

Anorganisch-organische Nanokomposite als abriebbeständige Korrosionsschutzschichten

cand. chem. **G. Wagner** VDI, Dr. rer. nat. **R. Kasemann** und
Prof. Dr. rer. nat. **H. Schmidt**, Saarbrücken

Zusammenfassung

Über den Sol-Gel-Prozeß wurden neuartige anorganisch-organische Nanokomposite hergestellt. Durch kontrollierte Synthesebedingungen lassen sich flüssige Phasen erzeugen, die als Beschichtungsmaterialien verwendet werden können. Die transparenten Schichten zeigen z. B. auf Aluminiumoberflächen gegenüber Polymerbeschichtungen wesentlich bessere Kratz- und Abriebfestigkeiten und wirken gleichzeitig als effektiver Korrosionsschutz.

1. Einleitung

Der mechanische Schutz von Oberflächen stellt für viele Substratmaterialien immer noch ein aktuelles Problem dar. Werden aus optischen Gründen transparente Schutzschichten verwendet, zeigen die gebräuchlichen Beschichtungsmaterialien auf Basis organischer Polymere meist geringe mechanische Stabilität gegen Verkratzung und Abrieb sowie oftmals mangelnde Resistenz bei korrosiver Belastung, z. B. Haftungsversagen bei Einwirkung von Feuchtigkeit bzw. Unterwanderung beschädigter Bereiche.

Durch Zugabe anorganischer Füller kann die Kratz- und Abriebbeständigkeit der org. Materialien deutlich erhöht werden, wobei allerdings die Transparenz verlorenght. Im vorliegenden Fall wird ein System beschrieben, das transparente Eigenschaften durch nanoskalige Füller aufweist, die während der Synthese in situ erzeugt werden und die für gute mechanische Eigenschaften des Systems

verantwortlich sind. Weiterhin wird über die Anwendung und Eigenschaften des Systems zum Schutz von Al-Oberflächen berichtet.

2. Synthese anorganisch-organischer Nanokomposite

Anorganisch-organische Nanokomposite werden über den Sol-Gel-Prozeß hergestellt. Ausgehend von Alkoxysilanen, Organoalkoxysilanen und Metallalkoxiden (oder den entsprechenden Halogeniden) werden durch gezielte Hydrolyse und Kondensation anorganische Netzwerke aufgebaut /1-4/. Durch Einbau von Precursoren, die durch organische Seitenketten modifiziert sind, können organische Komponenten auf molekularer Ebene eingebaut werden. Dabei besteht die Möglichkeit nicht reaktive organische Seitengruppen als Netzwerkwandler als auch als Träger funktioneller Gruppen zu verwenden (z. B. Vinyl, Methacryl, Epoxy etc.). Durch Polymerisation dieser Gruppen werden organische Netzwerke aufgebaut, die mit dem anorganischen Grundgerüst über chemische Bindungen verknüpft sind. Durch geeignete Reaktionsführung lassen sich flüssige Zwischenstufen herstellen und als Beschichtungsmaterial nutzen.

Die Verwendbarkeit von anorg.-org. molekularen Kompositen dieser Art, z. B. basierend auf $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2/\text{Epoxy}/\text{Propyl}$ als Kratzfestbeschichtungen für Messingoberflächen konnte bereits gezeigt werden /5/. Ein neues System mit unterschiedlicher Struktur in Form eines Nanokomposits konnte für die Anwendung auf Aluminium entwickelt werden. Durch den Aufbau eines Zweikomponentensystems wurde eine Lagerfähigkeit von ≥ 2 Monaten erreicht.

3. Eigenschaften des Beschichtungsmaterials

Das entwickelte Material kann als flüssiges System mit üblichen Beschichtungsverfahren (Tauch-, Schleuder-, Sprühverfahren etc.) auf Metallsubstrate aufgebracht werden und wird thermisch gehärtet. Die Schichtdicke kann durch Variation der Viskosität eingestellt werden ($\leq 20 \mu\text{m}$). Die transparente Beschichtung zeigt sehr gute kondenswasserstabile Haftung auf nur durch Reinigung vor-

