

Oberflächenaktivierung an PP erforscht

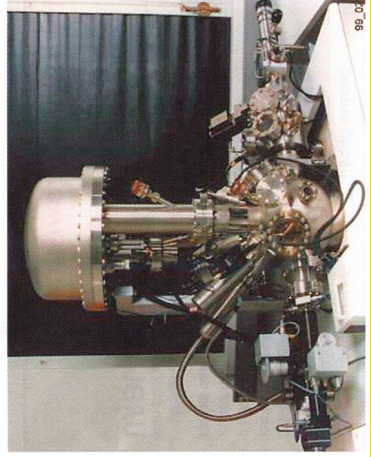
Fünf Unternehmen des österreichischen Kunststoff-Cluster haben gemeinsam mit einem Forschungs-Dienstleister verschiedene Verfahren zur Oberflächenaktivierung von Polypropylen verglichen und bewertet. In dem einjährigen Projekt wurde umfassendes Know-how aufgebaut.

Polypropylen-Folien müssen vor dem Bedrucken, Beschichten oder Kleben aufgrund ihrer geringen Oberflächenspannung vorbehandelt werden. Obwohl einzelne Unternehmen bereits seit Jahren PP-Folien vorbehandeln, besteht kein allgemein zugängliches Wissen, welche Methode die jeweils am besten geeignete ist. Ziel dieses Projekts war ein umfassender Vergleich der am Markt etablierten Verfahren zur Oberflächenaktivierung von Polypropylen-Folien.

Es wurden die möglichen Parameter der einzelnen Systeme variiert und die Auswirkung auf die Oberflächenmodifikation ausgewertet. Dabei strebte man die Entwicklung einer analytischen Methode zur Charakterisierung der Oberflächenaktivierung und des damit verbundenen Beschichtungsergebnisses an.

Die Neuheit des Forschungsvorbahrens lag im Methodenvergleich der verschiedenen Möglichkeiten zur Oberflächenmodifikation. Neu war ebenfalls die Analyse der oberflächlich entstehenden niedermolekularen Bestandteile mittels GC (Gas-Chromatographie) bzw. die Bestimmung der Molekülfragmente der Stabilisatoren.

Mit einer ESCA-Anlage wurde der Sauerstoffgehalt an der Oberfläche gemessen.



99_04

Praxisnahe Untersuchungsmethoden

In Vorgesprächen wählten die Projektpartner fünf Polypropylenarten aus, die hinsichtlich ihrer Aktivierungsbereitschaft relevant erschienen. Gleichzeitig einigte man sich über die Additivierung und die Herstellungsmethode. Die Dicke der PP-Folien wurde mit 200 Mikrometer festgelegt, um die Reißfestigkeit der Folie auch nach nach intensiver Vorbehandlung sicherzustellen. Im letzten Projektabschnitt wurden sechs weitere Proben des Anbieters Lenzing in einer Folienstärke von 50 Mikrometern vermessen und auf weitere Schädigungen untersucht.

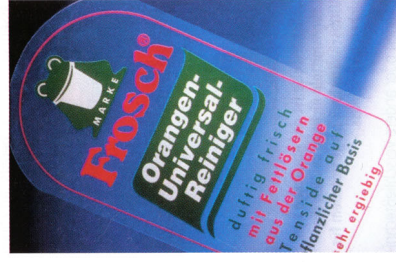
Die Oberflächenaktivierung erfolgte durch Beflammung, Coronabehandlung mit Methoden von zwei Anbietern und Radikalbehandlung in verschiedenen Intensitäten. Zur Charakterisierung der Oberflächenmodifikation wurde per ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) das atomare Sauerstoff/Kohlenstoff-Verhältnis (O/C-Ratio), die Elementverteilung sowie die Art der Sauerstoffbindung quantitativ bestimmt.

Zur Bestimmung der Oberflächenspannung dienten bei allen Proben Messungen mit Festintin. Diese favorisierten die Testpartner gegenüber – etwas genaueren – Kontaktwinkelmessungen wegen der Vergleichbarkeit zu eigenen Messungen. Bei den dünnen Folien von Lenzing wurde die Oberflächenenergie zusätzlich durch Kontaktwinkelmessungen bestimmt. Mechanische Messungen überprüfen den möglichen Einfluss Oberflächenaktivierung auf Molmasse, Kristallinität und Zähigkeit der Folien. Zudem wurde die erreichte Haftfestigkeit der oberflächenbehandelten Folien nach Verklebung auf anodisiertes Aluminium festgehalten. Als Kleber wurde ein heißhärtender 2-Komponenten PUR-Kleber verwendet.

Ergebnisse in Kurzfassung

Die zwei wichtigsten Erkenntnisse aus den Untersuchungen: Additive – vor allem Gleitmittel – haben den stärksten Effekt auf die Verklebbarkeit auf der Polymerseite. Und: Es gibt keine ein-

heitliche Korrelation zwischen Haftfestigkeit und Oxidation bei gemeinsamer Betrachtung verschiedener Aktivierungsverfahren. Ein Projektpartner stieg auf Grund der Projekterfahrung nun auf eine neue Methode der Oberflächenbehandlung um und steigerte so die Kundenzufriedenheit deutlich.



Etikette aus hochkristalliner Polypropylen-Castfolie - ein Anwendungsfall, in dem Aktivierung zur Bedruckung und Verklebung wichtig ist.

Zahlreiche Erkenntnisse zeigten deutlich die Grenzen der unterschiedlichen Methoden:

- Festtinte und Kontaktwinkel zeigen nach Vorbehandlung die geänderte Benetzbarkeit. Sie geben aber keinen Hinweis auf die Haftfestigkeit.
- Die ESCA-Methode misst den Sauerstoffanteil an der Oberfläche, sagt aber nichts über dessen Herkunft aus.
- Die Art der Vorbehandlung ist über das ESCA-Spektrum nicht ablesbar. Quervergleiche sind unzulässig.
- Eine Korrelation zwischen Sauerstoffgehalt und Haftfestigkeit ist grundsätzlich vorhanden. Sie wird jedoch von Nebeneffekten überlagert. Als solcher ist in erster Linie der Additivinfluss zu nennen. Eine Wärmebehandlung, wie sie zwangsläufig mit der Beflammung verbunden ist, verstärkt derartige Effekte. Der gemessene Stickstoffanteil liefert dafür zusätzliche Information.
- Die untersuchten unterschiedlichen PP-Typen zeigen gleiche Aktivie-

rungsbereitschaft. Unterschiede erweisen sich vor allem durch die Additivierung. Die Art der Sauerstoffbindung stellt sich zu gleichen Verhältnissen unabhängig von PP-Type oder Vorbehandlungsmethode ein.

Mit zunehmender Lagerdauer nimmt der Haftwert ab, nicht aber der messbare Sauerstoffanteil an der Oberfläche. Größte Praxisrelevanz zeigt daher eine Haftwertüberprüfung nach Lagerung.

Nutzen für alle realisieren

Statt sich hinter nicht gesicherten Meinungen und Marketingprüchen zu verschansen, wurden in diesem Projekt gemeinsam realistische und für alle nutzbare Ergebnisse gefunden. So erarbeitet man Kundennutzen, der branchenweit genutzt werden kann – und von der Kompetenz der Anbieter zeugt.

Unterschiede erweisen sich vor allem durch die Additivierung. Die Art der Sauerstoffbindung stellt sich zu gleichen Verhältnissen unabhängig von PP-Type oder Vorbehandlungsmethode ein.

Projekthintergrund

Die allgemeine Forschungsthematik „Oberflächenaktivierung von Polyolefinen“ wird bereits seit langer Zeit intensiv beforscht. Zur Thematik Oberflächenaktivierung von Polyethylenen (PE) existieren unzählige Veröffentlichungen. Polypropylen (PP) ist aufgrund seiner thermischen und mechanischen Eigenschaften gegenüber dem PE grundsätzlich als höherwertig anzusehen. Die Schwachstelle des Polymers liegt jedoch in der oxidativen Schädigung, welche häufig zur Versprödung und Ermüdung des Materials führt. Beispielsweise wäre PP ohne Zusatz von Antioxidantien aufgrund der zu starken oxidativen Schädigung thermoplastisch nicht verarbeitbar. Grund ist die durch Autooxidation relativ leicht angreifbaren CH-Gruppe des PP, welche je Molekülheit auftritt. Diese Vielzahl an Angriffstellen führt zur relativ geringen Beständigkeit gegenüber dem oxidativen Angriff durch Luftsauerstoff. Deshalb werden dem Polymer Antioxidantien zugefügt, welche durch Abfangen der Sauerstoffradikale diese Abbaureaktion stark reduzieren.

Die Oberflächenaktivierung von Polyolefinen hat die gezielte oberflächliche Oxidation der Kunststoffe zum Ziel. Dadurch sollen gezielt Carbonyl-(C=O) und Hydroxy-(OH)-Funktionalitäten eingeführt werden, um damit die Oberflächenspannung zu erhöhen und die Benetzbarkeit und Haftfestigkeit (Adhäsion) für Klebstoffe, Drucke, Lacke und Beschichtungen zu steigern.

Bei PP treten deutlich größere Schwierigkeiten bei dieser „gezielten oxidativen Schädigung“ auf. Dies liegt vor allem in der so genannten oberflächlichen „Degradation“ des Polymers. Dies bedeutet, dass es durch den starken oxidativen Angriff zu einem oberflächlichen Abbau des Materials kommt, welcher sich in der Bildung niedermolekularer, hochoxidierter Moleküle äußert. Diese niedermolekularen Verbindungen liegen sodann ohne weitere Anknüpfungspunkte an die Polymermatrix vor und bilden eine mechanisch sehr instabile Grenzschicht. Dadurch resultiert eine relativ geringe Haftfestigkeit von darauf gebrachten Beschichtungsstoffen oder Klebstoffen.

Projekt PP-Oberflächenaktivierung

Borealis, A-Linz
Tel. 004373276981-0, www.borealisgroup.com/linz

Projekt PP-Oberflächenaktivierung

ODE - Kunststoff-Cluster, A-Linz
Tel. 004373279810-5120
www.kunststoff-cluster.at

Kontakt

Dr. Gerstenberg
TIGRES GmbH
Mühlensstraße 12
D-25462 Rellingen bei Hamburg

T 04101 - 7778 - 88
gerstenberg@tigres.de
www.tigres.de