



Eine neue Beschichtung erweitert den Verschleißschutz für Schnecken gerade bei Verwendung verstärkter Kunststoffe (Bilder: Engel)

Verschleißschutz. In der Spritzgießverarbeitung von heute werden dem Kunststoffgranulat zur Modifikation der Materialeigenschaften immer mehr mineralische Zusatzstoffe und Glasfasern zugesetzt. Diese Gemische stellen

hohe Anforderungen an die Verschleißbeständigkeit der Plastifizierkomponenten. Ein neues Schneckensystem erweitert den Verschleißschutz beträchtlich.

Widerstandsfähige Schnecken

**GOTTFRIED PÖCKL
ERICH HOCHREITER
GEORG STEINBICHLER**

Standardkunststoffe werden in der Regel mit Plastifizierkomponenten verarbeitet, deren Oberflächen vornehmlich durch Nitrieren oder Borieren gehärtet werden. Steigen die Anforderungen durch höhere Gehalte an Füllstoffen, kommen höher legierte Werkzeugstähle zum Einsatz, die durch Vakuumhärten hohe Standzeiten erreichen. Dazu hat die Engel Austria GmbH bereits im Jahr 2000 das Schneckensystem „Marathon“ vorgestellt, das einen hervorragenden Hartmetall-Verschleißschutz bietet, der allerdings mit einer erhöhten Sensibilität gegenüber mechanischen Einflüssen einhergeht.

Nach einem zweijährigen Entwicklungsprojekt und umfangreichen Tests bei ausgewählten Spritzgießverarbeitern bietet das Werkstoffzentrum des österreichischen Spritzgießmaschinenherstellers jetzt eine neue zum Patent angemeldete Hartmetallbeschichtung unter dem Produktnamen „Engel onyx“ an (Bild 1). Das System erreicht die angestrebte Verbesserung bei Schichtzähigkeit und Haftfestigkeit: Die genannten Kennwerte wurden um bis zu 300 % gesteigert. Gleichzeitig konnte die Abrasionsbeständigkeit bei technischen Tests ausgehend vom ohnehin schon hohen Niveau von PM-

Stahllösungen weiter verbessert werden. Die Onyx-Schnecken sind im Durchmesserbereich von 25 bis 70 mm seit April 2009 verfügbar.

Latente Neigung zur Rissbildung

Für die Verarbeitung technischer Kunststoffe mit einem hohen Füllstoffanteil lassen sich wirtschaftlich sinnvolle Standzeiten nur mit hartmetallbeschichteten Plastifizierschnecken erreichen (Bild 2). Die Hartmetallschicht liefert die nötige Abrasionsbeständigkeit, der darunter liegende Stahl trägt die mechanischen Belastungen und sorgt aufgrund der hohen Zähigkeit für eine hohe Sicherheit bei stoßartiger Belastung.

Was in der Theorie klar und einfach klingt, ist in der Praxis nur mit hohem technischen Aufwand zu realisieren, weil Stahlkern und Hartmetall-Außenschicht durch unterschiedliche Materialeigenschaften gekennzeichnet sind. Im Gegensatz zum Stahl weisen Hartmetalle nur eine geringe Zähigkeit auf, weshalb sie die elastische Verformung des Stahls nur sehr eingeschränkt mittragen können und damit latent zur Rissbildung neigen. Eine weitere spezifische Eigenschaft des Hartmetalls ist seine geringe Neigung, eine Haftverbindung mit dem Partner Stahl einzugehen. Dies birgt die Gefahr, dass sich die Beschichtung ablöst. Auslöser dafür ist in der Regel ein Anriss, der entweder durch lokale Überdehnung oder durch eine mechanische Beschädigung entsteht. Ein Ent-



Bild 1. Kennzeichen des hochverschleißfesten Onyx-Schneckensystems ist das gleichmäßig über die gesamte Schneckenkontur aufgetragene Hartmetall-Coating mit hoher Schichthaftung

wicklungsprojekt der Engel Werkstofftechnik hatte zum Ziel, die mechanischen Eigenschaften des Hartmetall-Stahl-Verbands so weit zu verbessern, dass das hohe Potenzial der Hartmetalle für den Verschleißschutz auch in der Praxis dauerhaft genutzt werden kann.

