

Zündeln unerwünscht

Halogenfreie und verschleißarme Hochtemperatur-Compounds auf Polyamidbasis

Durch geeignete Zusatzstoffe rücken die Eigenschaften von Polyamiden zunehmend an das Niveau von Hochleistungskunststoffen heran. Eine leichtfließende Polymermatrix, kombiniert mit geeigneten Additiven, kann so die Lücke zwischen herkömmlichen Polyamiden und Werkstoffen wie Polyphthalamid (PPA) und PA46 schließen.

Flammgeschützte Polyamide (PA) haben sich seit Jahren als bevorzugte Werkstoffgruppe in verschiedenen Einsatzbereichen von der Reihenklemme bis hin zum Leitungsschutzschalter etabliert und dabei in Europa häufig Duroplaste ersetzt. Hierbei ermöglicht eine zielgerichtete Additivierung der Polyamid-Basismatrix, ein breites Eigenschaftsspektrum abzudecken und verschiedene Brandschutzklassen einzustellen. Dabei bieten Polyamide aufgrund ihrer hohen Isolationseigenschaften ein großes Maß an Sicherheit, auch unter kritischen Einsatzbedingungen. Fortschreitende Miniaturisierung und zunehmende Funktionsintegration stellen in der Elektrotechnik und Elektronikindustrie (E&E) konstante Herausforderungen dar. Darüber hinaus müssen viele technische Bauteile kontinuierlich steigenden Temperaturen bei gleichzeitiger Verringerung der Wanddicken standhalten. Je weiter diese Entwicklungen voranschreiten, desto häufiger können etablierte Polyamidcompounds auf PA6- und PA66-Basis diesen Anforderungen nicht mehr gerecht werden.

Als Reaktion darauf wurden in den letzten Jahren von verschiedenen Rohstoffherstellern flammgeschützte Polyamidcompounds mit höherer Wärmebeständigkeit zur Marktreife gebracht. Viele dieser neuen Materialien unterscheiden sich von den bestehenden Werkstoffen in zahlreichen Eigenschaften wie Schmelzpunkt, Fließfähigkeit, Dimensionsstabilität, Feuchtigkeitsaufnahme, Alterungsbeständigkeit und mechanischer Leistungsfähigkeit. Zu den bekanntesten Basispolymeren in dieser Kategorie gehören Poly-



Neuer Schaltschütz von ABB (links) mit Komponenten aus dem Werkstoff Technyl One (rechts)

(© Solvay)

phthalamid (PPA) und PA46. Des Weiteren haben sich verschärfte Umweltauflagen in der Elektro- und Elektronikindustrie signifikant auf die Auswahl und Zusammensetzung der Additivsysteme in Kunststoffen ausgewirkt, insbesondere bei Flammenschutzmitteln. Die Umweltrichtlinien WEEE (Waste of Electrical and Electronical Equipment) und RoHS (Restriction of Hazardous Substances) haben dabei zu einer weitgehenden Umstellung auf halogenfreie Compounds geführt, die mittlerweile von zahlreichen E&E-Geräte- und -Systemherstellern bevorzugt eingesetzt werden. Speziell bei glasfaserverstärkten Polyamiden war die Einführung neuartiger Additive für halogenfreie Flammenschutzmittel mit deutlichen Nach-

teilen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften, mit Verarbeitungsproblemen und mit verstärkter Werkzeugkorrosion verbunden.

Flammgeschützt bei leichter Verarbeitung und geringer Wasseraufnahme

Um diese Spezifikationen zu erfüllen, hat die Solvay S.A., Brüssel/Belgien, mit Technyl One eine neue Produktklasse entwickelt, deren verbessertes Eigenschaftsprofil weit über das bestehender Polyamid-Spritzgießmaterialien hinausgeht. Hervorzuheben ist die inhärent leichtfließende Matrix, die sich von herkömmlichen Polyamiden und Polyphthalamiden abhebt und ein breites Spektrum an Com-

