

GASPERMEATIONSSPERRSCHICHTEN AUF DER INNENSEITE VON LEBENSMITTELVERPACKUNGEN, INSBESONDERE VON GETRÄNKEVERPACKUNGEN, DURCH ATMOSPHÄRENDRUCK-PLASMABEHANDLUNG

BMWi IGF 18562 BG | Laufzeit: 01.2015 – 06.2017 | Cornelia Stramm, Fraunhofer IVV Freising; Anett Müller, IPF Dresden; Frauke Junghans, FILK Freiberg
Categories: Technical Textiles/Composites

PROJEKTZIEL

Forschungsziel des Projektes war die Entwicklung und Herstellung von Permeationssperrschichten auf Getränkeverpackungen mit Atmosphärendruck-Plasmaverfahren. Diese Sperrschichten sollten gute Barriereeigenschaften gegen das Eindringen und Entweichen von Sauerstoff, Kohlendioxid und Wasserdampf aufweisen. Dazu sollten die Prozessparameter der Atmosphärendruck-Plasmabehandlung für die Innenbeschichtung der Getränkeflaschen gefunden und optimiert werden. Ausgehend von flächigen Substraten sollte die Beschichtung anschließend auf 3D-Formteile übertragen und angepasst werden. Des Weiteren sollte auch der Beschichtungsprozess im Plasma hinsichtlich der industriellen Anwendung optimiert werden (Beschichtungsgeschwindigkeit, Mehrfachbeschichtung).

LÖSUNGSWEG

Im Rahmen des Projektes wurde zunächst der Kalkwassertest (KWT, Schnelltestmethode) für Parameterstudien an flächigen Beschichtungen entwickelt. Hierbei konnten Übereinstimmungen mit den Sauerstoff-Permeationsmessungen für Kreuzbeschichtungen mit 40 g/h Precursor (unabhängig von der Art des Precursors) und hohen Beschichtungsgeschwindigkeiten von 400 mm/s ermittelt werden. Der Kalkwassertest lieferte darüber hinaus Informationen zum Permeationsverhalten bzw. dem zeitlichen Ablauf der Phasen der Permeation (defekt- oder flächendominiert). Eine Reduzierung der Defektdichten in den Beschichtungen führte zu niedrigeren Permeationswerten (KWT).

ERGEBNISSE

Die chemische Analytik der Beschichtungen zeigte, dass sich der Kohlenstoffanteil in den Plasmapolymerschichten über die Prozessparameter variieren und steuern ließ. Eine signifikante Abnahme des Kohlenstoffgehalts konnte bei HMDSO (von 21 auf 5 Atom-%) ermittelt werden, eine geringere Reduzierung bei HMTSO und TMDSO als Precursor. Die Permeationsbarrieren verbesserten sich bei Plasmapolymerschichten mit geringen Kohlenstoffgehalten deutlich. Unter Verwendung von Standardbeschichtungsparametern (40 g/h Precursormenge, 400 mm/s Beschichtungsgeschwindigkeit, 10-12 mm Substrat-Düsenabstand) mit HMDSO als Precursor wurden glasartige Schichten auf den Folien abgeschieden, die gute Permeationsbarrieren darstellten. Mit den verwendeten Beschichtungsanlagen konnte die Permeation der flächigen Materialien auf 35 % bei PET und 36 % bei PP im Vergleich zur unbeschichteten Referenz reduziert werden. Der beste Permeationswert lag bei $5 \text{ cm}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar})$, was einem Barriere-Verbesserungsfaktor von 3 entspricht. Der Barriere-Verbesserungsfaktor (Barrier Improvement Factor – BIF) stellt das Verhältnis von Permeationskoeffizienten eines Referenzmaterials zum Barrierematerial dar. Damit konnten im Vergleich zur SiO_x -Beschichtung im Niederdruck-Plasmaverfahren 50 % des Benchmarks erzielt werden. Die Beschichtung von 3D-Körpern (z. B. Joghurtbecher) war mit Atmosphärendruck-Plasmen möglich. Hier wurde eine Reduzierung der Sauerstoff-Permeation auf 67 % im Vergleich zur unbeschichteten Referenz erreicht.

Die chemische Stabilität der Plasmapolymerschichten war unter Einwirkung von 15%igem Ethanol und Olivenöl gegeben. Jedoch traten bei der Behandlung mit 3%iger Essigsäure und 2%iger Natronlauge leichte Veränderungen (Anätzen der Schichten) auf.

Die abgeschiedenen Plasmapolymerschichten wiesen eine gute Haftung zu den Folien und auch den 3D-Körpern auf. Die Beschichtungen platzten unter mechanischer Belastung (Knicken) nicht ab. Bei der lebensmittelrechtlichen Konformitätsprüfung lag das Migrationspotential sowohl von HMDSO- als auch TEOS-Beschichtungen unterhalb der vorgegebenen Grenzwerte. Das Ziel des Forschungsvorhabens wurde teilweise erreicht.

Bericht anfragen

DANKSAGUNG

Das IGF-Vorhaben 18562 BG der Forschungsvereinigung „Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V. (IVLV), Gigenhauser Str. 35, 85354 Freising“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie**