verschleißteile von Triebfahrzeugen der Deutschen Reichsbahn aufgespritzt wird (z. B. Innenaufspritzungen für Achsgetriebegehäuse von Diesellokomotiven, Bild 1).

Technologische Angaben dieses Verfahrens:
Haftgrundvorbereitung: Strahlen mit Korund
Spritzen: 200 A, 35 V
Spritzabstand: 1. Schicht 50 mm,

weitere Schichten 80 mm

Schichtdicke: unbearbeitet bis 1,5 mm.

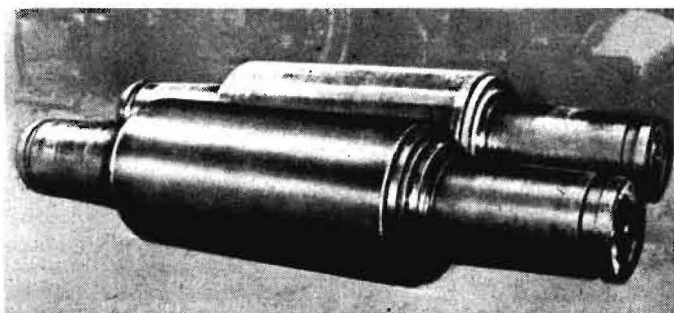
Da die Lagerbohrungen ausgeschlagen sind, bleiben nach der Bearbeitung unterschiedliche Schichtdicken bestehen. Um eine Bohrung mit einem Durchmesser von 320 mm und einer Tiefe von 80 mm zu spritzen, sind z. B. 20 min erforderlich.

2. Dünnschichtspritzen

Für einen Verschleiß bis zu 0,7 mm ist beim Lichtbogen-Metallspritzen die Haftfestigkeit der Spritzschichten ausreichend, wenn das

Bild 3

Stützwalzen eines Aluminiumfolien-Walzgerüsts mit gespritzten konischen Kegellagersitzen (VEB Leichtmetallwerk Rackwitz)



Werkstück durch Hartgußkies- oder Korundstrahlen vorbereitet wird. Im Bild 2 wird als Beispiel eine Antriebswelle des Strömungstriebes der Lokomotive V 106 vorgestellt, die an 6 Lagerstellen durch Dünnschichtspritzen (Schichtdicke 0,5 mm) regeneriert wird.

Technologische Angaben:

Spritzdraht: 110MnCrTi8

Arbeitszeit: Haftgrundvorbereitung 40 min,

Spritzen 75 min, Schleifen

168 min.

3. Spritzen von Lagersitzen auf Follenwalzen

Die konischen Sitze der vierreihigen Kegellager auf den Stützwalzen eines Aluminiumfolien-Walzgerüsts (Bild 3) unterliegen einem geringen Verschleiß und einer Freiriefenbildung durch das monatliche Abziehen der Lager. Dieser minimale Verschleiß wird durch Strahlen der Sitze mit Korund und Dünnschichtspritzen bis rd. 50 µm mit der Lichtbogen-Spritzpistole (Spritzdraht 110MnCrTi8) und Schleifen wieder behoben. Die Walzen aus Chromstahl mit 1,65 % Cr stellen bei einer Masse von 3 360 kg einen Wert von 32 000 M dar.

Wenn diese Möglichkeit des Regenerierens der Lagersitze nicht vorhanden wäre, müßten die Walzen bereits nach Ablauf der Hälfte ihrer effektiven Lebensdauer verschrottet werden. Jährlich werden 4 Walzen aufgearbeitet. Damit steht ein Nutzen von etwa 60 000 M folgendem Aufwand gegenüber:

- Haftgrundvorbereitung durch Strahlen rd. 1 h

- Spritzzeit je Zapfen 10 min

- Schleifen 3 h

- Gesamtaufwand 450 M je Walze.

4. Einsparen von Rotguß durch Schweißkonstruktion in Verbindung mit dem Metallspritzen

Bis zum Jahr 1954 wurden Schiffsplunger (Durchmesser 105 bis 150 mm, Länge etwa 600 mm) massiv aus Rotguß (85 % Cu, 9 % Sn, 6 % Zn) gefertigt (Bild 4a). Durch eine Verbundkonstruktion als geschweißter Grundkörper aus St42 mit einer 3 mm dicken Spritzschicht aus S-CuSn6 (Bild 4b) werden jährlich bei 150 Plungern 11 t Rotguß eingespart. Der Spritzdrahtverbrauch liegt je nach Plungergröße zwischen 7,1 kg und 10,3 kg, die Masse der gegossenen Plunger zwischen 20 kg und 42 kg.