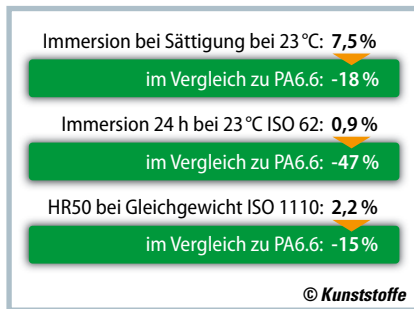


Bild 1. Das entwickelte PA-Compound hat eine geringe Wasseraufnahme und dadurch eine gute Dimensionsstabilität im Vergleich zu herkömmlichen Polyamiden (Quelle: Solvay)

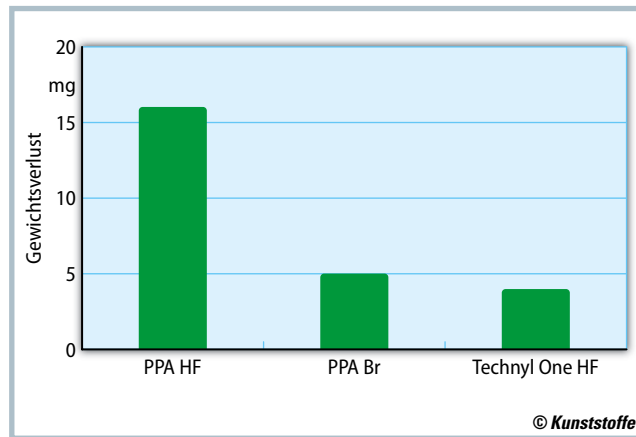


Bild 2. Gewichtsverlust an Stahlplatten nach DK1-Korrosionsprüfung nach einer Prüfzeit von fünf Stunden (HF= halogenfreies Flammenschutzmittel, Br = bromhaltiges Flammenschutzmittel) (Quelle: Solvay)

pounds mit Glasfasern und Flammenschutzmitteln ermöglicht. Dadurch wird der Werkstoff hohen elektrischen und mechanischen Anforderungen gerecht, ohne die effiziente Verarbeitung im Spritzgießprozess zu beeinträchtigen. Dies ist von großer Bedeutung, wenn es darum geht, Problemstellungen im Bereich Miniaturisierung mit dünnwandigen Bauteilen anzugehen und selbst bei Wanddicken von 0,4 mm eine Klassifizierung gemäß UL94 V0 zu erreichen (**Table 1**). Neben einer großen Designfreiheit trägt die hohe Fließfähigkeit auch zu guten Oberflächenqualitäten selbst bei hohen Glasfasergehalten bei. Darüber hinaus nehmen die Werkstoffe im Vergleich zu herkömmlichen, flammgeschützten Varianten weniger Wasser auf, was zu einer höheren Dimensionsstabilität beiträgt. Wie in **Bild 1** dargestellt, ist der gemäß ISO 62 Prüfverfahren bewertete Feuchtigkeitsgehalt der vorgestellten Materialien im Vergleich zu herkömmlichen Polyamid-Werkstoffen nach 24 Stunden Einlagerung in Wasser bei 23°C um 50% geringer. Bei einer Konditionierung gemäß ISO 1110 wird eine 15% geringere Gleichgewichtsfeuchte erreicht. Bauteilkonstrukteure können somit bei gleichbleibenden funktionalen Eigenschaften des Materials eine höhere Maßhaltigkeit erzielen.

Zertifizierte Leistungseigenschaften

Der Werkstofftyp Technyl One J 60X1 V30 ist ein 30% glasfaserverstärktes und halogenfreies Produkt mit UL94 V0-Listung, das sich von anderen Materialien durch eine geringere korrosive Belastung abhebt und aufgrund seiner guten Fließeigenschaften für die Herstellung dünn-

