

Anwendungsorientierte Auftragschweißprozesse und –methoden

Metody i procesy napawania w praktyce

Kurzfassung

Das Entwickeln und die Bewertung der Möglichkeiten neuer und modifizierter Beschichtungs-technologien mit geringer Aufmischung sowie deren Umsetzung an geeigneten Bauteilen ist Gegenstand dieses Beitrages.

Dabei wurden verschiedene Prozesse bzw. Stromquellen in die Untersuchungen einbezogen. So sind das Auftragschweißen mit neuartigen MSG-Prozessen, die hinsichtlich eines aufgeprägten Lichtbogenverhaltens ein verändertes Abschmelzverhalten, einen geringeren Energieeintrag und in der Folge einen aufmischungssarmen Prozess erwarten lassen, wie das MSG-Wechselstrom-Auftragschweißen und die Nutzung gesteuerter Kurzlichtbogenprozesse untersucht worden.

In der Vortrag wurde folgende Schwerpunkte beschrieben: die Lichtbogenschweißprozesse, die Schweißprozesse zum Auftragschweißen, neue Schweißstromquellen zum Auftragschweißen, das Plasma-Pulver-Auftragschweißen und die Auftragschweißungen an Graborganen von Tagebau-großgeräten.

Streszczenie

Tematem pracy jest rozwój i ocena możliwości nowych i zmodyfikowanych technologii nanoszenia warstw z niewielkim wymieszaniem materiałów, jak również zastosowanie ich na odpowiednich częściach maszyn. Omówiono w tym celu różne procesy i źródła prądu. Przeanalizowano metodę GMAW, która dzięki precyzyjnemu sterowaniu łukiem umożliwia zmianę warunków stapiania, mniejsze obciążenie cieplne, a w rezultacie mniejszy współczynnik wymieszania. Wypróbowano też napawanie metodą GMAW prądem przemiennym oraz zastosowanie sterowanego procesu napawania łukiem krótkim.

Główną uwagę w pracy zwrócono na procesy spawania łukowego, spawalnicze procesy napawania, nowe źródła prądu do napawania, napawanie plazmowe prozkami oraz na przykłady zastosowania napawania do wielkogabarytowych narzędzi maszyn roboczych w kopalni odkrywkowej.

Einleitung

Als Merkmale zur Bewertung der Qualität eines auftraggeschweißten Produktes dienen kennzeichnende Größen, wie die Schichtdicke und die Schichtqualität, die Oberflächenhärte, bzw. die Verschleiß- und/oder Korrosionsbeständigkeit, der Aufmischungsgrad und gegebenenfalls die Schichtoberfläche. In einem Beitrag von [1] wurden Anforderungen an Panzerungen von Armaturen in Abhängigkeit des Einsatzbereiches beschrieben, und es werden die Beurteilungskriterien erläutert.

Beim Auftragschweißen ist die Güte der erzielbaren Schicht, wie bereits beschrieben, abhängig von der Aufmischung [2]. Reine Schweißguteigenschaften werden dabei angestrebt. Die Auswahl des Verfahrens nimmt Einfluss auf die Qualität einer Auftragung. Aufmischung und Abschmelzleistung unterschiedlicher Prozesse werden in Tabelle I gegenübergestellt. Neben den typischen, prozessabhängigen Aufmischungsgraden ist durch die Wahl der Technologie und der Prozessparameter eine teilweise erhebliche Einflussnahme auf die Aufmischung möglich. Zur Beurteilung der Aufmischung sind die Einbrandverhältnisse durch eine metallografische Untersuchung nachzuweisen.

Das Fülldrahtauftragschweißen erfolgt mit kommerziellen Gleichstromquellen in den bekannten Lichtbogenarten, und die meisten Schweißzusätze werden am Pluspol verschweißt. Eine bekanntermaßen mögliche Minuspolschweißung hätte eine

Dipl.-Ing. (FH), Jörg Herrmann SFI, EWE
– SLV Halle GmbH, Halle, Germany.

geringere Aufmischung zur Folge, lässt sich jedoch nicht problemlos mit allen Schweißzusätzen realisieren.

In [3] wird über die Entwicklung von Drähten für das Auftragen von Automobilteilen berichtet. Beschichtet werden mit den Neuentwicklungen Kurbel- und Nockenwellen. Die Torsionsfestigkeit an Kurbelwellen ist um 1,8÷2,8-mal größer als beim Auftragen mit herkömmlichen Elektroden.

In [4] wird über Verschleißschutz durch Einsatz von Wolframcarbid berichtet. Die metallurgischen Eigenschaften und Besonderheiten des Wolframcarbids bei der schweißtechnischen Verarbeitung aus anwendungsorientierter Sicht standen im Vordergrund.

Da der Anteil primär ausgeschiedener arteigener Hartphasen bei den konventionellen Hartlegierungen (Eisen-, Nickel- und Kobaltbasis) metallurgisch begrenzt ist, stoßen diese Zusätze bei erhöhten Anforderungen an ihre Leistungsgrenze, so dass Wolframcarbid an Bedeutung gewinnt.

