

Mehr Energie ...

Kunststoffe durch Fluorierung vorbehandeln

Simone Fischer, Lauterbach

Um die Kleber- oder Farbhaftung auf dem Bauteil zu gewährleisten, werden Kunststoffteile direkt mit einer Corona-Entladung aktiviert. Besitzt das zu aktivierende Bauteil eine komplizierte Geometrie, reicht eine 2D-Vorbehandlung nicht aus. Hierfür ist eine Aktivierung in der Fluor-Gasphase geeignet.

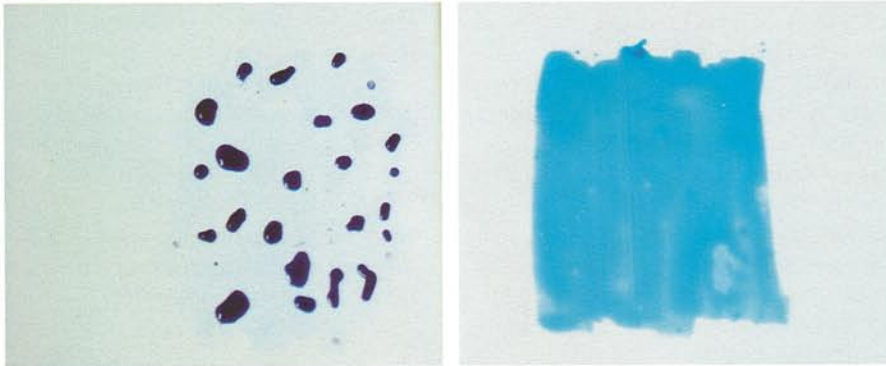


Bild 1. Nicht benetzende (links) und benetzende Polymeroberfläche (rechts)

Für eine optimale Haftung von lösemittelhaltigen Druckfarben, Lacken und Klebstoffen auf Kunststoffen reicht eine Oberflächenenergie von etwa 36 mN/m beziehungsweise ein polarer Charakter wie bei PVC aus. Um auf unpolare Werkstoffe wie Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP) eine Haftung zu gewährleisten, ist eine Vorbehandlung notwendig.

Oberflächenenergie durch Fluor erhöhen

Für eine gute Benetzung (Bild 1) ist beim Applizieren von wasserbasierenden Systemen eine Oberflächenenergie von mindestens 44 mN/m erforderlich. Das garantiert nicht zwangsläufig eine gute Haftung. Die Vorbehandlung des Substrats und die aufzutragende Beschichtung müssen immer aufeinander abgestimmt werden. Eine Alternative zu den bisher-

gen Vorbehandlungsverfahren ist die Gasphasenfluorierung, die für die Oberflächenmodifizierung von Kunststofffolien oder -stückgütern verwendet wird. Hierbei werden Wasserstoffatome (H) in der Polymeroberfläche durch Fluoratome (F) ersetzt (Bild 2). Das führt an den äußeren Polymerketten zu einer Bildung polarer Gruppen. Da es sich bei den entste-

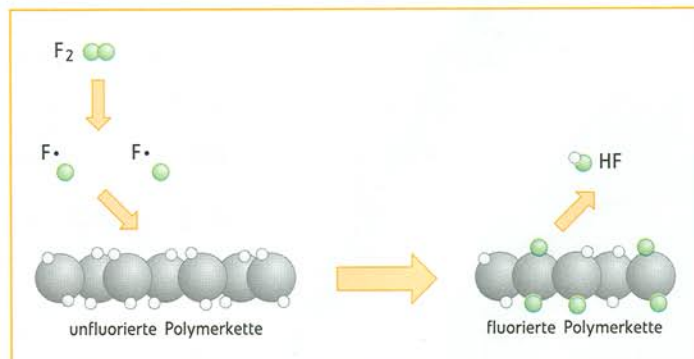


Bild 2. Substitutionsreaktion bei der Fluorierung

henden Kohlenstoff-Fluorbindungen um chemische Bindungen/Atombindungen (Bindungsdissociationsenergie $H_3C-F \approx 450 \text{ kJ/mol}$) handelt, ergibt sich eine sehr gute Langzeitstabilität der Oberflächenmodifizierung.