wandiger Teile geeignet ist. Außerdem liegt der relative Temperaturindex (RTI elektrisch) von 150°C bei 0,4 mm um 10 bis 20°C über den Werten herkömmlicher PA66-Compounds. Damit erweitert dieser Werkstoff das Leistungsspektrum von Polyamid-basierten Materialien und schließt die Eigenschaftslücke zwischen Hochleistungspolymeren wie PPA und PA46. Er weist darüber hinaus den höchsten erreichbaren CTI-Wert für Kriechstromfestigkeit von 600V gemäß IEC/DIN EN 60112 und ASTM D3638 auf. Dieses Ergebnis illustriert im Vergleich zu Compounds auf Basis halogenhaltiger Flammenschutzmittel dessen Leistungsfähigkeit. Abgesehen von einer umfassenden Standardzertifizierung mittels UL Yellow Card wurde der Compoundtyp Technyl One J 60X1 V30 auch gemäß der neuen europäischen Bahnnorm EN 45545-2 geprüft, die 2016 in Kraft tritt. Mit einer HL3-Einstufung in den Anforderungsklassen R22 und R23 weist der Werkstoff auch niedrige Rauchentwicklung und -toxizität aus. Damit eignet dieser sich für Anwendungen, in denen hohe Stromstärken auftreten und in denen hohe Wärmebeständigkeit gefragt ist, wie z.B. bei Leitungsschutzschaltern, Schützen und Reihenklemmen. Die Werkstoffe sind in naturfarbener, grauer und schwarzer

Farbbeinstellung mit auf verschiedene Laser-Typen angepasster Additivierung für hohe Effizienz bei der Bauteilbeschriftung erhältlich.

Wenig Werkzeugkorrosion und verschleißarme Verarbeitung

Eine Degradation von flammgeschützten Polyamiden kann bei hohen Verarbeitungstemperaturen zu Korrosion führen. Besonders kritisch ist die Korrosion für Maschinenkomponenten wie die Schnecke oder die Rückströmsperre. Die daraus entstehenden Kosten durch Verschleiß haben negativen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Herstellungsprozesses und führen zu höheren Bauteil-Stückkosten.

Um einen detaillierten Einblick in die Korrosionsmechanismen zu gewinnen, wurden zahlreiche Versuche am Deutschen Kunststoff Institut DKI im Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt, durchgeführt. Das am DKI etablierte Verfahren beruht auf einem Extrusionsversuch, in dem ein Compound durch eine Schlitzdüse zwischen zwei Nitrierstahlplatten hindurch extrudiert wird. Gemessen wird der durch Verschleiß bedingte Gewichtsverlust der Stahlplatten nach einer Prüfzeit von fünf Stunden. Damit unter- ➤

Farbe	Mindestdicke [mm]	Brandschutzklasse	HWI	HAI	RTI Electric [°C]	RTI Impact [°C]	RTI Strength [°C]
Alle	0,4	V-0	1	1	150	120	140
	0,8	V-0	0	0	150	120	140
	1,0	V-0	0	0	150	120	140
	1,6	V-0	0	0	150	130	150
	3,0	V-0	0	0	150	130	150

Table 1. Übersicht der relativen Temperaturindizes (RTI) bei unterschiedlichen Mindestdicken. Im Vergleich zu herkömmlichem PA66 liegen die Werte rund 10–20°C darüber (Quelle: Solvay)

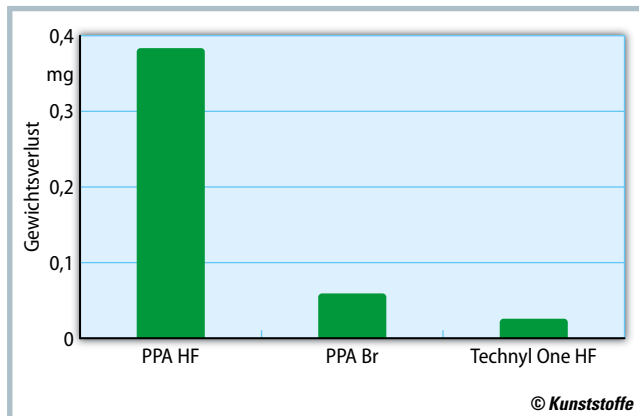
Bild 3. Bilder der Rückströmsperre nach 5000 Zyklen im Test. Oben mit dem Technyl One-Werkstoff, unten mit einem Standard-Polyphthalamid

(© Solvay)



Bild 4. Gewichtsverlust an der Rückströmsperre nach 5000 Einspritzzyklen mit der von Solvay entwickelten Korrosionsprüfmethode