Der Vortrag beinhaltet folgende Schwerpunkte:

- Lichtbogenschweißprozesse
- Schweißprozesse zum Auftragschweißen
- Neue Schweißstromquellen zum Auftragschweißen
- Plasma-Pulver-Auftragschweißen
- Auftragschweißungen an Graborganen von Ta- gebaugroßgeräten

Kriterien für die Auswahl eines Prozesses zum Auftragschweißen können sein:

- Einsatzfallbedingte Anforderungen an die Schichten (Oberfläche, Härte, Verschleiß, Korrosionsverhalten),
- Preise der Schweißzusätze (Legierungszuschläge),
- Verringerung des Aufmischungsgrades,
- Kostengünstige Beschichtungsverfahren

Untersuchungen

Das Entwickeln und die Bewertung der Möglichkeiten neuer und modifizierter Beschichtungstechnologien mit geringer Aufmischung sowie deren Umsetzung an geeigneten Bauteilen ist Gegenstand dieses Beitrages.

Dabei wurden verschiedene Prozesse bzw. Stromquellen in die Untersuchungen einbezogen. So sind das Auftragschweißen mit neuartigen MSG-Prozessen, die hinsichtlich eines aufgeprägten Lichtbogenverhaltens ein verändertes Abschmelzverhalten,

einen geringeren Energieeintrag und in der Folge einen aufmischungsarmen Prozess erwarten lassen, wie das MSG-Wechselstrom-Auftragschweißen und die Nutzung gesteuerter Kurzlichtbogenprozesse untersucht worden.

Prozesstechnische Bewertungen

Abbildung 1 zeigt zu untersuchende Beschichtungsprozesse sowie deren charakteristische Merkmale und bisherige Anwendungsbereiche. Weiterhin sind die Vorteile der einzelnen Prozesse und die von den Entwicklern beschriebenen typischen Anwendungsfelder dargestellt.

Dabei ist bekannt, dass der PTA-Prozess die Vorteile einer aufmischungsarmen Beschichtung in Verbindung mit einer guten Anpassung an den Beanspruchungsfall ermöglicht. Das wird vor allem durch eine breite Auswahl an Pulvergemischen möglich, die jedoch einen entscheidenden Kostenfaktor darstellen kann.

Weitere gesteuerte Kurzlichtbogenprozesse sind in jüngster Zeit bis zur Marktreife entwickelt worden, so dass sich diese Schweißgeräteentwicklungen für Untersuchungen anbieten. Abbildung 2 stellt dazu eine Übersicht dar.

Es wurden nicht alle Schweißstromquellen- und Techniken in die Untersuchungen einbezogen [5]. So wurde der sog. ColdArc-Prozess (EWM) nicht weiter untersucht. Er bezeichnet einen wärmeminierten, digital kontrollierten Kurzlichtbogen, wobei der Tropfenübergang mittels hochdynamischer Inverterschaltung in Verbindung mit einer sehr schnellen digitalen Prozessregelung derart kontrolliert wird, indem die Leistungsspitze beim Wiederründen des Lichtbogens drastisch vermindert wird.

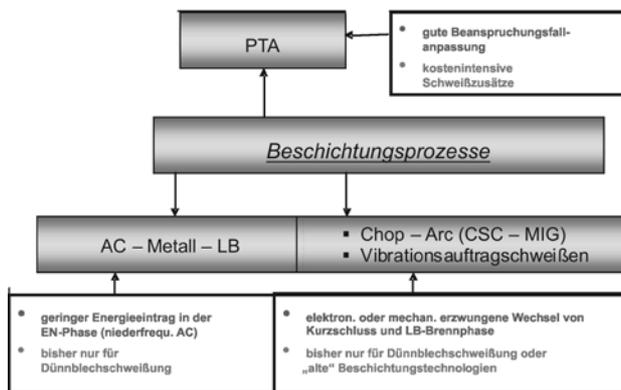


Abb. 1. Auftragschweißprozesse – Vergleich
Rys. 1. Porównanie metod napawania

Tabelle I. Aufmischungen und Abschmelzleistungen unterschiedlicher Schweißprozesse [6]

Tablica I. Wymieszanie i wydajność stapiania dla różnych metod spawania [6]

Verfahren	Autogen	WIG	PPA	MIG	MIG-Kalt-draht	Metall- Licht- bogen	UP-Draht	UP-Band
Aufmischung, %	0,1-20	7-20	2-20	10-20	5-15	20-35	30-40	5-20
Abschmelzleistung, kg/h	0,8	2	15	8	8	15	12	18

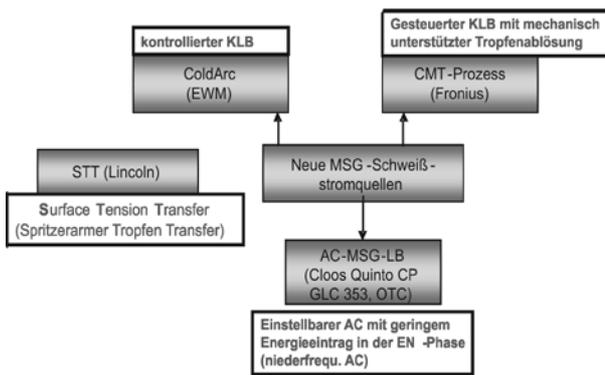


Abb. 2. Neue MSG-Schweißstromquellen
Rys. 2. Nowe źródła prądu do spawania metodami GMAW

