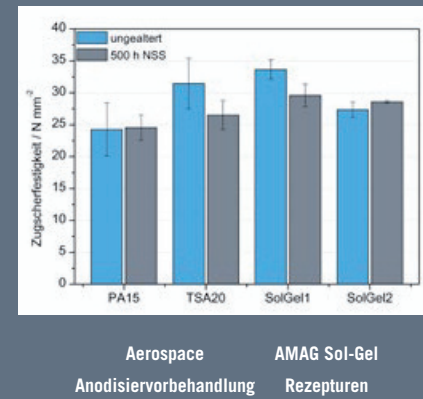




Abb. 1: Verklebte Zugscherproben im Zugversuch

Abb. 2: AMAG Sol-Gel-Klebevorbehandlungen auf höchstem TopForm UHS im Vergleich zu aufwändigen Anodisierbehandlungen etablierter Flugzeughersteller. Zustand mittels Zugscherfestigkeitsmessung geprüft.



Der Sol-Gel-Prozess:

Das Sol Gel-Verfahren ist ein nasschemischer Niedertemperaturprozess zur Herstellung anorganischer Verbindungen und anorganisch-organischer Hybridmaterialien, die in Form von Pulvern, Beschichtungen, Fasern und Kompositen hergestellt werden können. Ein Sol ist

eine Suspension von Partikeln in alkoholischer oder wässriger Lösung. Während der sog. Gelierung aggregieren und vernetzen diese Partikel und bilden ein dreidimensionales Netzwerk. Konkret erfolgt dies durch die Hydrolyse und Kondensation von Silizium- oder Metallalkoxid-Precursoren, wobei durch deren Variation maßgeschneiderte Eigenschaften eingestellt werden können (s. Abbildung 3). Das Anwendungsspektrum dieser recht jungen Technologie reicht von kratzfesten Brillenglasbeschichtungen, über transparente Korrosionsschutzschichten für hochglänzende Aluminiumbänder, bis hin zu Klebe- und Lackierbehandlungen.

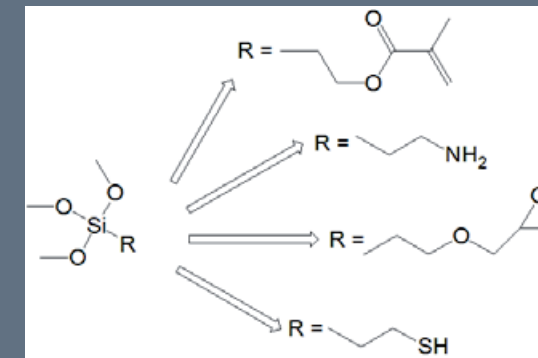


Abb. 3: Variation von Precursoren für maßgeschneiderte Eigenschaften

Kundennutzen

Diese Entwicklung ist ein weiterer wichtiger Schritt zur Umsetzung von Großserienanwendungen von höchstfesten 7xxx-Legierungen z. B. im Automobilbau. AMAG hat in umfangreichen F&E-Arbeiten Lösungen entwickelt, die es den Anwendern dieser 7xxx-Bleche ermöglichen, das besondere Leichtbaupotenzial in Materialmix-Leichtbaulösungen umzusetzen. Dazu gehören die Halbwarmumform-Technologie, die hier vorgestellte Sol-Gel-Klebevorbehandlung, mechanische und thermische Fügeverfahren und die Verbesserung der Korrosionsbeständigkeit eloxierter, tauchlackierter, aber auch blanker Bleche. Damit wurden jene Eigenschaften analysiert und weiter entwickelt, die für die erfolgreiche Integration in den Kundenprozess notwendig sind. Während herkömmliche Technologien mit keramischen Eigenschaften eingebrannt werden müssen, kommt die Sol-Gel-Technologie mit niedrigen Temperaturen aus, so dass die hohe Festigkeit des Aluminiums erhalten bleibt. Die wasserbasierte Rezeptur berücksichtigt Gesundheits- und Umweltschutzaspekte bereits im Ansatz.

LITERATURVERZEICHNIS
S. Meyer: „Water-based high performance sol-gel coatings for adhesion pre-treatment“, 2nd International Conference on Structural Adhesive Bonding 04.07.2013, Portout

Nachhaltige, wasserbasierte Klebevorbehandlungen für höchstfeste Aluminiumbleche

Aluminium-Walzprodukte finden aufgrund ihrer vielfältigen Eigenschaften immer breitere Anwendungsmöglichkeiten. So gewinnt der Leichtbau im Marktsegment Automobil immer mehr an Fahrt, und hier spielt der Werkstoff Aluminium mit hohen bis höchsten spezifischen Festigkeiten seine Stärken aus (6xxx- und 7xxx-Legierungen). Sowohl strengere Vorgaben der Legislative als auch der Wunsch der Kunden nach verbrauchsärmeren und umweltfreundlicheren Fahrzeugen machen den Trend unumkehrbar.

Kleben gewinnt in immer mehr Marktsegmenten an Bedeutung

Neben kompletten Aluminiumkarosserien in der Automobil-Oberklasse kommt es verstärkt zum Multimaterialeinsatz im Karosseriebau. Somit gewinnt das Kleben als universelles Fügeverfahren für Aluminium, Stahl, Magnesium, aber auch CFK immer mehr an Bedeutung. AMAG setzt

dabei auf Erfahrungen aus der Flugzeug- und Sportindustrie, sowohl beim Adaptieren höchstfester Aluminiumgüten, als auch bei der Entwicklung von Klebevorbehandlungen für langzeitbeständige und dynamisch hochbelastete Verklebungen.

