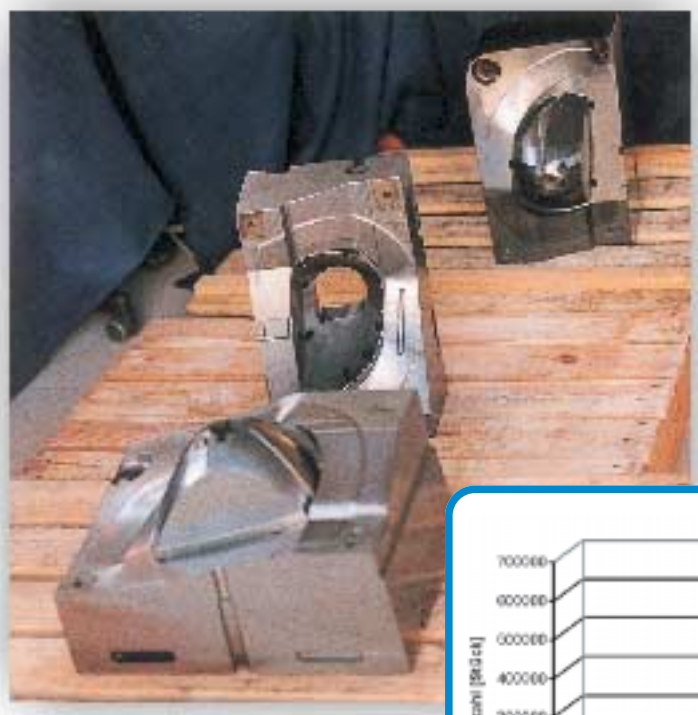
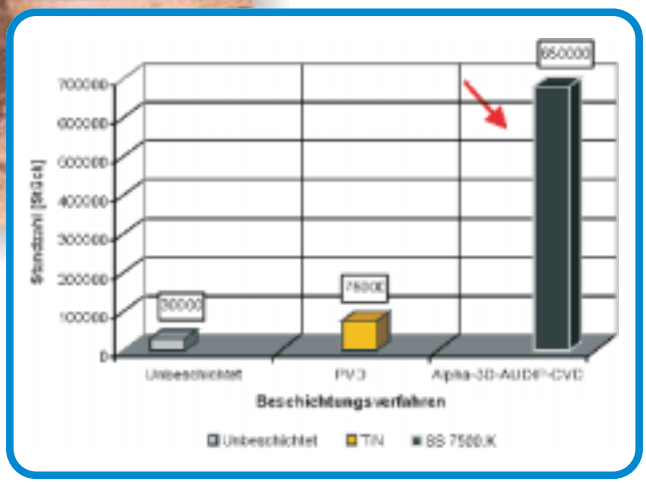
Oberflächenveredelung von Spritzgießformen

Um den Faktor 7 haltbarer



Beschichtungen sind aus der Produktion nicht wegzudenken. Erhöhen sie die Standzeit etwa von Formen oder Heißkanaldüsen doch erheblich. Besonders leistungsfähig sind Beschichtungen nach den niedrigenergetischen Alpha-3D-Audip-CVD-Verfahren. Standzeitverlängerungen gegenüber konventionell beschichteten Spritzgießformen um den Faktor 7 oder sogar um das 26fache bei Heißkanaldüsen sind keine Ausnahme.



Bei der Herstellung von Autoscheinwerfern ließ sich die produzierte Menge bei einer mit dem Schichtsystem SS 7500.K beschichteten Spritzgießform von 76 000 (TiN-beschichtet) auf 680 000 erhöhen

Das teuerste Teil in einer Spritzgießmaschine ist die Spritzgießform. Je komplizierter die geometrische Form und je exklusiver das Design der Kunststoffteile ist, desto schwieriger und teurer ist die Fertigung einer entsprechenden Hochleistungsspritzgießform. Unter diesem Begriff versteht man mittlerweile eine Form, die sich durch besonders hohe Abriebfestigkeit gegen Füllstoffe wie Titandioxid (Mikrohärte bis 2600 HV), Aluminiumoxid (2400 HV), Glasfaser (bis 1250 HV), sehr gute Wärmeleitfähigkeit, stabile Langzeitwarmfestigkeit, große Resistenz gegen chemische Angriffe, gute Entformbarkeit und hohe Langzeitmaß- und Langzeitformstabilität auszeichnet.