Die Folge davon ist ein spritzerfreier, wärmemini- mierter Fügeprozess mit reduzierter Wärmeinbringung und nahezu leistungslosem Werkstoffübergang mit einem geringen Materialverzug. Der Werkstoff- übergang erfolgt ohne mechanische Unterstützung durch den Drahtantrieb und damit möglicherweise verbundenem Schlupf oder Verschleißverhalten. Bisherige Anwendungen zielen auf das wärmemini- mierte Löten mit niedrigschmelzenden Zusatzwerk- stoffen auf Zink-Basis, die Herstellung von Mischver- bindungen und das Fügen dünnster Bleche ab

STT-Auftragschweißen

Durch den Einsatz einer INVERTECâ STTÔ Stro- mquelle der Fa. Lincoln (Surface Tension Transfer – vom Hersteller mit Spritzerarmer Tropfen Transfer übersetzt), die im Kurzlichtbogenbereich optimierte und geregelte Tropfenübergänge ermöglicht, sind im Rahmen dieser Untersuchungen Parameter für ein Auftragschweißen mit geringem Energieeintrag be- wertet worden.

Das wird möglich, weil die Steuerung der Kurz- schluss-, Pinch-, Rückbrand- und Grundstrompha-

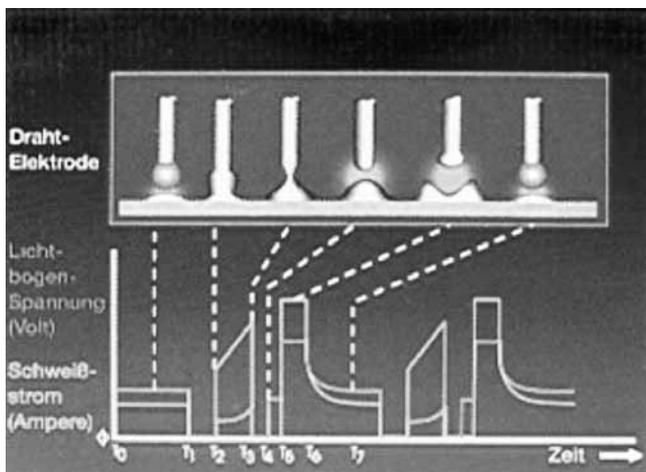


Abb. 3. U-I-t-Verlauf beim gesteuerten Kurzlichtbogenschweißen (STT) [7]

Rys. 3. Przebieg parametrów U-I-t w metodzie spawania STT [7]

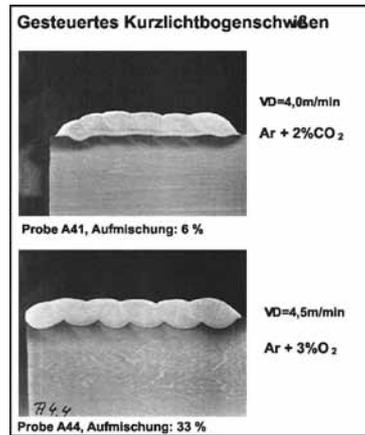


Abb. 4. Vergleichende Makroschliffbilder
Rys. 4. Porównanie makrostruktury napojin

se realisierbar ist und die Effekte dieser Kenngröße- nvariationen untersucht wurden. Im STT Modus wird die Lichtbogen-Spannung elektronisch kontrolliert, um den sofortigen Anforderungen des Lichtbogens während des gesamten Schweißvorganges zu ent- sprechen. Hierfür findet eine neue Generation von Inverterstromquellen Anwendung, die weder eine Konstantspannungs- (CV) noch Konstantstromquel- le (CC) darstellt [7].

Eine Übersicht der in der Lichtbogenphase ablau- fenden Vorgänge wird in Abbildung 3 dargestellt.

Abbildung 4 zeigt vergleichend die Makroschliff- bilder mit den Aufmischungsgraden, die mit einem Schweißzusatz CoCr28W4C1.1 erzielt wurden.

Im direkten Vergleich A41 mit einer konventionel- len Auftragschweißung wurde durch das gesteuerte Kurzlichtbogenschweißen der Aufmischungsgrad von 21% (konventionell) auf 6% reduziert. Den gro- ßen Einfluss der Prozessparameter und der Schutz- gaszusammensetzung zeigt Makroschliffbild A44. Die Technologie führt durch die Verwendung eines Schutzgasgemisches Ar mit 3% O₂ beim gesteu- erten Kurzlichtbogenschweißen zu einem Aufmi- schungsgrad von 33%.

AC-MSG-Auftragschweißen

Üblicherweise werden bei MSG-Prozessen die Anschlüsse auf der Ausgangsseite der Schweißstro- mquelle so vorgenommen, dass die Elektrode posit- ive Polarität hat. Ein Anschluss mit der negativen Po- larität an der Elektrode wird nur in seltenen Fällen angewendet, wie z. B. für Schweißungen im Dün- nblechbereich oder gegebenenfalls zum Auftrag- schweißen.

