

Ressourceneffizienz im Korrosionsschutz

Dünnschicht-Stückverzinkung für alle Stahlbauteile

Ein spezielles Dünnschicht-Stückverzinkungsverfahren auf Basis hoch aluminiumhaltiger Zinkschmelzen schließt eine Lücke in der Feuerverzinkung. Das Verfahren vereint zwei bewährte Technologien und ist erstmals auf allen Stahlbauteilen anwendbar. Gleichzeitig soll es eine deutlich verbesserte Ökobilanz im Vergleich zu organischen Beschichtungssystemen erzielen.

Die wachsenden Herausforderungen an Bauteile im Hinblick auf die geometrische und werkstoffliche Komplexität, die Verarbeitung in der Fertigung, die Leistungsfähigkeit und Funktionalität während der Nutzungsphase sowie die Rückführung am Produktlebensende haben in den letzten Jahren den Bedarf nach hochleistungsfähiger Oberflächentechnik steigen lassen. Um auf diese Herausforderungen Antworten zu geben, wurde auf Basis des Stückverzinkungsprozesses das Dünnschichtverfahren vom Typ Microzinq entwickelt.

Die Grundlage der Technologie ist applikationsseitig das Feuerverzinken im Stücktauchverfahren. Der Weiterentwicklung dieses traditionellen Verfahrens lag der Ansatz zugrunde, die schmelzentechnologischen Erkenntnisse aus der kontinuierlichen Feuerverzinkung auf die Stückverzinkung zu übertragen. Hierbei wurde auf die bereits erfolgreich in der Bandverzinkung eingesetzte Zinklegierung mit einer

95% Zn-5% Al-Schmelze zurückgegriffen. Die Neuerung des weiterentwickelten Verfahrens liegt vor allem in der speziellen Vorbehandlung der Oberfläche, um eine vollständige Benetzung der Oberfläche frei definierter Teile zu gewährleisten.

Aufgrund der Verwendung der eutektischen Zink-Aluminium-Legierung kann die Schmelztemperatur auf 420°C gegenüber üblichen 450°C abgesenkt werden. Die Bauteile werden zudem standardmäßig auf circa 170°C vorgewärmt, wodurch sich eine deutlich geringere thermische Belastung der Bauteile im Verzinkungsprozess ergibt.

Das Ergebnis ist eine dünne Zinkschicht mit einer Dicke von durchschnittlich circa 10 µm. Die Zinkschichtdicke ist unabhängig von der Zusammensetzung des Grundwerkstoffs, also ganz im Gegensatz zum herkömmlichen Stückverzinken gemäß DIN EN ISO 1461, wo der Silizium-Gehalt des Stahls maßgeblich die Reaktionskinetik zwischen Zink und Stahl und damit die

Schichtdicke beeinflusst. Einen Einfluss auf die Schichtdicke haben sehr wohl der Oberflächenzustand (Rauheit) und die Bauteilgeometrie (Abfließverhalten).

Ergebnisse der Korrosionsprüfungen

Sowohl in der Entwicklungsphase als auch nach der großanlagentechnischen Umsetzung wurden die im Microzinq-Verfahren beschichteten Teile zahlreichen Versuchen ausgesetzt. Die üblichen Kurzzeit-Korrosionsprüfungen zeigen einen sehr hohen Korrosionsschutz:

- Salzsprühnebeltest (ISO 9227): mehr als 1200 Stunden
- Kesternich-Test (DIN 50018): 45 Zyklen bei einer Konzentration von 0,2 l SO₂, sieben Zyklen bei einer Konzentration von 2,0 l SO₂
- Klimawechseltest (VDA 621-415): zehn Zyklen.

Zusätzlich zeichnet sich das weiterentwickelte Verfahren insbesondere durch eine stückverzinkungs-typische, sehr hohe mechanische Belastbarkeit aus, die auf der metallurgischen Reaktion zwischen Stahl und Zinkschmelze basiert.

Im Steinschlagtest mit anschließendem Kesternich-Test wurden acht Zyklen ohne Ansatz von Rotrost überstanden. Die Prüfung der Abriebbeständigkeit (DIN EN 438-2) brachte mit einem Wert von 0,01 bis 0,025 µm/Zyklus die gleichen sehr guten Ergebnisse wie eine herkömmliche Stückverzinkung. Gleiches wurde bei der Prüfung der Haftfestigkeit festgestellt, die im Ergebnis Werte von bis zu 27 N/mm² lieferte.



Bild 1: Pkw-Unterbodenteile mit neuartiger Dünnschicht-Verzinkung



Bild 2: Verzinktes Rohr, nachträglich verformt



Bild 3: Unterbodenteil nach sechs Jahren (gereinigt)

Trotz der hohen mechanischen Belastbarkeit ist die Microzinq-Zinkschicht hochgradig verformbar. Bild 2 zeigt ein verzinktes Rohr, das in geradem Zustand verzinkt und nach der Verzinkung verbogen wurde, ohne dass es zum Aufreißen der Zinkschicht kam.

Wie andere Zinkschichten auch lassen sich mit Microzinq verzinkte Teile mit herkömmlichen Nasslack- oder Pulverlacksystemen nachträglich ohne Probleme beschichten.