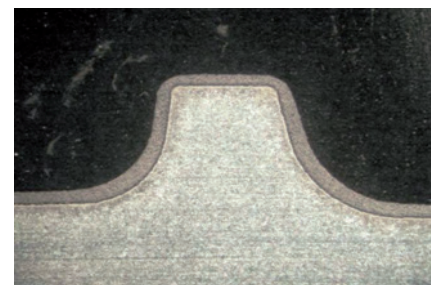


Bild 2. Bei der neuen Schnecke ist gegenüber bekannten Stegpanzerungen der gesamte Förderkanal inklusive Steg mit einer mehrere Zehntelmillimeter dicken Hartmetallschicht geschützt ▶

ARTIKEL ALS PDF unter www.kunststoffe.de
Dokumenten-Nummer KU110149

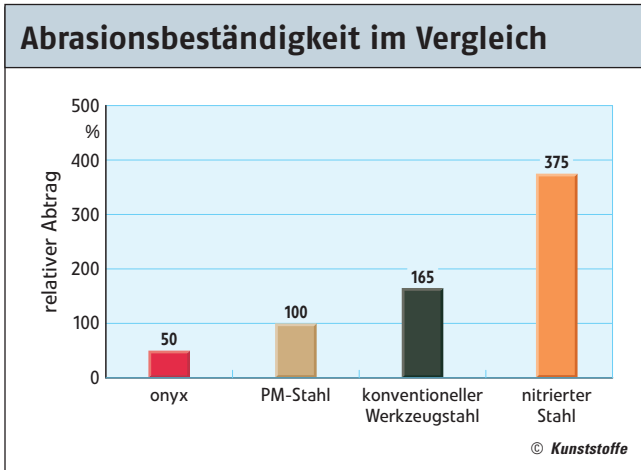


Bild 3. Die Abrasionsbeständigkeit des Onyx-Systems kann gegenüber alternativen Werkstofflösungen wie z. B. pulvermetallurgischen Stählen mindestens verdoppelt werden

dimensionale Geometrie aufweisen und die Beschichtung unter einem Auftreffwinkel von 90° am effektivsten vorstatten geht, ist eine Winkelanstellung des Brenners notwendig.

Eine ausreichende Teilchengeschwindigkeit stellt sicher, dass eine porenarme Schicht auch dann entsteht, wenn der Auftreffwinkel im Randbereich des Strahls von 90° abweicht. Die auftreffenden glühenden Pulverpartikel werden rasch von 1200 auf etwa 150 °C abgeschreckt. Die damit verbundene Volumenabnahme verursacht Zugspannungen in der Schicht. Dem entgegen wirkt die hohe kinetische Energie der nachfolgenden Teilchen, die

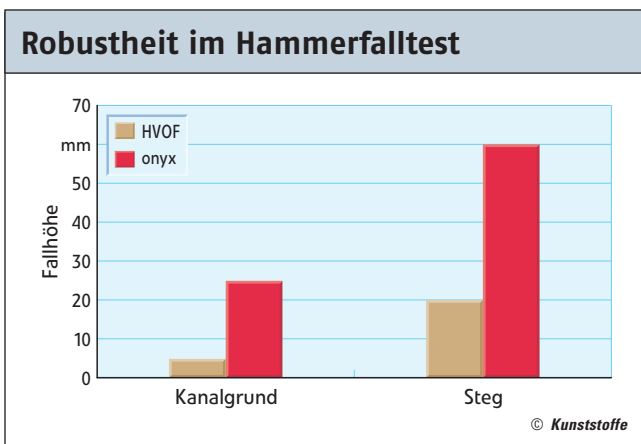


Bild 4. Die Fallhöhe (Fallenergie) bis zum Auftreten erster Oberflächenrisse liegt mit der Onyx-Beschichtung im Vergleich zu HVOF-beschichteten Schnecken um ein Mehrfaches höher

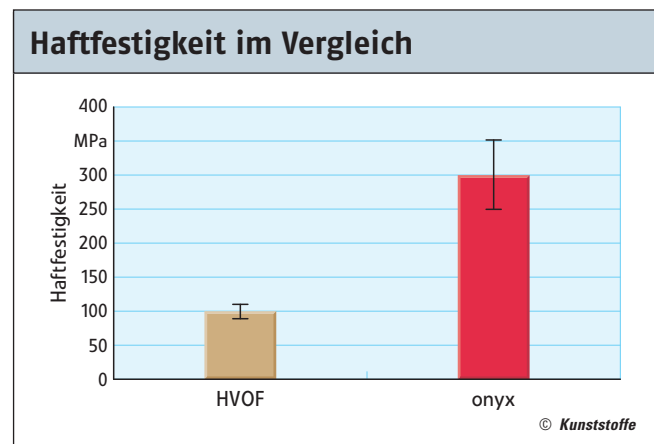


Bild 5. Die Haftfestigkeit der neuen Beschichtung ist gegenüber HVOF-Standardbeschichtungen um etwa 300 % erhöht

