



Oberflächenmodifikation von Elastomerbauteilen mittels Plasma

Mit Hilfe spezifischer Plasma-Verfahren hat Dätwyler Rubber die Haftreibung von Elastomerbauteilen erheblich minimiert. Deren Funktionsfähigkeit, zum Beispiel in Ventilanwendungen, konnte dadurch deutlich verbessert werden.

Die entscheidenden Faktoren für die Funktion eines Elastomerbauteils sind seine geometrische Auslegung und die Wahl des Werkstoffs. Für viele Anwendungen sind aber auch seine Oberflächeneigenschaften von grosser Bedeutung. Ein Ventil muss sich beispielsweise innerhalb von Millisekunden öffnen, auch wenn es über längere Zeit geschlossen war. Bei automatischen Zuführungslinien dürfen Elastomerteile nicht aneinander kleben.

Auf die Funktion eines Ventils übertragen heisst das, dass Tacking vor allem dann auftritt, wenn es längere Zeit geschlossen war und sich schnell öffnen soll. Anker mit plasmamodifizierten Elastomeroberflächen bieten hier eine innovative Lösung, da sie für eine deutlich verbesserte Ventilfunktion sorgen.

Plasmabehandlung und Prozesse

Die Plasmabehandlung der verschiedenen Elastomerbauteile erfolgt bei Dätwyler Rubber in einer Niederdruckplasmaanlage. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um einen Schüttgutprozess in einer Drehtrommel. Für spezielle Teile, die keinen Schüttgutprozess erlauben, werden entsprechende Lehren angefertigt und die Teile darin behandelt. Alle diese Prozesse sind spezifisch auf die jeweiligen Teile abgestimmt, lassen sich aber in zwei Gruppen aufteilen: Bei Antitack-Prozessen funktionalisiert Dätwyler Rubber die Bauteile im Plasma mit unterschiedlichen Gasen. Bei Beschichtungsprozessen wird durch Plasmapolymerisation eine Schicht im Nanometerbereich auf die Elastomeroberfläche aufgebracht.



Niederdruckplasmaanlage mit Drehtrommel.

Reaktionen an der Elastomeroberfläche

Plasmen werden durch die Ionisation von Gasen erzeugt. Sie sind ein hochreaktives Gemisch aus neutralen Atomen, Ionen, hochenergetischen Elektronen und einer Vielzahl angeregter Moleküle. Dieses Gemisch ermöglicht eine chemische und strukturelle

Modifikation der Elastomeroberfläche. Gesteuert wird die Modifikation unter anderem durch die Wahl der eingesetzten Gase oder plasmapolymersierbaren Substanzen, die Prozessdauer und den Energieeintrag. Im Plasma entsteht zudem energiereiche UV-Strahlung. Diese erzeugt an der Elastomeroberfläche Radikalstellen und führt so zu einer Nachvernetzung an der Oberfläche.

Der Niederdruckplasmaprozess läuft bei Raumtemperatur ab, und alle Reaktionen sind auf die obersten Atomlagen der Elastomeroberfläche beschränkt. Somit hat die Plasmabehandlung keinen Einfluss auf die makroskopischen physikalischen Eigenschaften des Werkstoffes wie etwa Modul, Zugfestigkeit und Reissdehnung.

Oberflächenanalytik

Um die Veränderungen an der Oberfläche des Werkstoffs zu analysieren, stehen Dätwyler Rubber verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Die chemische Modifikation lässt sich mit IR-Spektroskopie und EDX-Analyse untersuchen. Unterschiede in der Oberflächentopographie können in Zusammenarbeit mit Universitäten mittels Rasterkraftmikroskopie (AFM) analysiert werden.

Durch die chemische Funktionalisierung und die veränderte Rauigkeit der Oberflächen ändert sich auch das Benetzungsverhalten des Werkstoffs gegenüber Wasser oder Testtinten mit definierter Oberflächenspannung. Eine entsprechende Überprüfung der plasmabehandelten Teile kann als Schnelltest dienen.

Reduzierte Reibkräfte

Die Reibungsmessungen an den Elastomerbauteilen führt Dätwyler Rubber in einem Temperaturbereich von -50 bis +200°C durch. Sowohl die Antitack-Behandlung als auch die Plasmabeschichtung von Teilen führt zu deutlich reduzierten Haftkräften. Da dieser Effekt stark mit dem jeweiligen Elastomerwerkstoff und der Teilegeometrie zusammenhängt, wird für jedes Teil ein optimierter Prozess entwickelt. Die Beschichtung zeigt vor allem bei Kälte deutliche Vorteile: Da die Oberfläche nach der Behandlung hydrophob ist, werden zusätzliche Klebeeefekte durch anfrierende Feuchtigkeit minimiert.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten

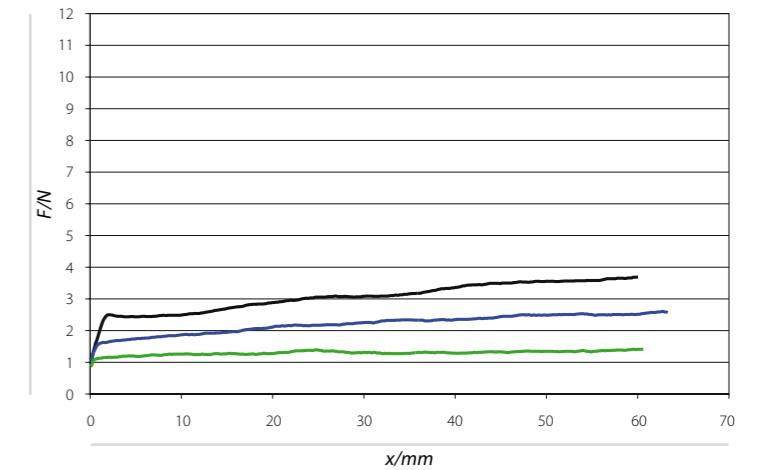
Die Plasmatechnologie hat sich auch bei Anwendungen in ganz anderen Gebieten bewährt. Dätwyler