5. Regenerieren von Verschleißteilen, bei denen Auftragschweißen untersagt ist

Lenkungsteile dürfen aufgrund der Kerbwirkung der Schweißnähte, eventuell verbunden mit Aufhärtungen, nicht geschweißt bzw. nicht auftraggeschweißt werden. Für das thermische Spritzen bestehen hier keine Bedenken, solange das Dünnschichtspritzen nach einer Haftgrundvorbereitung durch Strahlen eingesetzt wird. Jeder Spritzfacharbeiter mit der Ausbildungsstufe TS2 ist also in der Lage, Lenkungsteile zu regenerieren.

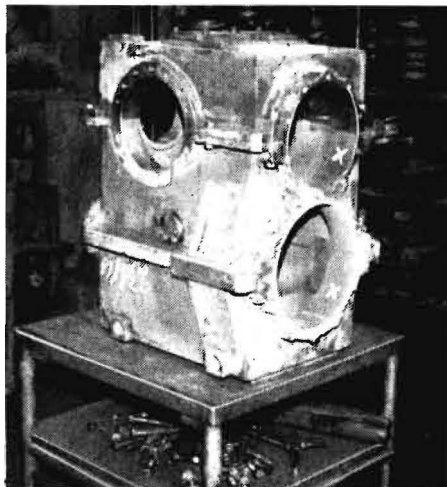
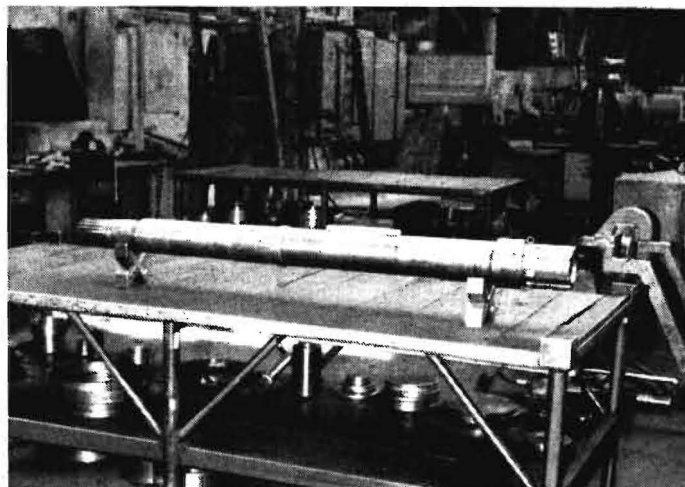


Bild 1

Innenaufspritzungen an Achsgetriebegehäusen von Diesellokomotiven; Spritzflächen mit x gekennzeichnet (RAW Karl-Marx-Stadt)

Bild 2

Abtriebswelle eines Strömungstriebes mit 6 dünnschichtgespritzten Lagerstellen (RAW Karl-Marx-Stadt) ▶



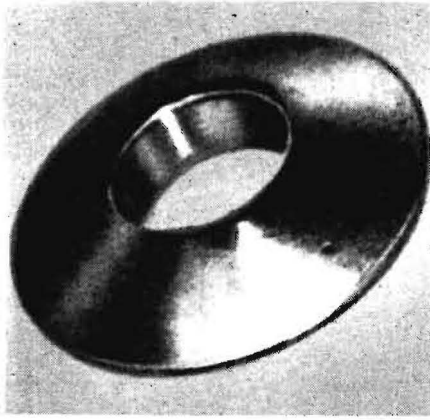


Bild 5
Drehpanne für Eisenbahnfahrge-
stelle mit
S-CuSn6-Spritzschicht

Bild 6
Mit Al_2O_3 flammge-
spritzte Heizschienen
für die Textilindustrie
(VEB Chemiefaserwerk
Wilhelm-Pieck-Stadt
Guben) ▶