(Quelle: Solvay)



schiedliche Polymere miteinander verglichen werden können, liegt die Verarbeitungstemperatur 20°C über dem Schmelzpunkt des jeweiligen Compounds. Bei halogenfreien Formulierungen wurde ein konventionelles Flammenschutzmittel auf Organo-Phosphor-Basis eingesetzt. Alle geprüften Materialien

hatten einen Glasfasergehalt von 30%. Gegenüber Polyphthalamiden reduzieren die Technyl One-Werkstoffe den Gewichtsverlust der Stahlplatten um den Faktor 4 (Bild 2). Im Vergleich zum halogenfreien Typ führten sogar die als besonders verschleißarm bekannten, bromierten Polyphthalamide zu einem erhöhten Schädigungsgrad. Somit liefert die DKI-Prüfmethode Hinweise auf bessere Maschinen- und Werkzeugstandzeiten, was vor allem auf die für hohe Füllgrade maßgeschneiderte Polymerarchitektur zurückzuführen ist.

Da sich die im DKI-Extrusionsversuch gewonnenen Erkenntnisse nur begrenzt auf die Oberflächendegradation in Spritzgießmaschinen und -werkzeugen übertragen lassen, wurde eine herstellereigene Prüfmethode entwickelt, die praxisrelevante, rheologische Verarbeitungsbedingungen reproduziert. Diese erlaubt es, wichtige Maschinenparameter wie z. B. das Temperaturprofil, Verweilzeit und Maschinendruck gezielt einzustellen, um die Oberflächenprozesse in Abhängigkeit der Anzahl der Spritzgießzyklen zu erfassen.

Zur Charakterisierung der Korrosion wurde der Gewichtsverlust an der Rückströmsperre und der Düsenspitze gemessen. Ausgewertet wurde darüber hinaus die Oberflächenbeschaffenheit nach 5000 Zyklen bzw. 38 Stunden Produktionszeit. Die niedrigeren Werte des Gewichtsverlustes im Vergleich zur DKI-Prüfung lassen sich durch die Probengeometrie sowie die verwendete Stahlqualität erklären. Im Vergleich mit den anderen geprüften Compounds zeigt Technyl One Vorteile hinsichtlich des Maschinen- und Werkzeugverschleißes, besonders gegenüber gängigen halogenfreien und bromierten Polyphthalamiden (Bild 3 und 4).

Anwendungsbeispiel Schaltschütz

Aufgrund der leichten Verarbeitbarkeit und der vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten wird der modifizierte Werkstofftyp J 60X1 V30 auch bei dem Anbieter von Energie- und Automatisierungstechnik, ABB Ltd., Zürich/Schweiz, eingesetzt, der unter anderem Schaltschütze herstellt (Titelbild). Ausschlaggebend für die Werkstoffentscheidung war, dass bei dem Material nach der elektrischen Überlastprüfung keine Veränderungen der Oberfläche erkennbar waren. Bei dieser Prüfung wurden die Anschlüsse der Schütze für kurze Zeit dem bis zu Zehnfachen der normalen Stromstärke ausgesetzt. Die umliegenden Kunststoffteile müssen der resultierenden Temperaturerhöhung standhalten. Diesen Test konnten bisher nur Materialien wie vernetzte Polyamide, Polyphthalamide oder Duroplaste bestehen.

Fazit

Das Polyamidcompound Technyl One erfüllt die Anforderungen anspruchsvoller technischer Bauteile für die Elektro- und Elektronikindustrie mit steigenden Umwelt- und Sicherheitsanforderungen. Die leichtfließende Polymermatrix ermöglicht ein breiteres Spektrum an Werkstoffen mit Glasfasern und Flammenschutzmitteln kombiniert mit Vorteilen hinsichtlich des Maschinen- und Werkzeugverschleißes. Die hierbei geleistete, systematische Grundlagenforschung ermöglicht für zukünftige Projekte die beschleunigte Entwicklung nachhaltiger und wirtschaftlicher Compounds für Systemhersteller und Kunststoffverarbeiter. ■

Die Autoren

Dr. André Le Gal ist Business Development Manager im Bereich E&E bei der Solvay Engineering Plastics, Freiburg; andre.legal@solvay.com

Wido Ziemer ist Business Development Manager im Bereich Automotive bei Solvay.

Walter Kern ist Anwendungstechniker im Bereich E&E bei Solvay.

Service

Digitalversion

» Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/1256266