Die besten Abrasionseigenschaften erreicht das Hartmetall, wenn die Härte und Zusammensetzung der Matrix auf den Gehalt und Typus der Karbide so abgestimmt ist, dass eine defektarme Schicht bei möglichst hoher Härte und möglichst hohem Karbidgehalt vorliegt (Bild 3). Defekte in Beschichtungen wie Poren, Risse und nichtmetallische Einschlüsse, z. B. Oxide oder Schlacken, sind bevorzugte Angriffspunkte für den Verschleiß. Genau an solchen Fehlerstellen beginnen die Verschleißmechanismen zu wirken. Aus diesem Grund verlangt der Anspruch einer hohen Lebensdauer einen Fertigungsprozess, der die Defekte vollständig vermeidet oder zumindest stark minimiert. Dies ist mit der Entwicklung des neuen Verschleißschutzsystems für Plastifizierschnecken gelungen.

Heißer Teilchenstrahl erzeugt homogene Schicht

Für die Schneckenfertigung wird nur gerades und spannungsfreies Stabmaterial eingesetzt. Der Stab erhält die Schnecken-

rohkontur durch Fräsen oder Wirbeln. Das Entfernen eines großen Volumenanteils bedeutet allerdings, dass innere Spannungen des Materials freigelegt werden. Nur durch mehrmaliges Glühen und Richten kann ein spannungsarmer, nahezu gerader Schneckenrohling hergestellt werden.

Der Schneckenrohling wird in die Beschichtungsanlage gespannt und der Brenner gezündet. Um eventuell vorhandene Restfeuchtigkeit zu entfernen, wird der Brenner mehrmals ohne Pulverzufuhr entlang der Längsachse über die Oberfläche des Rohlings geführt. Erst dann wird die Pulverzufuhr aktiviert. Im Brenner wird das Hartmetallpulver auf eine Temperatur von etwa 1200 °C erwärmt und auf Schall- oder Überschallgeschwindigkeit (300 bis 2000 m/s) beschleunigt. Mit dieser hohen Geschwindigkeit treffen die teilflüssigen Partikel auf den Rohling und verkrallen sich in der aufgerauten Oberfläche. Der heiße Pulverstrahl lässt sich nur schlecht fokussieren – die Auftrefffläche hat einen Durchmesser von etwa 10 bis 20 mm. Da Schneckenrohlinge eine komplexe drei-

beim Aufprall eine plastische Verformung der Schicht bewirkt und Druckspannungen aufbaut. In 30 bis 60 Hüben wird über die gesamte Schneckenkontur – Stegaußendurchmesser, Stegflanke, Radius im Übergang von Steg zu Grund und Schneckengrunddurchmesser – eine weitgehend homogene Schicht aufgebracht.

Die Beschichtung wird in einem Ofen unter Schutzgas oder Vakuum geglüht. Zur Vermeidung von Verzug oder Drehbewegungen werden die Schnecken hängend chargiert. Der gesamte beschichtete Schneckenrohling wird langsam gleichmäßig erwärmt; das damit einhergehende kleine Temperaturintervall minimiert die thermischen Spannungen. Das Gefüge des Grundmaterials wandelt sich beim Aufheizen von kubisch raumzentriertem Ferrit in kubisch flächenzentrierten Austenit – die Beschichtung bleibt unverändert. Während der Haltezeit erfolgt ein Diffusionsausgleich der Legierungselemente der im extremen thermodynamischen Ungleichgewicht vorliegenden Spritzschicht.

