

Champions League der Eigenschaften

Hochleistungskunststoffe anwendungsspezifisch modifizieren und thermoplastisch verarbeiten

Wegen seiner hohen Schmelzeviskosität und einem Schmelzpunkt von über 327 °C ist Polytetrafluorethylen nicht nach den für Thermoplaste üblichen Verfahren verarbeitbar. Entsprechende Modifizierung macht den Hochleistungskunststoff jedoch aus der Schmelze formbar und ermöglicht damit wirtschaftliche Großserienfertigung. Dies wird anhand zweier Dichtungsanwendungen genauer vorgestellt.

Die gesetzlichen und regulatorischen Anforderungen in Medizintechnik und Analytik sind hoch und werden immer anspruchsvoller. Mit Einführung eines Qualitätsmanagements nach DIN EN ISO13485:2016 rückt die Patientensicherheit und folglich die Produktsicherheit zunehmend in den Fokus der Medizintechnikhersteller. Dies schränkt die Werkstoffauswahl für sensible Applikationen aufgrund der erforderlichen Zulassungen wie der USP Class VI in Kombination mit funktionsspezifischen Anforderungen stark ein. Diese bestehen meist nur Hochleistungskunststoffe wie Polytetrafluorethylen (PTFE), Perfluor-Alkoxyalkan (PFA), Polyfluorethylen-Propylen (FEP), Polyetheretherketon (PEEK) oder Polyphenylsulfid (PPS) mit ihren spezifischen Eigenschaften. Aufgrund seines niedrigen Reibungskoeffizienten ist PTFE der geeignete Basiswerkstoff für dynamische Dichtungen. Durch die sehr stabile chemische Verbindung von Fluor- und Kohlenstoffatomen sowie die nahezu vollständige Abschirmung der Kohlenstoffkette besitzt der Kunststoff eine fast universelle Chemikalienbeständigkeit und ermöglicht den Einsatz auch bei extremen Betriebstemperaturen von -250 bis circa +250 °C [1].

Federunterstützte Dichtung

Bild 1 zeigt eine federunterstützte Dichtung für ein Kugelsegment aus dem für die Verarbeitung im Spritzgießverfahren modifizierten PTFE-Werkstoff Moldflon der ElingKlinger Kunststofftechnik GmbH aus Bietigheim-Bissingen. Das Automobilbauteil kommt im Kühlwasserkreislauf des Motors zu Einsatz. Die Dichtung sollte über ihre gesamte Lebensdauer mit sehr



Bild 1. Eine federunterstützte Dichtung für ein Kugelsegment, das in Kühlwasserkreisläufen zur Anwendung kommt. Sie besteht aus modifiziertem PTFE, wird via Spritzgießen verarbeitet und demonstriert die Einsatzmöglichkeiten dieses Materials – auch für medizinische Bereiche (© ElingKlinger Kunststofftechnik)

geringer Reibung zuverlässig abdichten und Ruckgleiten (Stick-Slip-Effekt) vermeiden, sodass der entsprechende Stellmotor mit geringem Leistungsaufwand ausgelegt werden kann. Weitere Anforderungen an das Material waren chemische und thermische Beständigkeit sowie gute Trockenlaufeigenschaften bei geringem Verschleiß für maximale Lebensdauer. Die in der Anwendung verbaute Kugelfläche als dynamische Dichtungsauflagefläche stellt darüber hinaus hohe Anforderungen an das Design und die Präzision der Dichtung. Außerdem sollte der Fertigungsprozess für Stückzahlen von mehreren 100 000 Stück pro Jahr ausgelegt werden.

Herkömmliches PTFE erfüllt, nicht zuletzt aufgrund seiner hohen Schmelzeviskosität und den damit verbundenen Fertigungsverfahren wie Pressen und Sintern, die eine Suspensionspolymerisation des Materials erlauben, diese Anforderungen nicht. Die Werkstoffwahl für das Dichtelement fiel daher auf das modifizierte PTFE Moldflon. Der Kunststoff zeigt die typischen Eigenschaften wie Hochtemperaturbeständigkeit, Licht- und Witterungsbeständigkeit, sehr gute Gleiteigenschaften und anti-adhäsives Verhalten. Er ist nicht brennbar, elektrisch isolierend, physiologisch unbedenklich und nach FDA und USP Class VI zugelassen. Wichtigster Aspekt ist jedoch die thermoplastische Verarbeitbarkeit. Dadurch ermöglicht das Material Gestaltungsspielräume, die über konventionelle Verarbeitungsprozesse von PTFE nicht darstellbar oder sehr aufwendig wären. Die zuverlässige Dichtheit wird über eine außerhalb liegende Stahlfeder realisiert, die die Aufgabe hat, die Dichtlippe nachzustellen. Dadurch wird die Dichtfläche definiert und gleichbleibend über einen Temperaturbereich von 5–90 °C über die gesamte Lebensdauer der Dichtung zuverlässig angepresst.