In Gegenwart von Sauerstoff können sich an den geschaffenen Radikalstellen auch Hydroxyl- (OH-) und Carboxyl- (COOH-) Gruppen bilden, die ebenfalls zur Erhöhung der Oberflächenenergie beitragen. Der polare Anteil kann um ein Vielfaches erhöht werden, obwohl die Gesamtenergie der fluorierten Werkstoffe nicht im gleichen Maß steigt (Tabelle 1). Für die Haftung ist nicht allein der Wert der Gesamtenergie entscheidend, sondern der wesentliche Faktor ist die Höhe des polaren Anteils. Die Substitutionsreaktion vergrößert die Oberfläche. Die aufgetragene Substanz kann sich stärker verankern und verbessert die Haftung.

Kontakt

Fluor Technik System GmbH
36341 Lauterbach/Hessen
Tel. 0 66 41 / 96 85-0
Fax 0 66 41 / 96 85-50
www.fts-de.com

Variierte Fluorierparameter (Tabelle 2), in diesem Fall eine höhere Einwirkdauer, heben den polaren Anteil des EPDM an. Da die Steigerung von der zweifachen auf die vierfache Einwirkdauer keine gravierende Erhöhung der Oberflächenenergie bewirkt, kann man davon ausgehen, dass das Material in einen Sättigungszustand übergeht. Eine längere Verweilzeit in der Kammer hat keinen weiteren Einfluss auf die Oberflächenenergie, da die maximale Aktivierung erreicht ist.

Material	Oberflächenenergie [mN/m] unfluorierter Werkstoff		Oberflächenenergie [mN/m] fluorierter Werkstoff	
	polarer Anteil	Gesamtenergie	polarer Anteil	Gesamtenergie
PP	1,4	34,4	19,2	46,5
PE	1,8	35,2	12,0	49,0
PS	1,7	40,9	17,7	48,0
PC	1,3	43,2	49,2	71,6
ABS	5,2	46,8	18,7	49,9

Tabelle 1.
Oberflächenenergie fluorierter und unfluorierter Werkstoffe

Die Fluorkonzentration und die Temperatur sind weitere Parameter, die das Fluorierergebnis beeinflussen. Die Höhe der Fluorkonzentration ist vom vorzubehandelnden Kunststoff und der gewünschten Aktivierung abhängig. Mit einer Temperaturerhöhung kann jede chemische Reaktion beschleunigt beziehungsweise intensiviert werden. Die meisten Fluor-Vorbehandlungen erfolgen bei Raumtemperatur, da die Reaktivität des Fluors sehr hoch ist und zu guten Ergebnissen führt.

Fluoriervarianten

Die Fluorierung ist für nahezu alle Polymere mit Ausnahme von Polytetrafluorethylen (PTFE) geeignet. Bei einer Fluorierung in der Vakuumkammer spielt die Geometrie des Bauteils keine Rolle. Auf diese Weise werden Lüftergitter, Zahnräder, Kondensatorbecher, 3K-Membranen, Schalterelemente, Haltegriffe, Führungsprofile, Radiotasten und -blenden gleichmäßig aktiviert. Je nach Produkt und Anforderung bringt man die Teile als Schüttgut, Stapelware oder auf Lackieraufnahmen in die Kammer ein.

Folien und technische Textilien werden im Inline-Verfahren von Rolle zu Rolle fluoriert. Die Bahn durchläuft eine Kammer, in der die Aktivierung stattfindet. Die Fluorkonzentration und Durchlaufgeschwindigkeit sind vom Materialtyp und der gewünschten Vorbehandlung abhängig.

Fazit

Die Fluorierung ist für viele Produkte die geeignetste Vorbehandlungsmethode, wenn auf Grund komplexer Bauteilgeometrien, der geforderten Langzeitstabilität der Vorbehandlung, des vorgegebenen Materials (2K- oder 3K-Teile, talkum- oder glasfaserverstärkt) oder des gewünschten einschichtigen Auftrags von wässrigen Lack- oder Klebesystemen andere Vorbehandlungsverfahren keinen Erfolg bringen.

Die Autorin dieses Beitrags

Dipl.-Ing. Simone Fischer, Jahrgang 1970, studierte an der Fachhochschule Würzburg Kunststofftechnik und ist Prokuristin bei der Fluor Technik System GmbH, Lauterbach.

Material	Oberflächenenergie [mN/m] unfluorierter Werkstoff		Oberflächenenergie [mN/m] fluorierter Werkstoff		Einwirkdauer
	polarer Anteil	Gesamtenergie	polarer Anteil	Gesamtenergie	
EPDM	9,1	34,9	13,4	41,5	t ₁
EPDM	9,1	34,9	23,2	51,3	2t ₁
EPDM	9,1	34,9	24,4	48,8	4t ₁

Tabelle 2. Polarer Anteil von EPDM nach unterschiedlichen Fluorierzeiten