Auch die Grenzschicht zum Grundwerkstoff verändert sich, wodurch die Haft-

i	Hersteller
<p>Engel Austria GmbH Ludwig-Engel-Straße 1 A-4311 Schwertberg / Österreich Tel. +43 50 620-0 Fax +43 50 620-3009 www.engelglobal.com</p>	

festigkeit steigt. Nach der Haltezeit wird der Stahl in mehreren Stufen abgekühlt. Die Abkühlgeschwindigkeit beeinflusst wesentlich die Gefügeumwandlung und die Eigenschaften des Schneckengrundwerkstoffs. Eine zu langsame Abkühlung führt zu einem sehr weichen, ferritischen Gefüge. Die mechanischen Eigenschaften reichen dann nicht aus, um die bei der Plastifizierung des Kunststoffes auftretenden Spritzdrücke und Drehmomente in der Spritzgießmaschine zu ertragen. Eine rasche Abkühlung ruft große Längenänderungen des Grundwerkstoffs und starke thermische Spannungen zwischen Grundwerkstoff und Beschichtung hervor. Dies führt zur Bildung von Rissen in der Schicht und zum Verzug der Schnecken.

Gewünschte Stahleigenschaften einstellen

Ein gestufter Abkühlprozess, der die Abkühlgeschwindigkeit entsprechend variiert, vermeidet diese Fehlerquellen, optimiert die Eigenschaften von Beschichtung und Grundwerkstoff und ermöglicht eine Schneckenfertigung nahezu ohne Risse und Verzug. Durch das gezielte Abkühlen ist ein Richten der Schnecken nur in sehr geringem Ausmaß nötig, da die geforderte Geradheit großteils erhalten bleibt. Mit dem anschließenden ein- oder mehrmaligen Anlassen und Glühen bei 400 bis 650 °C (abhängig vom eingesetzten Grundwerkstoff) werden die gewünschten Stahleigenschaften eingestellt. Danach erhalten die Schnecken durch mechanische Bearbeitung – Rundschleifen des Außendurchmessers, Konturschleifen der Stegeometrie sowie Ausfertigen und Polieren von Stegin- und -auslauf – die benötigte Oberflächenrauheit für den Einsatz in der Plastifiziereinheit.

Das Beschichtungssystem zeichnet sich vor allem durch eine verbesserte Robustheit aus. Eine eindrucksvolle Bestätigung dafür ist das Ergebnis des sogenannten Hammerfalltests, mit dem mechanische Außeneinflüsse während der Manipulation in der Werkstatt oder beim Transport als Ersatzteil simuliert werden. Gegenüber anderen Beschichtungssystemen steigt die

maximale Fallenergie bis zum Auftreten erster Anrisse um bis zu 300 % (Bild 4).

Zudem konnte die Haftfestigkeit mit dem Glühprozess deutlich erhöht werden. Während HVOF- (High Velocity Oxygen Fuel) Standardbeschichtungen Haftfestigkeiten zwischen 90 und 110 MPa aufweisen, erreicht das Onyx-Schichtsystem Werte von 250 bis 350 MPa (Bild 5). Der praktische Nutzen dieser verbesserten Messwerte liegt darin, dass die Gefahr der Rissentstehung und des Schichtablösens deutlich verringert wurde.

Stabiles Prozessfenster über einen langen Zeitraum

Wirtschaftlich interessant ist dieser Werkstoffverbund aus zähem Grundwerkstoff und hoch abrasionsbeständiger Beschichtung durch die lokal maßgeschneiderten Eigenschaften und die damit erzielbaren langen Standzeiten. Mit dem neuen Verschleißschutzsystem für Plastifizierschnecken gelingt es durch die weitestgehend gleichbleibende Schneckenkanalgeometrie, auch bei Verarbeitung hochgefüllter Kunststoffe ein stabiles Prozessfenster über einen langen Zeitraum zu sichern. ■

DIE AUTOREN

DI DR. GOTTFRIED PÖCKL, geb. 1967, ist Leiter Werkstoffentwicklung der Engel Austria GmbH, Schwertberg; gottfried.poeckl@engel.at

DIPL.-ING. ERICH HOCHREITER, geb. 1969, ist Leiter Technologieentwicklung Plastifiziersysteme bei Engel; erich.hochreiter@engel.at

DI DR. GEORG STEINBICHLER, geb. 1955, ist Leiter Forschung und Entwicklung bei Engel; georg.steinbichler@engel.at

SUMMARY KUNSTSTOFFE INTERNATIONAL

Resistant Screws

WEAR PROTECTION. Modern injection molders add increasing amounts of mineral additives and glass fibers to their plastics molding compounds to modify the material properties. These mixtures make severe demands on the wear resistance of the plastifying components. A new screw system significantly improves the wear protection.

NOTE: You can read the complete article in our magazine **Kunststoffe international** and by entering the document number **PE110149** on our website at www.kunststoffe-international.com