Aufgrund der geplanten Stückzahlen war von Anfang an das Spritzgießverfahren der Fertigungsprozess der Wahl, um in einem wirtschaftlichen Kostenrahmen zu bleiben. Zusammen mit einer vollautomatischen Montage der Feder und einer 100 %-Kameraprüfung ging die Dichtung in Serie.

Dichtlippe aus PTFE-Compound

Bild 2 zeigt einen Gehäusedeckel aus PA mit umspritze PTFE-Dichtung, der im



Bild 2. Dieses Bauteil wird in Gehäusedeckeln im Motorraum eines Fahrzeugs verbaut. Es besteht aus einem Frontdeckel aus 30 % glasfaserverstärktem Polyamid mit einer umspritzten Dichtlippe aus PTFE-Compound. Außerdem enthält es metallische Einleger und ist für schnelle Montage ausgelegt (© ElingKlinger Kunststofftechnik)

Fahrzeug-Motorraum verbaut wird. Bei diesem Bauteil sollte in eine bestehende Gesamtkonstruktion eine einfach zu montierende Dichtung gegen Schmutz und Wasser integriert werden. Vorgabe war eine Dichtungsbreite von wenigen Millimetern. Hinzu kamen Applikationsanforderungen wie ein Temperaturbereich von -40 bis 220 °C, eine Umfangsgeschwindigkeit von > 6000 1/min und reibungsarmer Betrieb.

Ein modular aufgebauter Frontdeckel aus 30 % glasfaserverstärktem Polyamid (PA66-GF30), der im Spritzgießverfahren hergestellt wird, erfüllte die Anforderungen. Für die spanend hergestellte Dichtlippe wurde das unverzweigte, linear aufgebaute und teilkristalline PTFE-Compound Polytetraflon

von ElingKlinger Kunststofftechnik eingesetzt. Es weist sehr gute Gleiteigenschaften bei niedrigem Verschleiß auf. Für einfache Montage und zuverlässige statische Abdichtung wurden unter anderem vier Metallbuchsen und die mehrlagigen Dichtelemente Metalloseal auf der Basis von elastomerbeschichteten und unbeschichteten Metallträgerwerkstoffen integriert. Das auf die Anwendung abgestimmte Bauteil ist trotz unterschiedlicher Funktionsbauteile und Materialien als ein Werkstück schnell montierbar. Weitere Beispiele für kundenspezifisch entwickelte Produkte sind unter anderem medienbeständige Baugruppen für Endoskopie und Analytik.

Kombination von PTFE und PEEK

In der Hochleistungsflüssigkeits-Chromatographie (HPLC) werden aufgrund der hohen geforderten Analyse-Ergebnisqualität fast ausschließlich die Werkstoffe PTFE, PFA, PEEK und Polyethylen (PE) eingesetzt. PEEK weist im Vergleich zu PTFE Vorteile hinsichtlich der Kriechneigung, Permeation und Wärmeformbeständigkeit auf. Letztere liegt bei reinem PEEK etwa um den Faktor drei höher als bei ungefülltem PTFE. Aufgrund der großen Härte und der geringen Reißdehnung eignet sich PEEK jedoch nur bedingt als Dichtungswerkstoff. Um dennoch die Vorteile beider Werkstoffe auszunutzen, liegt eine Kombination nahe. Die thermoplastische Verarbeitung von Moldflon PTFE in Kombination mit PEEK führt zu einer hohen Oberflächengüte, die mit herkömmlichem PTFE nicht herstellbar, für eine gute Dichtungsqualität jedoch ausschlaggebend ist. Je nach Ap-

plikationsanforderungen kann der PEEK-Anteil höher oder niedriger gewählt werden.

Des Weiteren erlaubt der Verarbeitungsprozess auch eine spanende Herstellung von Bauteilen, sodass Prototypen oder geringe Stückzahlen ebenfalls wirtschaftlich herstellbar sind. So lassen sich beispielsweise formstabile Mischventilgrundkörper mit integrierter Dichtfunktion gestalten. ElingKlinger Kunststofftechnik verfügt über einen Reinraum Klasse 8, ist nach ISO 13485 zertifiziert und mit regulatorischen Angelegenheiten vertraut. ■

Die Autoren

Susanne Baumann ist Teamleiterin Medizin-Energie-Chemie bei der ElingKlinger Kunststofftechnik GmbH, Bietigheim-Bissingen; susanne.baumann@elringklinger.com
Harald Schober ist Teamleiter Thermoplast bei ElingKlinger Kunststofftechnik; harald.schober@elringklinger.com

Service

Literatur & Digitalversion

Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/3323532

English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at www.kunststoffe-international.com