Der AC-MSG-Prozess ist dadurch gekennzei- chnet, dass zum Zeitpunkt des Polaritätswechsels von positiv nach negativ und umgekehrt der Licht- bogen neu gezündet werden muss. Als Folge dar- aus sind die Anwendungsfälle sehr selten, in denen beim Verschweißen großer Werkstückdicken mit ho- hen Strömen konventionelle AC-Schweißmaschinen

(Thyristor gesteuert) mit zusätzlicher Zündeinheit für den Lichtbogenwiederstart eingesetzt werden oder in denen ein hoher finanzieller Aufwand für den Einsatz eines Multielektroden-systems aufgebracht wird, um magnetische Blaswirkung zu vermeiden [8].

Da beim AC-MSG-Prozess die Polarität zwischen negativer und positiver Elektrodenpolung ständig gewechselt wird, spielt das Wiederezünden des Lichtbogens beim Polaritätswechsel eine entscheidende Rolle für die Stabilität des Lichtbogens. Aus diesem Grund wird beim Wechsel der Polarität ein mehrere Mikrosekunden dauernder Hochspannungsimpuls von einigen hundert Volt gegeben, um den Lichtbogen schneller wieder zu zünden [8].

Ähnlich wie bei DC-Puls-Schweißen wird beim AC-Puls-MSG-Prozess ein Tropfen durch die elektromagnetischen Einschnürkräfte (Pinch-Effekt) der Pulsspitze, die in der EP-Phase (positive Polarität der Elektrode) liegt, abgelöst. Man kann hier also von „Ein-Zyklus, Ein-Tropfen-Übergang“ sprechen, bei dem ein Tropfen vom Draht abgelöst und in das Schmelzbad kurzschlussfrei in Synchronisation mit der AC-Frequenz übertragen wird. So kann bei diesem Prozess durch Änderung der EN-Rate (negative Polarität der Elektrode) die Wärmeeinbringung

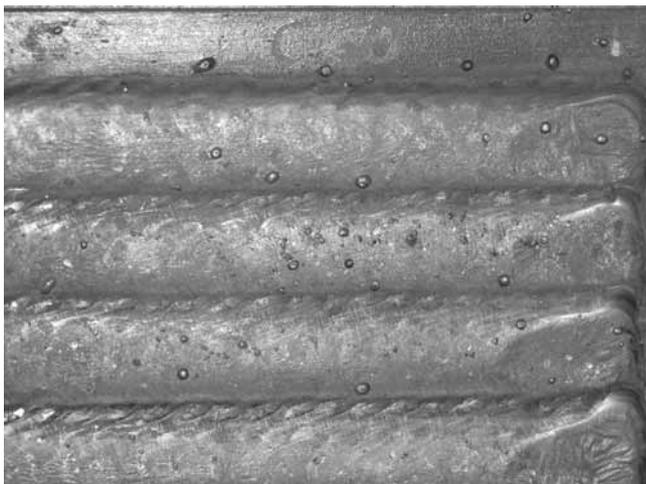


Abb. 5. Nahtoberfläche Pendelraupen

Rys. 5. Powierzchnia napoiny wykonanej ruchem wahadłowym

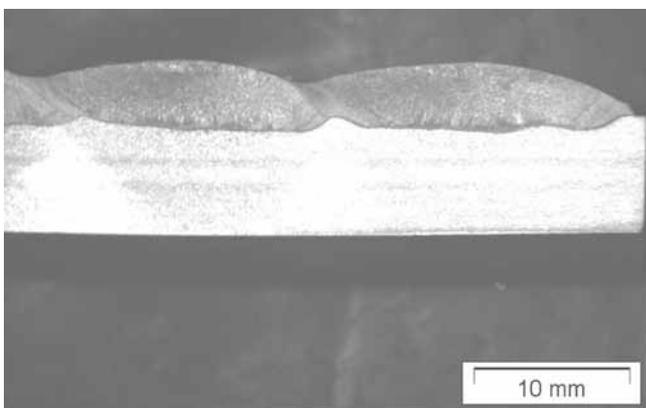


Abb. 6. Makroschliffbild Pendelraupen

Rys. 6. Makrostruktura ściągów wahadłowyc

in das Werkstück kontrolliert werden. Das bedeutet auch, dass der Nahtaufbau, der Einbrand und die Nahtbreite kontrollierbar sind. Mit der Erhöhung der EN-Rate gehen ein Absinken der Einbrandtiefe, ein höherer Nahtaufbau und eine schmalere Nahtbreite einher.

Die verwendete GLC 353 Quinto CP (Current Profile) lässt sowohl eine strom-, spannungs- oder kombiniert geregelte EN-Phase zu. Als Weiterentwicklung dieser Technik wird der Typ Quineo Champ CW angeboten. Die Schweißversuche erfolgten als Auftragschweißungen am Rohr und an ebenen Blechen.

