

1 Beschichteter Radialwellendichtring mit reduzierter Reibung (Friction^{PLAS}).

REIB- UND VERSCHLEISS-MINDERUNG DURCH FUNKTIONALE PLASMABESCHICHTUNGEN

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

– Klebtechnik und Oberflächen –

Wiener Straße 12
28359 Bremen

Institutsleiter
Prof. Dr. Bernd Mayer

Kontakt

Plasmatechnik und Oberflächen – PLATO –
Dr. Dominik Paulkowski
Telefon +49 421 2246-677
dominik.paulkowski@ifam.fraunhofer.de

Dr. Ralph Wilken
Telefon +49 421 2246-448
ralph.wilken@ifam.fraunhofer.de

www.ifam.fraunhofer.de

© Fraunhofer IFAM

Status quo

In vielen technischen Anwendungsbereichen werden reibungs- und verschleißmindernde Beschichtungen auf metallischen Werkstoffen heute erfolgreich eingesetzt, um die Lebensdauer zu verlängern und Energieersparnis zu ermöglichen. Dagegen stellt ihr Einsatz auf flexiblen Kunststoffen – insbesondere auf Dichtelementen aus Elastomeren (»Gummi«) – besondere technische Ansprüche an die Beschichtung.

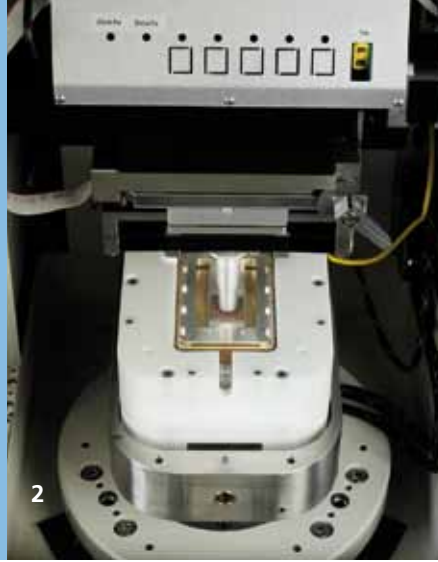
Friction^{PLAS}- und Friction^{PLAS}black-Beschichtungen aus dem Fraunhofer IFAM

Hierfür haben die Experten von Plasmatechnik und Oberflächen PLATO verschiedene plasmapolymere sowie polymerähnliche Beschichtungen entwickelt. Diese erfüllen

unterschiedlichste Anforderungen an Flexibilität bei gleichzeitig geringer Reibung und geringem Verschleiß auf Kunststoffen und Elastomeren – Friction^{PLAS} – sowie Kunststoffen und Metallen – Friction^{PLAS}black. Zusätzlich sind Beschichtungen entwickelt worden, die die Haptik elastomerer Werkstoffe deutlich verändern können.

Vorteile der Friction^{PLAS}- bzw. Friction^{PLAS}black-Beschichtungen

Härte und Dicke der Beschichtungen lassen sich dem Substratmaterial und der Anwendung anpassen. Dabei kann innerhalb eines Nanohärtebereichs von 0,04 bis 20 GPa gewählt werden. Die Dicke der Beschichtungen beträgt meist 0,5 bis 4,0 µm. Es wird eine geringe Reibung in einem weiten Geschwindigkeitsbereich erreicht – selbst unter ungeschmierten Bedingungen.



Für Elastomere kann die Beschichtung so flexibel hergestellt werden, dass die elastomeren Eigenschaften des Substrats nicht negativ beeinflusst werden. Darüber hinaus weist die Beschichtung eine bedeutende chemische Beständigkeit gegen Schmierstoffe und eine gute thermische Stabilität bis 250 °C auf. Es werden konstante Oberflächeneigenschaften bei hohen und niedrigen Temperaturen erzielt.

Die beschriebenen Beschichtungen sind Dünnschichten, sodass Fertigungstoleranzen im Allgemeinen unterschritten werden. Sogar feinste Oberflächenstrukturen lassen sich abbilden. Zudem erlaubt das Beschichtungsverfahren eine maßgeschneiderte Haftungsanpassung an den jeweiligen Werkstoff. Weiterhin ist das Verfahren skalierbar und ermöglicht so günstige Beschichtungskosten.

Das Verfahren ist grundsätzlich für kleine und große Bauteile – wie z. B. Radialwellendichtringe, O-Ringe, Kunststoffschienen oder metallische Bauteile (aus Aluminium, Kupfer, Titan, Stahl, Edelstahl etc.) – geeignet.

Einsatzbereiche

Der Einsatzbereich der **Friction^{PLAS}-Beschichtung** erstreckt sich von der Anwendung mit einmaligem, kurzzeitigen Gebrauch – wie etwa der Montage – bis hin zur kontinuierlich wiederholenden Bewegung, beispielsweise bei Pneumatikzylindern oder Radialwellendichtungen (Abb. 1).

Aufgrund der geringen Anhaftkräfte (Adhäsionsminderung), die an der Bauteil abgewandten Beschichtungsfläche vorliegen, ist die Beschichtung auch zur Vermeidung von »Montag-Morgen-Effekten« sowie längerfristigen Anhaftungen statischer Kontakte geeignet.

Die **Friction^{PLAS}black-Beschichtung** ist dagegen härter ausgelegt und wird daher für Kunststoffe und Metalle eingesetzt. Sie ist sehr verschleißfest und kann z. B. Eloxaloberflächen ersetzen.

Messtechnik

Zur Evaluierung der Reibkräfte von Bauteilen mit und ohne Beschichtung steht ein vielseitiges Tribometer (Abb. 2+3) zur Verfügung. Hiermit kann die Reibung sowohl im trockenen als auch im geschmierten Zustand bei Temperaturen bis 150 °C ermittelt werden.

Zusätzlich lassen sich mit dem breiten Spektrum an oberflächenanalytischen Möglichkeiten des Fraunhofer IFAM die Zustände vor und nach Reib- und Verschleißtests untersuchen.

Technische Daten

Friction^{PLAS}-Beschichtung

- Plasmapolymere (organisch bis glasartig)
- Nanohärte $H = 0,04-7,00$ GPa
- Reibkoeffizient¹ gegen trockene Stahlkugel $\mu_{\text{Stahl}} = 0,17$
- Oberflächenenergie 21,3-41,0 mN/m

Friction^{PLAS}black-Beschichtung

- Polymerähnlich bis diamantartig
- Nanohärte $H = 7-20$ GPa
- Reibkoeffizient¹ gegen trockene Stahlkugel $\mu_{\text{Stahl}} = 0,14$
- Oberflächenenergie 32-38 mN/m
- Si:DLC (a-C:H:Si) mit Dotierung von 3 % Si

¹ Die Reibkoeffizienten sind u. a. stark von Kontaktgeometrie, Rauigkeit, Belastung und Deformationsverhalten von Probe und Gegenkörper abhängig.

- 2 *Vielseitiges Tribometer (UMT3) mit oszillierendem Antrieb.*
 3 *Tribologisches Testscenario: Kugel gegen oszillierende Elastomerplatte.*