Ausschlaggebend für die Haltbarkeit einer Form sind Faktoren wie:

- Anzahl der zu fertigenden Spritzgießelemente,
- physikalische und chemische Eigenschaften des Kunststofftyps,
- Füllstofftyp und Füllstoffform, wie kurze oder lange Fasern, Kristalle unterschiedlicher Größe und Form und dergleichen,
- physikalische Eigenschaften der verwendeten Füllstoffe, wie die Mikrohärte, Reibungskoeffizient, Sprödigkeit, natürliche Oberflächenrauheit,

Dr. Lienhard J. Paterok, Dr. Leonhard F. Paterok, Technisches F&E-Zentrum für Oberflächenveredelung und Hochleistungswerkzeugbau Dr.-Ing. Lienhard J. Paterok, Schömberg-Langenbrand

PLASTVERARBEITER

Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf plastverarbeiter.de!

Hier klicken & informieren!

Schichtsystem SS7500.K, Vergrößerung Faktor 1000

- oder die Oberflächenqualität der zu fertigenden Kunststoffteile, um nur einige Faktoren zu nennen.

Eine wichtige Rolle spielen zum Beispiel auch die Resistenz der Form gegen chemischen Angriff von heißen Polymerisations-Nebenprodukten oder die Neigung zur Benetzung mit ausgehärteten Kunststoffen.

Nach diesen Prinzipien und Kriterien gebaute Formen werden immer mehr in der Fertigung von hoch mit Füllstoffen legierten Kunststoffen (bis zu 90 %) eingesetzt. Sie unterliegen einem besonders hohen Verschleiß. Die Abnutzungsgeschwindigkeit ist von der Füllstoffmenge und dem Füllstofftyp (Aluminiumoxid, Glasfaser, Kalziumkarbonat, Siliziumkarbid, Talkum, Titandioxid) abhängig. Die Mikrohärte dieser Hartstoffe, die zwischen 1000 HV und 2600 HV liegt, ist die Ursache für eine intensive abrasive Abnutzung der gehärteten Stahloberfläche (etwa 900 HV) einer Spritzgießform.

Um eine entsprechende Oberflächenresistenz in einem Spritzgieß-Werkzeug zu erzielen, muss die Oberfläche einer Form mindestens auf das Mikrohärteniveau des sich im Kunststoff befindenden Füllstoffs gebracht werden. Derzeit gibt es jedoch keine massiven Werkstoffe, die dieser Anforderung genügen. Abhilfe schaffen bei abrasiven Kunststoffen nur entsprechende Oberflächenveredelungsverfahren. Problematisch dabei ist, dass die Spritzgießformen aus unterschiedlichsten geometrischen Formen mit Sacklöchern, Sackbohrungen, konkaven und konvexen Oberflächenbereichen mit unterschiedlichen Tiefen, bestehen. Das schränkt die Auswahl der geeigneten 3D-Beschichtungsverfahren deutlich ein. Gut geeignet sind jedoch das niedrigenergetische Alpha-3D-Audip-CVD- und das hochenergetische 3D-Audip-CVD-Verfahren. Dagegen sind die klassischen CVD- und PVD-Verfahren für die Innenbeschichtung von Formen nicht geeignet.

Gezielt für Spritzgießformen optimiert

Das im Technischen F & E-Zentrum für Oberflächenveredelung und Hochleistungswerkzeugbau in Schömberg-Langenbrand 1996 entwickelte niedrigenergetische Alpha-3D-Audip-CVD-Verfahren, wurde in den Jahren 1998 und 1999 für die Beschichtung von Spritzgießformen gezielt optimiert. Dank diverser Verbesserungen können scharfe Schneiden, dünne Stege, delikate Kanten sowohl mit keramischen Hartstoffen der 1. als auch der 2. Generation ohne Schwierigkeiten in beliebiger Dicke beschichtet werden.

Hartstoffe der 1. Generation sind Hartstoffe mit einer kristallinen Struktur, die sowohl mittels

- PVD-Technik im Temperaturbereich zwischen 80 und 700 °C als auch
- mittels CVD-Technik im Temperaturbereich zwischen 750 und 1100 °C hergestellt werden, wie TiN; TiC ; TiCN, WC, Al_2O_3 und andere.

Hartstoffe der 2. Generation sind strukturlose metallische Legierungen und strukturlose keramische Legierungen, die aus einer Vielzahl unterschiedlicher Elemente bestehen können. Abgeschieden werden sie im Temperaturbereich zwischen 80 und 1200 °C.

Mit dem niedrigenergetischen Alpha-3D-Audip-CVD-Verfahren können keramische, strukturlose, multielementige, absolut dichte Mono-, Sandwichschichten und Hartstoffschichtsysteme der 2. Generation an besonders scharfen Schneiden mit einer homogenen Schichtdicke im Bereich zwischen 0,2 µm und 1,3 µm bei Temperaturen zwischen 380 und 480 °C variabel abgeschieden werden. Alle Schichtsysteme der 2. Generation zeichnen sich durch einen relativ niedrigen Reibungskoeffizienten, besonders hohe Härte (abhängig vom Einsatzfall zwischen 1400 HV und 3500 HV), geringe natürliche Oberflächenrauheit, eine bis zu sieben mal höhere Wärmeleitfähigkeit im Vergleich mit Stählen, sehr gute Haftfestigkeit, geringe Neigung zum Benetzen mit Kunststoffen und eine besonders hohe Abriebresistenz aus.