Als Schweißzusätze für diese Versuche wurden Fülldrähte für verschiedene Beanspruchungsarten in den Abmessungen $\varnothing = 1,2$ mm und $\varnothing = 1,6$ mm verwendet. Es kamen folgende Legierungstypen zum Einsatz:

1. FeW5Cr3V1C0,3 (\varnothing 1,2 mm)
2. NiCrBSi-62%WSC (\varnothing 1,6 mm)
3. FeCr22Nb7C5,2 (\varnothing 1,2 mm)

Es wurden flächige Beschichtungen mit dem unter Punkt 3 aufgeführten Fülldraht ausgeführt. Die Blechdicken betragen $t = 8$ mm und $t = 5$ mm und es wurden sowohl Zug- als auch Pendelraupen geschweißt. Abbildung 5 zeigt die Oberfläche der Beschichtung, die mit dem o. g. Schweißzusatzwerkstoff erfolgte. Es konnte eine gute Qualität der Nahtoberfläche erreicht werden; allerdings war der Prozess durch eine relativ starke Spritzerbildung gekennzeichnet.

Von den geschweißten Proben der Zug- und Pendelraupen wurden Makroschliffe angefertigt. Abbildung 6 zeigt das Makroschliffbild der mit Pendelraupen geschweißten Proben. Es wurde eine max. Schichtdicke von 4,0 mm mit einem Aufmischungsgrad von AG = 16,3% erreicht, der üblicherweise kommerziell geschweißt bei 30÷35% liegt. Die Beschichtung zeigt keine inneren Fehler.

Ein ähnlich gutes Ergebnis zeigte sich beim Auftragschweißen mit Zugraupen. Es wurde dabei mit einem definierten seitlichen Versatz von 5 mm gearbeitet. Die aufgetragene Schichtdicke ist mit max. 3,2 mm im Vergleich zur Pendelraupe geringer. Nur unwesentlich höher ist der Aufmischungsgrad mit AG = 17,0%.

CMT-Prozess

Der CMT-Prozess wurde für vollmechanische oder automatisierte Anwendungen als spezielle MSG-Kurzlichtbogenschweißung entwickelt. Zur Verringerung des Aufmischungsgrades sind Prozesse, die einen geringen Energieeintrag in das Bauteil bewirken, von Interesse. Aus diesem Grund erscheint eine mechanisch unterstützte Tropfenablösung mit „kaltem Werkstoffübergang“ für diesen Anwendungsbereich als geeignet.

Tabelle II. Versuchsauswertung
Tabela II. Dane eksperymentalne

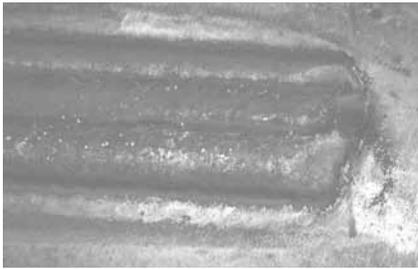
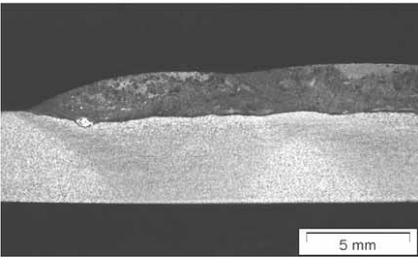
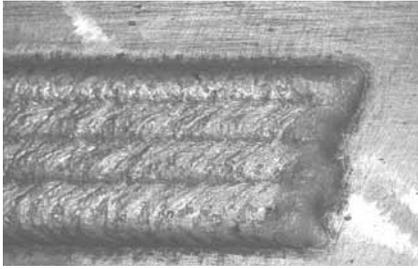
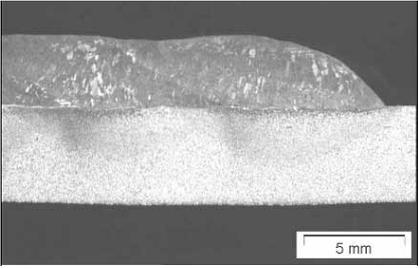
Nahtoberfläche	Makroschliff	Bewertung
		AG = 10-16% Pendelraupe FeCr22Nb7C5,2
		AG = 4-7% Pendelraupe CoCr28W4C1.1

Tabelle II zeigt die Versuchsauswertung in Form der Darstellung der Nahtoberfläche, des dazugehörigen Makroschliffes und des Aufmischungsgrades. Die Proben für die Makroschliffe wurden jeweils an der gleichen Stelle entnommen. Es werden sehr geringe Aufmischungsgrade (4 bis 16%) erreicht. Bei Auftragsraupen mit kleinem Nahtwinkel besteht vor allem an den Übergängen zur nächsten Raupe die Gefahr von Bindefehlern. Die Versuche wurden mit Fülldrähten mit einem \varnothing 1,2 mm durchgeführt.

Folgende Zusätze wurden verwendet:

1. FeCr22Nb7C5,2 (\varnothing 1,2 mm)
2. CoCr28W4C1.1 (\varnothing 1,2 mm)
3. CuSi3MnAl (\varnothing 1,2 mm)

Auftragschweißen an Graborganen für Tagebaugroßgeräte

Verschleiß und Instandhaltung im Bergbau

Der Verschleiß im Braunkohlentagebau ist sehr vielschichtig und entsteht beim Abbau von Braunkohle und Abraum. Dabei kann die Bodenqualität des Abraums (Sand, Kies, Ton, Quarzit...) einen entscheidenden Einfluss auf den Verschleiß haben. Er bezieht sich häufig auf Abrasivverschleiß und entsteht sowohl an den Fördersystemen wie Eimerketten- oder Schaufelradbagger als auch an Absetzern und Bandanlagen. Obwohl viele Erfahrungen zum Verschleiß im Tagebau, der z.B. an Raupenfahrwerken (Bodenplatte, Schake, Schakenbuchsen u. -bolzen) oder an Baggerschaufeln vorkommt [9] vorliegen, werden die Betreiber durch die ständig wechselnden geologischen Bedingungen mit neuen Gegebenheiten konfrontiert.