Rubber fertigt beispielsweise seit Jahren ein Gummi-Kunststoff-Verbundteil in Serie, bei dem die Haftung durch Plasmaaktivierung des Kunststoffteils erreicht wird. Zudem kann man mit Hilfe dieser Technologie die Benetzung von Haftvermittlern auf Metalloberflächen verbessern und damit die Haftung optimieren. Diese Beispiele zeigen, wie die von Dätwyler Rubber entwickelten Plasma-Prozesse nicht zuletzt auch den Kunden Wettbewerbsvorteile verschaffen können.

Dr. Frank Schön
Werkstoffentwicklung Automotive
frank.schoen@daetwyler-rubber.com

- ohne Plasma
- Antitack
- Plasmabeschichtung

Haft-/Gleitreibung, FKM-Proben bei RT:



Haft-/Gleitreibung, FKM-Proben bei RT belastet, bei -10°C gemessen. Proben mit Plasmabeschichtung zeigen in der Kälte deutliche Vorteile.

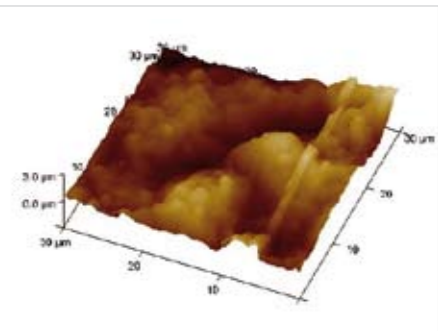
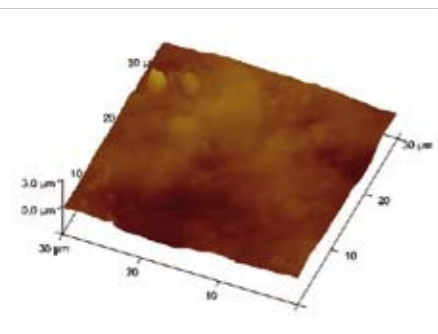
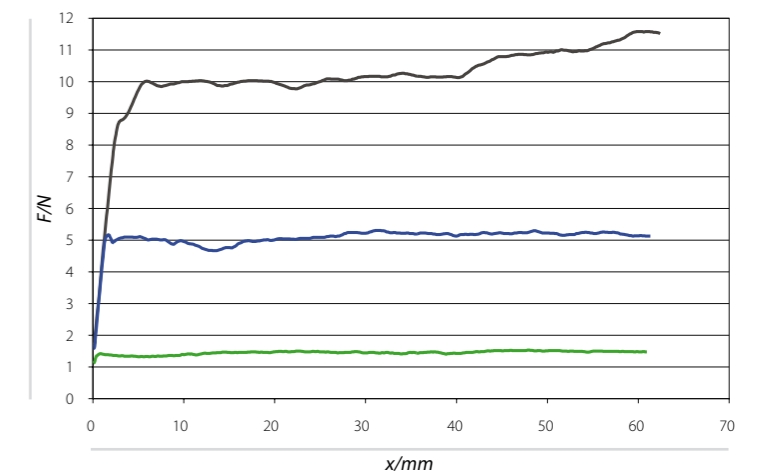


Bild oben: Unbehandelter FKM-Werkstoff mit glatter Oberflächentopographie (AFM-Aufnahme).

Bild unten: FKM-Werkstoff nach Plasma-beschichtung mit strukturierter Oberflächentopographie (AFM-Aufnahme).

Um die Klebeneigung (Tacking) von Elastomerwerkstoffen zu minimieren und somit die Funktion der Teile zu optimieren, hat Dätwyler Rubber in den letzten Jahren einige innovative Plasma-Prozesse entwickeln können. Wie effizient die dadurch erzielten Oberflächenmodifikationen sind, hat sich bereits bei verschiedenen Teilen bestätigt, unter anderem bei Ankern mit einer Gummischicht aus Fluorkautschuk (FKM).

Tacking-Effekte bei Elastomeren

Tacking bei Elastomeren hat im Wesentlichen zwei Ursachen: Adhäsions- und Hysteresereibung. Zum einen gibt es vor allem bei polaren Elastomeren wie FKM intermolekulare Wechselwirkungen zwischen den Elastomerketten und dem Reibpartner (van der Waals-Kräfte, Dipolkräfte). Zum anderen tragen bei rauen Oberflächen verstärkt Hysterese-Effekte zur Reibung bei. Ursache dafür ist, dass die Elastomerketten aufgrund des viskoelastischen Verhaltens unter Druck in die Poren des Reibpartners (z.B. Metall) eindringen. Werden Elastomer und Metall gegeneinander bewegt, kommt es an der Grenzfläche

zu einer Deformation der Elastomerketten und somit zu einer Energiedissipation. Dieser Effekt hängt stark von der Temperatur und der Frequenz ab, da sie das Relaxationsverhalten des Elastomers massgeblich beeinflussen.