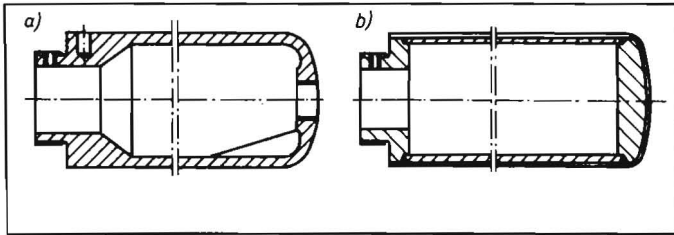
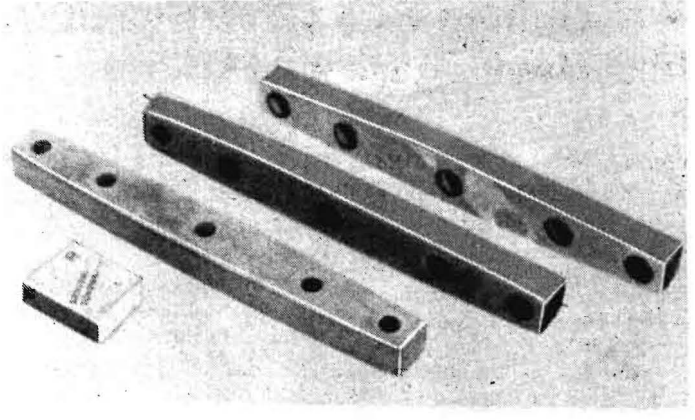


Bild 4
Schiffsplunger;
a) Gußkonstruktion,
b) Verbundkonstruktion

6. Regenerieren von Lichtmaschinenan- kern, Umformern und Drehzahlverstellern

Wenn die Lagersitze o. g. Baugruppen unzulässige Maßabweichungen durch Verschleiß aufweisen, ist das Regenerieren durch thermisches Spritzen (Dünnschichtspritzen) innerhalb kurzer Zeit möglich. Folgender Aufwand ist bei den genannten Teilen je Lagersitz erforderlich:

- Haftgrundvorbereitung 2 min
- Spritzen 3 min
- Drehen, Schleifen 25 min.

7. Einsparung von Bronze

Drehpannen für Eisenbahnfahrge-
stelle wurden bisher aus Massivbronze mit einer Masse von 37 kg hergestellt (Bild 5). Die Substitution sieht einen Stahlgrundkörper vor, dessen Gleitfläche mit einer 3 mm dicken S-CuSn6-Spritzschicht überzogen wird. Bei einem Spritzdrahteinsatz von 5,9 kg je Drehpanne werden 31 kg Bronze eingespart.

8. Thermisches Spritzen von Kurbelwellen

Neben der bisher durchgeführten Aufarbeitung von PKW-Kurbelwellen mit dem Flamm-spritzverfahren konnte im Jahr 1980 nach umfangreichen Untersuchungen das Spritzen der Lagersitze von Dieselmotor-Kurbelwellen durch Lichtbogen-Metallspritzen eingeführt werden.

Die Spritzarbeiten werden auf einer teilautomatisierten Spritzmaschine mit dem Spritzdraht 110MnCrTi8, der den geringsten Verschleiß ergab, ausgeführt. Für 2500 regenerierte Kurbelwellen ergab sich ein Nutzen von 4,7 Mill. M.

9. Keramik als Verschleißschutz

Keramik kann durch Flammpulver- oder Plasmaspritzen auf Verschleißteile aufgetragen werden. Am Beispiel der Heizschienen (Bild 6), deren Gleitflächen bis zum Jahr 1974 hartverchromt wurden, sollen die sehr guten Verschleißigenschaften verdeutlicht werden. Der Titandioxid enthaltende Polyesterfaden gleitet über die Heizschiene und nimmt dabei eine Temperatur zum Verstrecken von 150°C an.

Durch die Reibung des Fadens verschleiß die Hartchromschicht und mußte alle 6 Wochen regeneriert werden. Durch Anwenden des Flammpulverspritzens wird eine rd. fünffache effektive Lebensdauer der Heizschienen erreicht.

Technologischer Ablauf:

- Entfetten
- Korundstrahlen
- Vorspritzen einer etwa 100 µm dicken Haftschicht aus MPA 551 (Ni70Cr18B3Si2W4)
- Aufspritzen von etwa 300 µm Al_2O_3 (F23)
 - Spritzabstand 100 mm
 - Spritzzeit 10 min
 - Flammpulver-Pistole KMP 64/1 mit einer Spritzleistung von 1 kg/h
 - Oberflächenrauigkeit nach dem Schleifen $\leq 10 \mu m$.