Anwendungen und Potenziale

Aus den vielfältigen Eigenschaften des Verfahrens ergibt sich ein breites Anwendungsspektrum, unter anderem im Hinblick auf einen ressourceneffizienten Korrosionsschutz. Das häufig angewandte Korrosionsschutzprinzip „Viel hilft viel“ ist in vielen Bereichen nicht mehr tragbar. Das Verfahren Microzinq bietet Korrosionsschutz nach dem Prinzip „Weniger ist mehr“. Der entsprechend gewählte Aluminium-Anteil in der Zinkschicht führt zu einer geringeren Abtragsrate des Zinks über die Lebensdauer des Bauteils, wodurch mit nur circa 20% der Ressource Zink ein gleichwertiger Korrosionsschutz erreicht wird. Hinzu kommen die verzinkungstypischen Vorteile, wie beispielsweise eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischer Belastung und ein guter kathodischer Schutz des Grundmaterials.

Im Bereich der Mobilität spielt das Gewicht eines Bauteils eine sehr große Rolle. Durch das Einsparen an Zinkschichtdicke werden die speziell verzinkten Bauteile leichter gegenüber einem herkömmlich verzinkten Bauteil. Durch das reduzierte Gewicht ergibt sich ein direkter Zusammenhang zur Einsparung von Energie und der Verringerung des Verschleißes der Transport-

einheit. Hierbei liegen Potenziale sowohl im Bereich von Fahrzeugteilen (Pkw und Nutzfahrzeuge) als auch im Bereich zu transportierender Teile, wie zum Beispiel Gerüste, mobile Verkehrsrückhaltesysteme oder mobile Wandsysteme.

Einsatz auch bei hochfesten Stählen

Durch die spezielle Vorbehandlung ist der Stückverzinkungsprozess auch für hochfeste Stähle geeignet. Eine maßgebliche Rolle spielt hierbei das geringere Potenzial des Prozesses hinsichtlich einer Wasserstoffversprödung des Bauteils sowie die geringere Wärmebeeinflussung durch die niedrigere Zinkschmelzentemperatur. Die Anwendung von Microzinq in Kombination mit hochfesten Stählen fällt somit auch unter den Aspekt der Materialeffizienz.

Das Feuerverzinken weist gegenüber organischen Beschichtungssystemen eine verbesserte Ökobilanz und einen deutlich höheren Grad der Recyclingfähigkeit auf. Sowohl im Prozess als auch im Lebenszyklus verzinkter Produkte herrscht ein hohes Maß an Kreislaufführung. Der Verzinkungsprozess ist weitgehend abwasserfrei, im Gegensatz zu organischen Beschichtungen immer lösemittelfrei. Abfälle werden wieder aufbereitet und verzinkte Bauteile können unter Rückführung des Rohstoffs Zink wiederverwertet werden.

Aus diesen Gründen stellt die Wahl der Feuerverzinkung gegenüber einer Beschichtung prinzipiell die ökologisch wertvollere Variante dar. Dies ist nun auch für Bauteile möglich, die bisher für eine Stückverzinkung weniger beziehungsweise gar nicht geeignet waren, zum Beispiel bei hochfesten Stählen.

In der Anwendung bestätigen sich die sehr guten Eigenschaften von

Microzinq. Bild 3 zeigt ein speziell verzinktes Unterbodenteil eines Pkw nach sechs Jahren und 100 000 km Fahrleistung. Nach der Reinigung von verkehrsbedingten Verschmutzungen ist ersichtlich, dass der Zinküberzug noch vollständig intakt ist, es liegen keine rostigen Stellen vor.

Die Analyse der Zinkschicht anhand von Mikroschliffen bestätigt das makroskopische Bild, dass der Zinküberzug keine Schädigungen aufweist. Die Messung der Zinkschichtdicke und der Vergleich mit dem Neuzustand führen im Ergebnis dazu, dass eine Abnahme von circa 1 µm vorliegt.

Zusammenfassung

Die prozesseitige Entwicklung des Dünnschicht-Stückverzinkungsverfahrens auf Grundlage hocheffizienter Zn-Al-Schmelzentechnologie stellt die Verschmelzung zweier Technologien dar. Es wurde der hohe schmelzentechnologische Standard der Bandverzinkung auf die Stückverzinkung übertragen und in eine Produktion umgesetzt.

Hierdurch schließt sich für das Korrosionsschutzverfahren des Feuerverzinkens die bisher bestehende Lücke: die ressourceneffiziente Nutzung von korrosionsschutztechnisch überlegenen, hochaluminiumhaltigen Zinkschmelzen ist nicht mehr ausschließlich auf den Bereich der Bandverzinkung und des Dünnschlechs beschränkt, sondern auf alle beliebigen Stahlbauteile anwendbar. ■



Dr.-Ing. Thomas Pinger

Geschäftsentwicklung,
Voigt & Schweitzer GmbH & Co. KG,
Gelsenkirchen, Tel. 0209 31927039,
thomas.pinger@zinq.com,
www.zinq.com