Für die im Tagebau eingesetzten Geräte und Anlagen werden Baugruppen und Einzelteile aus den verschiedensten Legierungen, auch als Guss- oder Schmiedeteile, eingesetzt. Neben kaltverfestigenden und naturharten Legierungen werden auch Teile nach der Herstellung durch den Betreiber oder Fremdfirmen mit einem vorbeugenden Verschleißschutz versehen.

Das autogene Auftragschweißen mit Pulver und/oder Röhrchenstab oder umhüllten Kernstab stellt auch heute noch zur Reparatur oder zur Beschichtung von kleineren Bauteil wie Baggerzähne eine weitverbreitete Verschleißschutzmaßnahme dar. Ebenso speziell für die Vorort-Reparatur wird das Elektroden-Handauftragschweißen eingesetzt.

Für das großflächige Auftragschweißen von z.B. Schleißplatten oder Walzen, werden das Open-Arc- und das Plasma-Pulver-(PTA)-Auftragschweißen eingesetzt. Beim Open-Arc-Auftragschweißen ist die Vermischung zwischen Grundwerkstoff und Beschichtung und liegt je nach Legierung und Betriebsbedingungen zwischen 10÷20% in der ersten Lage, während sich die Schichtdicke im Bereich zwischen 3-5 mm bewegt. Die typischen Legierungen hoch Cr- und C-haltigen Legierungen mit dem Legierungskurzzeichen Fe 14 – Fe 16 sind in auch hinsichtlich der Anforderungen und möglicher Anwendungsbeispiele definiert [10].

Das PTA-Auftragschweißen hat in den letzten Jahren im Zeichen der wachsenden Automatisierung vieler Fertigungsprozesse sowie der Qualitätssicherung zunehmend an Bedeutung gewonnen. Hiermit können durch die verfahrensspezifischen Vorteile qualitativ hochwertige Schutzschichten mit Vermischungswerten unter 10% (je nach Abschmelzleistung und Schweißzusatz) erzielt werden. Die Abschmelzleistungen betragen bei WSC-haltigen

Schweißzusätzen auf Ni-Basis mittlerweile über 20 kg/h. Im Hochleistungsbereich kommen vor allem NiBSi-Legierungen (zum Teil mit Cr) mit 60% WSC zum Einsatz. Das Verfahren ist im Vergleich zum Fülldrahtschweißen sehr aufwendig und kostenintensiv. Schlecht zugängliche Bereiche sind nur bedingt zu beschichten. Hier ergänzen sich das PTA und das Fülldrahtschweißen. Während die einfacheren Werkstückflächen mittels PTA gepanzert werden, werden die Ecken und Kanten mittels WSC-Fülldrähten geschützt.

Auftragschweißen von Schneidecken

Aufgrund eines stark tonhaltigen Bodens bestand für das Verschleißteil Vorschneidecke aus dem Werkstoff GS30Mn5 die Aufgabe, eine Lösung zur Erhöhung der Standzeit bzw. Liegedauer zu finden. Der vorbeugende Verschleißschutz sollte zunächst mit dem gleichen selbstschützenden Fülldraht erfolgen, der bisher als teilmechanische Schweißung verwendet wurde. Die Auftragschweißungen sollten optimiert werden und vollmechanisch erfolgen. Als nächster Schritt sollte anschließend eine Optimierung der Legierungszusammensetzung des Schweißzusatzwerkstoffes in Verbindung mit einer Bewertung der Konstruktion erfolgen. Abschließend war ein Vergleich mit dem Plasma-Pulver-Auftragschweißen durchzuführen.

Die durchzuführenden Schweißversuche bezogen sich auf die Technologieentwicklung mit Ermittlung einer für den Beanspruchungsfall geeigneten Legierung, der Festlegung der Beschichtungsfläche, der Schweißfolge sowie der Prozessparameter. Die nachfolgende Abbildung 7 zeigt den verwendeten Versuchsaufbau, der sich durch die Vielzahl der Beschichtungsflächen und deren Orientierung im Raum als relativ kompliziert erwies.

Für das Beschichten wurde von der Standardlegierung FeCr22Nb7C5,2 / Typ 61 ausgegangen [11], die dann als modifizierte Variante (A, B, C mit Variation der Legierungselemente: Cr, B, V, Nb) mit weiteren Bauteilbeschichtungen hinterlegt wurden.

Da für die verschiedenen Legierungen die Ergebnisse von Laborverschleißuntersuchungen nach dem Reibrad-Verfahren (ASTM G 65) [12] vorlagen, konnten Vergleiche zum Feldversuch durchgeführt werden.