Weitere Beispiele mit Keramikverschleißschutzschichten sind u. a.:

- Fadenführungen und Bremsgabeln für Textilmaschinen
- Verschleißelemente von Papiermaschinen
- Walzen und Streckrollen in der Textilindustrie
- Brattiegel
- Lötvorrichtungen (die auf Verschleiß und Temperaturen bis 1200°C beansprucht werden)
- Verdichtergehäuse
- Stahlplunger.

10. Verschleiß- und Korrosionsschutz

Hartverchromte Leimauftragwalzen korrodieren in wenigen Monaten durch Pittingbildung. Nach dem Raughewindedrehen und Korundstrahlen wurde mit der Lichtbogen-Spritzpistole K 9/1 Spritzwerkstoff X8CrNi26.20 bis zu einer Schichtdicke von 2,5 mm aufgespritzt. Für die Walzen mit Ballenlängen von 1030 mm und Durchmessern von 130 mm ist eine Spritzzeit von 70 min erforderlich. Die Lebensdauer der gespritzten Walzen beträgt mehr als 2 Jahre.

Ist der Auftragwerkstoff edler als der Grundwerkstoff, so erfolgt bei Durchdringen des Agens eine Unterrostung der Spritzschicht. Deshalb müssen Spritzschichten eine bestimmte Dicke aufweisen, damit keine zum

Grundwerkstoff durchgehenden Poren entstehen. Die erforderlichen Mindestschichtdicken betragen für rostfreie Stähle 1,5 mm, für Kupfer infolge des dichteren Gefüges 0,8 mm, für Zinn, Blei, Nickel etwa 0,4 mm.

11. Korrosionsschutz von Stahlbauobjekten

Ein großes Anwendungsgebiet hat das thermische Spritzen beim Korrosionsschutz von Stahlbauobjekten. In großem Umfang werden u. a. Brücken, Krane, Schleusen, Maste, Fernseh-türme, Wassertürme, Chemieanlagen, Hallentore, Blechschorneusteine und Fassadenelemente durch Aufspritzen von Zink und/oder Aluminium vor Korrosion geschützt. Je nach Beanspruchung werden die Schichtdicken von etwa 120 µm bis 400 µm variiert. Zusätzliche Anstriche — Spritzschichten sind ein idealer Haftgrund — verlängern die Lebensdauer des Schutzüberzugs erheblich. Eine sehr hohe Lebensdauer wird durch die Kombination von Zinkunterspritzung (80 bis 200 µm), darauf Aluminiumspritzung (250 µm), und 3- bis 5schichtigen Anstrich erreicht.

Nach der Gleichung

$$L_{\text{Kombination}} = (L_{\text{Spritzschicht}} + L_{\text{Anstrich}}) \cdot (1,5 \dots 2)$$

(L Lebensdauer) werden Lebensdauerwerte von 50 Jahren und darüber erreicht, wenn in bestimmten Zeitabständen von 7 bis 12 Jahren Überholungsanstriche (ohne erforderliche Entrostung) erfolgen.

Die Kosten eines solchen Schutzes liegen zwar anfangs mindestens doppelt so hoch wie bei einer ausschließlichen Anstrichbeschichtung, gleichen sich nach 15 bis 16 Jahren durch den erhöhten Pflegeaufwand bereits aus und verschieben sich danach bis zum 3fachen nach 50 Jahren zugunsten der Schichtkombination. Die Auftragleistungen liegen bei Flamm-Handspritzpistolen bis 2,5 kg/h ($\triangleq 4 \text{ m}^2/\text{h}$), bei Lichtbogen-Spritzpistolen zwischen 10 kg/h und 21 kg/h ($\triangleq 15 \text{ bis } 30 \text{ m}^2/\text{h}$).

12. Zusammenfassung

Anhand einiger Beispiele wurden Anwendungsmöglichkeiten des Lichtbogen-Metallspritzens zum Verschleißschutz mit ihren Vorteilen anderen Verfahren gegenübergestellt. Auf die Bedeutung des thermischen Spritzens im Korrosionsschutz und die hohe erzielte Qualität des Schutzes wurde hingewiesen.

A3107