Der Einsatz von höchstfesten Aluminiumlegierungen erfordert spezielle Vorbehandlungssysteme, um Klebeverbindungen über mehrere Jahre stabil zu halten. In der Flugzeugindustrie sind dies in der Regel kostenintensive Anodisierverfahren, die teilweise noch Chrom (VI)-Verbindungen enthalten. Für den Einsatz im Automobil- und Sportbereich und in technischen Anwendungen ist es jedoch notwendig, die Aluminiumbänder bereits nach dem Lösungsglühen auf effiziente und umweltschonende Art und Weise mit einer Klebevorbehandlung zu versehen. Standard Ti/Zr-Vorbehandlungen aus dem Automobilsegment gelangen bei höchstfesten Aluminiumgüten der 7xxx-Familie

durch härtebildende Ausscheidungen mit großen elektrochemischen Potenzialunterschieden zur Matrix schnell an ihre Grenzen. Eine ungeschützte Klebeverbindung wird bei einer Salzbelastung rasch unterwandert und verliert somit deutlich an Festigkeit.

Die AMAG Lösung

AMAG hat daher in Zusammenarbeit mit dem Institut für Materialchemie der Technischen Universität Wien eine maßgeschneiderte Klebevorbehandlung für höchstfeste 7xxx-Legierungen entwickelt, die auch auf normalfesten 6xxx-Blechen eine gute Langzeit-Klebebeständigkeit aufweist, um eine breite Anwendbarkeit in mehreren Marktsegmenten zu ermöglichen. Bei einem Technologie Screening hat sich gezeigt, dass hierbei auf Basis der aus anderen Industriebereichen bereits bekannten Sol-Gel-Technologie maßgeschneiderte Beschichtungen entwickelt werden können.

Die Sol-Gel-Technologie bietet den Vorteil, hybride Beschichtungen herzustellen, die einerseits mit ihren anorganischen Gruppen sehr gut an der Aluminiumoberfläche anbinden und andererseits mit ihren organischen funktionellen Gruppen die sichere Kopplung zu Hochleistungsklebstoffen gewährleisten.

Umweltfreundliche Technologie

Um den Umwelt- und Gesundheitsschutz bereits in der Applikation zu realisieren, wurde ein wasserbasiertes Sol-Gel-System entwickelt, welches sich im Walzenauftragsverfahren abwasserfrei auf das Aluminiumband aufbringen lässt. Noch in diesem Jahr wird das Verfahren vom Technikumsmaßstab auf die hochmoderne kontinuierliche Beizpassivierungsanlage der AMAG überführt.

Im Labor wurden unterschiedlichste Precursoren als Vorstufe des Sol-Gel-Prozesses auf ihre Eignung als Klebevorbehandlung überprüft, insbesondere hinsichtlich ihrer Alterungsbeständigkeit. Dabei wurden entsprechend der Norm EN 1465 Zugscherproben hergestellt (s. Abbildung 1) und diese ohne weitere Schutzbeschichtung in der Salzsprühkammer für 480h gealtert und in einer Zugprüfmaschine gerissen. Zum Vergleich wurden etablierte, sehr aufwändige Anodisier-Klebevorbehandlungen zweier führender Flugzeugbauer als Referenzproben hergestellt. Das

Diagramm in Abbildung 2 zeigt dabei eindrucksvoll, dass sowohl die Luftfahrtvorbehandlungen, als auch die neuen effizienten Sol-Gel-Beschichtungen das Potenzial der hochfesten Aluminiumlegierungen im Zusammenspiel mit dem getesteten Epoxid-Strukturkleber ausnutzen. Eine Zugscherfestigkeit von 30 N/mm² bedeutet hier, dass die 1 mm dünne Zugscherprobe mit einer überlappenden Verklebung von lediglich 2,5 cm² erst bei einem angehängten Gewicht von 750 kg versagt.

Die gezielt für 7xxx-Legierungen entwickelte Klebevorbehandlung zeigt auch für etablierte 6xxx-Bleche eine gute Performance und weist im Unterschied zu Standard Ti/Zr Vorbehandlungen nach 500 Stunden Alterung, selbst ohne den Schutz einer kathodischen Tauchlackierung, keine Verschlechterung der Eigenschaften auf. Der Konstrukteur kann hier von einer langfristig guten, einheitlichen Verklebung ausgehen, weil der Feuchtigkeitseinfluss bei der entsprechenden Rezeptur sogar zu einem Festigkeitsanstieg der Klebeverbindung führt.

Fazit

Die Evaluierung der unterschiedlichen Vorbehandlungen hat ergeben, dass das entwickelte Beschichtungssystem eine gleich gute Performance bietet, wie aufwändig nach Luftfahrtmethoden anodisierte Bleche. In einigen Fällen übertrifft

sie diese sogar. Was Energieverbrauch und Schnelligkeit angeht, ist die Beschichtung deutlich im Vorteil, da sie kontinuierlich mit hoher Genauigkeit und noch dazu abwasserfrei durch Walzenauftrag aufgebracht werden kann und innerhalb weniger Sekunden im Ofen trocknet.

Die hier dargestellte Entwicklung einer Klebevorbehandlung zeigt eine deutliche Erweiterung des Einsatzspektrums von Aluminiumblechen auf, die sich aus der guten Zusammenarbeit von Aluminium- und Oberflächenexperten ergibt. AMAG hat die maßgeschneiderte Klebevorbehandlung aufgrund ihres vielversprechenden Einsatzpotenzials patentiert und untersucht derzeit die weiteren Eigenschaften im Hinblick auf die Kombination mit anderen Fügeverfahren und die Prozesskompatibilität mit weiterführenden Oberflächenprozessen. ■