Der Vergleich des Verschleißverhaltens zeigt den negativen Einfluss der teilmechanisch ausgeführten Handschweißung. Weiterhin weisen die modifizierten Legierungen mit optimierter Beschichtungsfläche ein besseres Verschleißverhalten aus. Damit ergeben sich folgende Vorteile in diesem ersten Schritt zu einer neuen Technologie, der bereits mit einer Erhöhung der Standzeit verbunden ist durch:

- Optimierte Beschichtungsfläche und Beschichtungsstellen (nach Auswertung der verschlissenen Baugruppen)

- Anpassung der Prozessparameter (Schweißzusatzwerkstoff, –art und –durchmesser, Lagenzahl)
- vollmechanische Schweißung (definierte Legierungszusammensetzung im Verschleißbereich des Bauteils)

Als Auswertung dieser Versuchsreihe konnte eine Verdoppelung der Standzeit im Versuchszeitraum gegenüber der alten Technologie festgestellt werden.

Plasma-Pulver-Auftragschweißen von Schneidecken und Reißzähnen

Analog zur Fülldrahttechnologie mussten für das Plasma-Pulver-Auftragschweißen neben der Bestimmung der Schweißzusatzwerkstoffe und der Parameter die Beschichtungsfläche und die Schweißfolge der Auftragung ermittelt und festgelegt werden. Die Abbildung 8 zeigt links im Bild eine auftragsgeschweißte neue Schneidengeometrie. In der gleichen Abbildung ist rechts im Bild das prozessbezogene Problem im Bereich der „Zwickelschneide“ zu erkennen. Während beim Auftragschweißen mit Fülldraht durch das lange freie Drahtende jede Zugänglichkeit ermöglicht wird, sind durch die Maschinen – Brennerabmessungen beim Plasma-Pulver-Schweißen nicht alle Stellen fachgerecht beschichtbar. Diese Stelle wurde vor dem Auftragschweißprozess mit einem kleineren Handbrenner beschichtet.

Der Einsatz der mit beiden Prozessen beschichteten Schneidecken zeigt vergleichbare Standzeiten.

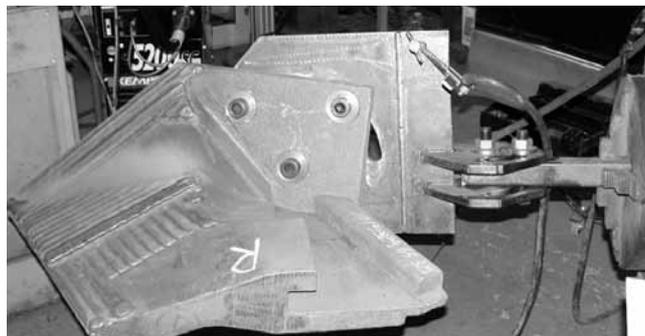
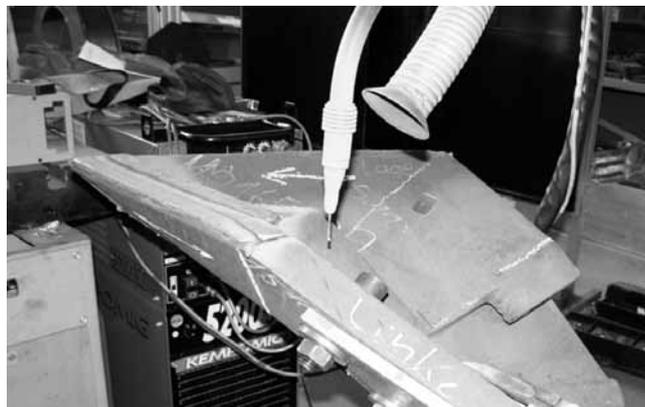


Abb. 7. Vorrichtung und Versuchsanordnung beim Auftragschweißen
Rys. 7. Urządzenie i stanowisko badawcze do napawania

Die Plasma-Pulver (NiBSi+WC) auftragsgeschweißten Ecken weisen im Vergleich zur Fülldrahtbeschichtung keine sichtbaren Risse auf.

Eine Technologie zur Regenerierung und zum vorbeugenden Verschleißschutz an Neuteilen wird am Beispiel von Reißzähnen für Eimerkettenbagger vorgestellt. Durch das Steckadaptersystem werden lange Stillstandszeiten, verbunden mit einer Demontage der Eimerkette, vermieden. Zur Regenerierung werden die verschlissenen Reißzähne definiert abgetrennt und ein beschichtetes Schmiedestück neu angeschweißt (siehe Abbildung 9, rechts im Bild). Die mittels Plasma-Pulver-Auftragsschweißen in eine Nut eingebrachte Legierung (FeV18) besitzt eine hohe Verschleißbeständigkeit und ist nahezu rissfrei (siehe Makroschliffbild, Abbildung 9, links im Bild).

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die untersuchten, neuen MSG-Prozessvarianten ermöglichen alle eine Beeinflussung des Aufmischungsgrades zur Verringerung der Aufmischung von Schweißzusatz und Grundwerkstoff, aber es lassen sich gegenwärtig nur kleine Drahtdurchmesser für das Beschichten einsetzen.