Je geringer die Rauheit einer Formoberfläche ist, desto besser ist der Kunststoffluß. Wird so eine Oberfläche zusätzlich mit einer entsprechenden multielementigen Keramik der 2. Generation veredelt, so sinkt der Reibungskoeffizient entsprechend tief und damit auch die Wärmeentwicklung in der Werkzeugoberfläche. Je geringer die Wärmeentwicklung in der Oberfläche ist, desto geringer ist der negative Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften, wie Festigkeit und Härte des Grundwerkstoffs.

Mittels dieser Verfahren wurden Spritzgießformen für die Fertigung von Hatel-Gehäusekomponenten (Handtelefon-Komponenten) aus einem Kunststoff mit etwa 35 % Glasfaser mit dem Schichtsystem SS7000.T veredelt. Das Resultat ist eine Standzeitsteigerung im Vergleich mit TiCN-PVD-beschichteten

Durch die Innenveredelung von Molybdän-Heißkanal-Spritzgießdüsen ließ sich die Standzahl bei der Verareitung von mit bis zu 70 % Glasfaseranteil verstärkten Kunststoffen im Vergleich mit unbeschichteten Düsen um das 26fache erhöhen (Bilder: Technisches F& E-Zentrum, Schömberg-Langenbrand)

Formen um Faktor 7. Ähnliche Standzeitsteigerungen wurden bei der Veredelung von Spritzgießformen für die Herstellung von Autoscheinwerfern aus einer Kunststofflegierung mit etwa 50 % $CaCO_3$ und 34 % Glasfaser SiO_2 erreicht. Mit unbeschichteten Formen wurden im Schnitt ungefähr 30 000 Scheinwerfer hergestellt. Dank der Beschichtung dieser Form mit TiN (PVD) konnte das Ergebnis auf etwa 76 000 verbessert werden. Eine Beschichtung mit SS 7500.K erhöhte die Standmenge auf etwa 680 000 Stück.

Als bahnbrechend hat sich die Innenveredelung von Molybdän-Heißkanal-Spritzgießdüsen in der Verarbeitung von mit Glasfaser-Verstärkten-Kunststoffen (GFK) bis zu einem Glasfasergehalt von 70 % erwiesen. Hier konnte im Vergleich mit unbeschichteten Molybdän-Heißkanal-Spritzgießdüsen ein Standzahlsteigerungsfaktor von 26 erzielt werden.

Zur Zeit werden noch von einigen Firmen Düsentorpedos zwecks Verschleißminderung mit Hartchrom galvanisch beschichtet. Durch diese Maßnahme steigt die Standzeit beim Verspritzen von Kunststoffen mit einem GF-Gehalt von etwa 20 % maximal um 30 bis 40 %. Werden diese Teile mit TiN (PVD) veredelt, steigt die Standzeit um das dreifache. Unterzieht man diese Düsentorpedos dem Alpha-3D-Audip-CVD-Verfahren und beschichtet diese mit dem Schichtsystem SS7500.K, so verbessert sich die Lebensdauer noch einmal um das vierfache.

Sehr gute Standzahlresultate werden derzeit auch in der Herstellung von Gehäusekomponenten für Elektrorasierer erzielt. Hier gelang es, dank dem Schichtsystem SS 7500.K die Stückzahlen von vorher etwa 110 000 auf 2 800 000 Stück zu erhöhen. Im Augenblick werden in etwa 80 unterschiedlichen Spritzgießfällen sehr gute Standzahlverbesserungen registriert.

Abhängig von der Qualität des Grundwerkstoffs

Die hohe Standzeit einer veredelten Spritzgießform ist jedoch primär von der Qualität des Formengrundwerkstoffs abhängig. Es ist nicht möglich, Werkzeuge schlechter Qualität beispielsweise mit oxidierten Oberflächen, Dichtheitsflächen, Kanten mit Anschmelzungen, verschiedenen Erodierfehlern durch eine Oberflächenveredelung aufzuwerten. Nur im minimalen Ausmaß können einige dieser Defekte mechanisch beseitigt werden. Strukturänderungen in der Randzone, die sehr oft eine Tiefe von mehr als 20 µm erreichen und durch ein zu heißes Schleifen entstehen, sind jedoch nicht mehr zu regenerieren. Das „Ausheilen“ einer Erodierhaut ist, im Gegensatz zu PVD-Verfahren, durch dieses neue Verfahren jedoch zu 99 % möglich.