behandelten Aluminiumoberflächen. Die Gitterschnittkennwerte (DIN 53151) betragen vor und nach vierwöchigem Kondenswasserklimatetest (DIN 50017) zwischen 0 und 1. Die ausgezeichnete Kondenswasserstabilität resultiert aus der hydrophobierenden Wirkung der Propylketten im Netzwerk. Aufgrund der guten Haftung der Schichten kann auf umweltrelevante Oberflächenvorbehandlung (z. B. Chromatieren) verzichtet werden. Salzsprühnebeltests (DIN 50021/53167) zeigen gute Korrosionsschutzeigenschaften der Beschichtung. Nach zweiwöchiger Exposition der Proben ist nur eine sehr geringe Unterwanderung der mittels Gitterschnitt durchtrennten Schicht zu erkennen.

Die Kratzfestigkeit der Schicht wurde durch Ritzhärtemessungen bestimmt. Dabei wird ein belasteter Vickers-Diamant über die Oberfläche gezogen und die Last in Gramm bestimmt, bei der erstmals ein Kratzer unter dem Mikroskop erkennbar wird. Die hohe Kratzfestigkeit der entwickelten Schichten wird durch Ritzhärten von 8 - 10 g im Vergleich zu ≤ 1 g für einen kommerziell erhältlichen 2-Komponenten-Epoxylack dokumentiert.

Zur Bestimmung der Abriebbeständigkeit wurden Rauhtiefemessungen vor und nach einem Abrasionstest (100 Zyklen Taber Abrader, DIN 52347) durchgeführt (s. Bild 1).

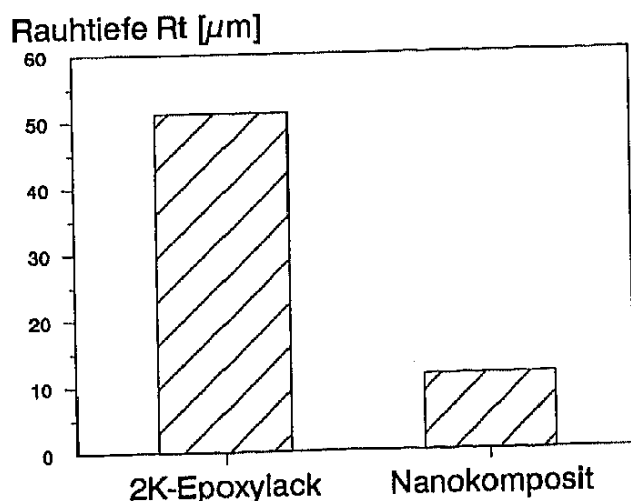


Bild 1: Rauhtiefe nach Abrasionstest für anorg. org. Nanokomposit und ein 2K-Epoxy-System (R_t vor Abrasionstest $1,2 \mu\text{m}$ für beide Schichten)

Im Vergleich zu einem 2-Komponenten-Epoxylack nimmt die Rauhtiefe bei der Beschichtung auf Basis anorg.-org. Nanokomposite nach Abrasionstest nur um 20 % zu, was eine deutlich höhere Abriebbeständigkeit zeigt. Die hohe Kratz- und Abriebbeständigkeit im Vergleich zu organischen Polymeren resultiert aus den nanoskaligen anorganischen Partikeln.

Aufgrund der Vermeidung umweltrelevanter Vorbehandlungen, der hohen Kratz- und Abriebbeständigkeit sowie der korrosionsinhibierenden Wirkung der entwickelten Schichten ergeben sich interessante Anwendungen z. B. im Flugzeugbau. Die zu erwartende Verwendbarkeit der Materialien auf weiteren Metalloberflächen stellt ein interessantes Potential dar.

Literatur

- /1/ H. Schmidt,
Erzmetall 43 (1990) Nr. 2, 75.
- /2/ H. Schmidt, H. Wolter,
J. Non-Cryst. Solids 121 (1990) 428.
- /3/ H. Schmidt, B. Seiferling, G. Phillip und K. Deichmann,
in: Ultrastructure Processing of Advanced Ceramics,
eds. J. D. Mackenzie and D. R. Ulrich, Wiley & Sons,
New York, 1988, 651.
- /4/ H. Schmidt, B. Seiferling,
Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 73 (1986) 739.
- /5/ Jahrestätigkeitsbericht ISC Würzburg (1989).