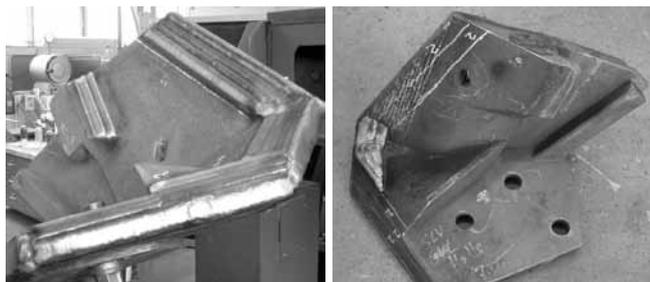


Abb. 8. Plasma-Pulver-Auftragsgeschweißte neue Schneidengeometrie

Rys. 8. Nowy kształt krawędzi tnących wykonany napawaniem plazmowym z użyciem proszków

Das AC-MSG-Schweißen ermöglicht im Vergleich zum kommerziellen Prozess ein Auftragschweißen mit geringerer Aufmischung des Schweißzusatzwerkstoffes mit dem Grundwerkstoff. Die Spritzerbildung der untersuchten Legierungen ist bei nicht optimal eingestellten Schweißparametern gegenwärtig noch nicht zufrieden stellend. Für diese Wechselstromschweißung sind weitere Schweißzusatzwerkstoffe zu erproben und Technologien zu erarbeiten.

Das aufmischungsarme Auftragschweißen durch Nutzung neuer Lichtbogen-Prozessvarianten ermöglicht die Erschließung weiterer Anwendungsfelder der Bauteilbeschichtung.

Zum Auftragschweißen an Schneidecken ist bei bestimmten Bodenverhältnissen (stark tonhaltig) eine Anpassung der Legierung sinnvoll und unter Umständen mit einer Verdoppelung der Standzeit verbunden.

Durch Mechanisierungs- und Automatisierungslösungen werden beim Beschichten durch Auftragschweißen im Vergleich zu manuellen und teilmechanisch ausgeführten Prozessen neben den qualitativen Verbesserungen auch längere Liegezeiten erreicht.

Am Beispiel von Vorschneidecken für Schaufelräder und Reißzähne für Eimerkettenbagger wurden wirtschaftliche Technologien zum Plasma-Pulver-Auftragsschweißen vorgestellt.

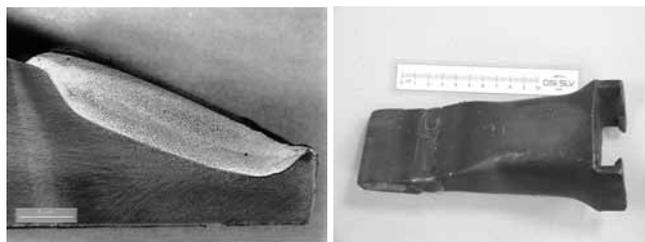


Abb. 9. Mittels Plasma-Pulver-Auftragsschweißen regenerierter Reißzahn

Rys. 9. Ząb stalowy zregenerowany metodą napawania plazmowego proszkami

Schrifttum

- [1] H. Konrad: Auftragschweißen von Armaturen. Vortrag 1. Fachtagung „Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen“, Juni 1996, SLV Halle.
- [2] W. Wahl; J. Ellermeier: Verwendung von Pulver zum Oberflächenschutz bei abrasiver Beanspruchung. Vortrag 2. Fachtagung „Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen“, Mai 1998, SLV Halle.
- [3] V. P. Simanovskij: Pulverdraht für das Auftragschweißen von Automobilteilen. Automaticeskaja svarka, Kiew (1989), Heft 5, S. 52-53.
- [4] F. Schreiber: Verschleißschutz durch Einsatz von Wolframcarbid. Vortrag 2. Fachtagung „Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen“, Mai 1998, SLV Halle.
- [5] J. Herrmann; FuE-Projekt 362/03 „Aufmischungsarmes Auftragschweißen“, Januar 2003 – Dezember 2004
- [6] Firmenschrift EWM; ColdArc – der kalte Lichtbogen (www.ewm.de).
- [7] L.v. Nassau, W. Jager, St. Peters, E. Stava: Das GMAW-STT-System: Ein fortgeschrittenes Schweißsystem für Wurzelrohrschweißen und Blechschweißen. DVS, Düsseldorf, Band194.
- [8] Firmenschrift; Aktueller Stand der Technik beim AC/MIG-Schweißen (Ein modernes Schweißverfahren und seine Anwendungen); OTC Daihen Europe GmbH.
- [9] H. Utz u.a.: „Abrasion und Erosion“, Carl Hanser Verlag München Wien 1986.
- [10] DIN EN 14700; Schweißzusätze – Schweißzusätze zum Hartauftragen.
- [11] J. Herrmann u.a.: Auftragschweißen an Tonschneidecken. Vortrag 7. Fachtagung „Verschleißschutz von Bauteilen durch Auftragschweißen“, Mai 2008, SLV Halle.
- [12] Merkblatt DVS 0945-1; Prüfen von geschweißten verschleißbeständigen Auftragsungen (Teil 1 – Abrasivverschleiß).