

HAFTUNGSOPTIMIERUNG VON WASSERBASIERENDEN BESCHICHTUNGSSYSTEMEN FÜR KUNSTSTOFF-FORMTEILE DURCH INNOVATIVE OBERFLÄCHEN-MODIFIZIERUNGSVERFAHREN

BMW IGF 387 ZBG | Laufzeit: 07.2011 – 03.2014 | Betina Joos-Müller (Fraunhofer IPA Stuttgart); Andrea Stoll (FILK Freiberg); Karina Grundke (IPF Dresden)

Categories: Technical Textiles/Composites

Das IGF-Vorhaben 387 ZBG der Forschungsvereinigung Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e.V., wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Dafür danken wir.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass das Beflammen im Vergleich zur Gasphasenfluorierung und zum Atmosphärendruck-Plasmaverfahren PP-EPDM-Werkstoffe relativ schonend aktiviert. Bei keiner Prozessvariante waren nach dem Beflammen in den von der Substratoberfläche löslichen Anteilen Abbauprodukte des PP-EPDM-Werkstoffes infrarotspektroskopisch nachweisbar. Mit der Beflammungsintensität nahmen der Sauerstoffgehalt und die polaren Gruppen an der Werkstoffoberfläche zu, während die Rauigkeit unverändert blieb. Dies zeigt, dass beim Beflammen die gewünschten Aktivierungseffekte auftreten – die Erzeugung von polaren Gruppen, die fest mit dem Werkstoff verankert sind. Zwischen Labor- und Industriebeflammungen waren hinsichtlich der Aktivierungseffekte keine signifikanten Unterschiede zu erkennen. Auffällig war, dass beim Beflammen der Anstieg der Polarität nur schwach ausgeprägt ist. Die untersuchten PP-EPDM-Werkstofftypen unterschieden sich in den erzielten Polaritäten nicht signifikant. Dennoch war die Lackhaftung der verschiedenen Beschichtungsvarianten sehr gut, wenn der Additivanteil an der PP-EPDM-Werkstoffoberfläche relativ niedrig ist. Bei keiner der eingesetzten wässrigen Beschichtungsvarianten traten in diesem Fall beim Dampfstrahltest partielle Lackenthaftungen auf. Bei PP-EPDM-Werkstoffen mit höherer Additivaufgabe an der Oberfläche nahmen die Lackenthaftungen beim Dampfstrahltest mit steigendem Additivanteil zu. Die Additive konnten durch praxisübliche Reinigung bzw. Reinigung und Beflammung nicht von der Werkstoffoberfläche entfernt werden. Reinigungsverfahren und Beflammungsintensität haben keinen Einfluss. Die auf den gereinigten und aktivierten Werkstoffoberflächen festgestellten Aufgabemengen an löslichen Anteilen entsprachen qualitativ und quantitativ dem jeweils unbehandelten PP-EPDM-Werkstoff. Bei den Additiven handelt es sich um ein typisches Stoffgemisch aus Antioxidanzien, Antistatika, Wachsen etc. Die Additive konnten nur mit einem chlorierten Lösemittel entfernt werden, allerdings migrierten sie innerhalb kurzer Zeit wieder

nach. Bei einer Gasphasenfluorierung werden polarere Oberflächen erzeugt, besonders ausgeprägt ist dieser Effekt mit Sauerstoff. Der bei dieser Prozessvariante beobachtete starke Anstieg der Oberflächenenergie korreliert mit höherem Sauerstoffgehalt und erhöhter Acidität. Die Untersuchung der löslichen Anteile ergab, dass PP-Abbauprodukte Ursache für die starke Zunahme der Polarität bei der Oxifluorierung sind. Gegenüber der Fluorierung ohne Sauerstoff sind in den von einer oxifluorierten Werkstoffoberfläche löslichen Anteilen neben Kunststoffadditiven auch PP-Abbauprodukte enthalten. Der Aktivierungseffekt beruht bei dieser Prozessvariante auf der Bildung einer löslichen polaren Schicht. Bei der Fluorierung ohne Sauerstoff entspricht die Menge löslicher Anteile dem unbehandelten Werkstoff. Trotz unterschiedlicher Aktivierungseffekte veränderte sich die Rauigkeit der Gasphasenfluorierungsvarianten nicht signifikant. Die Streuung der Ra-Werte war sehr gering, die Oberflächenheterogenität nimmt nicht zu. Bei einer Atmosphärendruck-Plasmaaktivierung sind die Effekte stark ausgeprägt. Bei allen Prozessvarianten nimmt die Polarität stark zu. Die Zunahme der Oberflächenenergie korreliert gut mit hohen Sauerstoffgehalten und dem Anstieg polarer saurer Gruppen, die Oberfläche wird aber stark angegriffen. Die Oberflächenrauigkeit und -heterogenität ist, abhängig von den Aktivierungsparametern, gegenüber dem Ausgangszustand deutlich erhöht. Die Rauigkeiten sind verdoppelt bis verdreifacht. Bei allen Varianten waren Flecken auf der Oberfläche erkennbar, was auf eine Überbehandlung hinweist. Veränderungen in den einzelnen Prozessparametern führen zu starken Veränderungen bei den ermittelten Oberflächenanalysendaten. Bei allen Prozessvarianten bildeten sich PP-Abbauprodukte, unabhängig ob mit einer starren oder rotierenden Plasmadüse aktiviert wurde. Der Vergleich rotierende vs. starre Plasmadüse ergab, dass die rotierende Plasmadüse etwas schonender ist. Die resultierenden Oberflächenenergien/pol. Anteile sind tendenziell niedriger, aber die Rauigkeit nimmt immer noch zu und in den löslichen Anteilen sind PP-Abbauprodukte enthalten. Der angegebene Füllstoffanteil korreliert nicht mit den im XPS gefundenen Mg/Si-gehalten auf den Oberflächen. Allerdings zeigten sich parallel zu den PP-EPDM-Substraten mit höherer Additivaufgabe an der Oberfläche auch deutlich höhere Mg-/Si-Gehalte. Die Untersuchung enthafteter Stellen zeigt eine deutliche Erhöhung von Mg/Si an der Oberfläche, was auf eine verstärkte Migration nach Kontakt mit der Beschichtung hindeutet. Die an der Werkstoffoberfläche vorhandenen niedermolekularen Stoffe spielen bei den Lackenthaftungen eine wichtige Rolle. Dabei scheint nicht nur die Aufgabemenge dieser niedermolekularen Stoffe sondern auch deren stoffliche Zusammensetzung für die Lackhaftung entscheidend zu sein. PP-Abbauprodukte verursachten nur bei extremer Überbehandlung partielle Lackenthaftungen. Positive Faktoren scheinen dabei die polaren Gruppen der Abbauprodukte zu sein, die mit Isocyanaten reagieren und stabile Verbindungen bilden können. Die im Kunststoff enthaltenen Additive können aufgrund ihrer Strukturmerkmale dagegen nicht mit Isocyanaten reagieren und führen daher ab einer bestimmten Aufgabemenge zu Lackenthaftungen, auch bei optimal aktivierten PP-Werkstoffen, bei denen sich keine PP-Abbauprodukte bilden. <link bericht bmwi igf>Bericht anfordern