

VERBESSERUNG DER HAFTUNG UV-GEHÄRTETER BESCHICHTUNGEN AUF POLYOLEFINEN DURCH FUNKTIONALISIERUNG DER SUBSTRATOBERFLÄCHE UND MODIFIZIERUNG DER LACKFORMULIERUNG

BMW iGf 317 ZBG | Laufzeit: 04.2009 – 03.2011 | Renate Hänsel, FILK Freiberg; Betina Joos-Müller, IPA Stuttgart

Kategorien: Technische Textilien/Composite

Das IGF-Vorhaben 317 ZBG der Forschungsvereinigung „Verein zur Förderung des Forschungsinstitutes für Leder und Kunststoffbahnen (FILK) Freiberg/Sachsen e. V.“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMW i) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.

Ziel des Forschungsvorhabens war, der Industrie Möglichkeiten aufzuzeigen, die sowohl durch gezielte Oberflächenmodifizierung als auch durch Modifikation der Lackformulierungen zu langzeit- und witterungsstabiler Haftvermittlung von UV-gehärteten Beschichtungen auf polyolefinischen Oberflächen (PE, PP) führen. Im Mittelpunkt stand dabei die Frage, ob eine gute Haftung allein durch eine Optimierung der Substrat-Vorbehandlung oder Modifikation der Lackformulierung erreicht werden kann oder ob für eine dauerhaft gut haftende Beschichtung Lack- und Oberflächenmodifizierung optimal aufeinander abgestimmt werden müssen. Außerdem sollte geklärt werden, welchen Einfluss klimatische Beanspruchungen (Temperatur, Feuchtigkeit) bei der Lagerung auf das Adhäsionsvermögen der Lackschicht und die Oberflächenmodifizierung ausüben. Für die Untersuchungen wurden 6 verschiedene Polyolefintypen, wie LD PE, HD PE, PP mit und ohne Füllstoffen sowie hochgefüllte Mischfolien ausgewählt. Für die Polarisierung der Matrixoberflächen wurden atmosphärische Plasmaprozesse, wie das als Korona bekannte Verfahren aber auch die Plasmadüse eingesetzt. Neben atmosphärischen Plasmaprozessen wurde das Niederdruckverfahren mit den Prozessgasen O₂ und N₂ zum Zwecke der Reinigung der Polyolefinoberflächen sowie die Applikation einer Nano-Primerschicht auf Basis von SiO_x erprobt. Als weiteres Verfahren wurde der Prozess der Gasphasenfluorierung mit und ohne Sauerstoff angewendet. Zu Vergleichszwecken wurde die in der Industrie häufig genutzte Beflammung als Modifizierung auf den 6 Polyolefinfolien herangezogen. Generell konnte eine sehr gute Polarisierung der Polyolefinoberflächen erreicht werden. Die Intensität der Modifizierung wurde mit zunehmender Dosis erhöht, was mit ESCA-Messungen – je nach Behandlungsart – durch Einbau von Sauerstoff und/oder Fluor nachgewiesen werden konnte.

Untersuchungen zur Alterungsstabilität der Modifizierungen zeigten, dass diese von der Zusammensetzung der Polyolefine abhängig war. Ohne Additivierung war die Stabilität bis zu 4 Wochen gegeben. Die hochgefüllten Polyolefintypen zeigten eine geringere Stabilität, was auf die Migration der Additive (z. B. Fettsäureester) an die Materialoberfläche zurückgeführt wurde. Qualitative und quantitative Untersuchungen hinsichtlich weak boundary layers, die auf Abbaureaktionen durch die Modifizierungsprozesse zurückzuführen sind, wurden durch Abspülen der Oberflächen und gravimetrische Bestimmung der Feststoffe sowie IR-Spektroskopie der Spüllösungen vorgenommen. Es zeigte sich, dass nach der Korona-Vorbehandlung und auch nach der Gasphasenfluorierung lösliche Anteile vorliegen, wobei die Mengen bei den PE-Folien geringer waren als bei den PP-Folien. Bei den hoch gefüllten Polyolefinfolien waren bei den Spülproben größtenteils lösliche Additive aus der Matrix nachzuweisen. Die Peelttestuntersuchungen konnten, außer bei der hochgefüllten Mischfolie, keine weak boundary layers detektieren. Das Haftvermögen zum acrylatbeschichteten Klebestreifen war nach den Vorbehandlungen gerade auch bei intensiver Modifizierung sehr hoch. Zur Korrelation von Modifizierung und Haftung der UV-Lacke wurden auf den unterschiedlich modifizierten Oberflächen verschiedene UV-Klarlacktypen appliziert. Zur Anwendung kamen aromatische Epoxidharze (Filme sind hart aber flexibel), Polyesteracrylate mit und ohne aminhaltige Präpolymere (Filme sind weich und flexibel), Polyetheracrylate mit sehr niedrig viskosen Präpolymeren und unterschiedlicher Reaktivität (Filme sind hart und wenig flexibel) und Polyurethanacrylate, die ein stark vernetzendes System darstellen (Filme sind hart und flexibel). Die Beurteilung der Haftung erfolgte mittels Gitterschnitt und Peelttestuntersuchungen nach einer Normalklimalagerung und nach einer Lagerung in feucht-warmem Klima. Während der Peelttest hauptsächlich das Haftvermögen des Akrylat-Klebebandes auf den UV-Lacken widerspiegelte, konnte die Gitterschnittmethode den Einfluss von Modifizierungsart und Folientyp sehr gut wiedergeben. Auf Korona modifizierten LD PE-Oberflächen hafteten UV-Lacke (auf Basis aminfreier Präpolymere) nach Normalklima-Lagerung gut. Bei hohen Luftfeuchten sank die Haftfestigkeit. Bei PP-Materialien konnte durch Korona-Modifizierung generell keine Haftvermittlung erzielt werden. Dies war auch unabhängig von Behandlungsintensität und Lackvariante. Die Gasphasenfluorierung führte zu einer deutlich besseren Haftung. Besonders signifikant war die Verbesserung auf PE-Oberflächen nach Feuchtklimalagerung. Allerdings zeigte sich auch hier in einigen Fällen der negative Einfluss auf das Haftvermögen bei aminhaltigen Präpolymeren. Im Gegensatz zur Koronamodifizierung zeigten PP-Folien nach einer Modifizierung mit dem Prozess der Gasphasenfluorierung eine sehr feste Verankerung. Eine Ausnahme bildeten auch hier die UV-Lacke mit aminhaltigen Präpolymeren, die bei Feuchtlagerung Haftschwächen aufwiesen. Bei der hochgefüllten Mischfolie mit PE-Wachsanteilen konnte auch durch die Gasphasenfluorierung keine Haftvermittlung erreicht werden. Das zeigt, dass durch den Fluorierungsprozess auf der Oberfläche locker abgelagerte Additivschichten nicht entfernt werden können. Mit dem Prozess der Gasphasenfluorierung und der richtigen Lackkonfektionierung (ohne aminhaltige Präpolymere) können UV-Lacke sowohl auf PE- als auch auf PP-Oberflächen haftfest verankert werden. Dies gilt sowohl für Lagerung unter Normalklima als auch bei Feuchtlagerung. Bei hochgefüllten Folien sollte die Migration von Additiven an die Oberfläche verhindert werden, da diese weak boundary layers mit dem Prozess nicht entfernt werden können und somit eine ungenügende Haftung vorprogrammiert ist. In diesen Fällen sollte eine Optimierung (nur so viel Additivzusatz wie für den Effekt unbedingt erforderlich) der Folienrezeptur vorgenommen werden. <link bericht bmwi igf>Bericht anfordern