



Polyaryletherketone (PAEK)

Neue Werkstoffe und Technologien bringen Polyaryletherketone in Bewegung

Fortschrittliche Materialien, Herstellungsverfahren oder Komplettangebote öffnen die Tür zu höherer Leistungsfähigkeit und erweiterten Einsatzmöglichkeiten für PAEK. Auf die Anwendungsebene in der Automobil-, Luftfahrt-, Elektronik-, Energie- und Medizinindustrie übertragen, bedeutet das mehr Produktivität, Leistung und Zuverlässigkeit, außerdem Kosteneffizienz und den Ersatz bislang genutzter Metalle.

Entwickelt von Magma und Victrex: m-pipe, eine Unterwasser-Erschließungsleitung
(© Magma Global)



Mit über 80% stellen Polyetheretherketone (PEEK) die größte Gruppe in der Polyaryletherketon-Familie (PAEK) dar, zu der auch PEK, PEKK und PEKEKK zählen. PEEK-Polymere eignen sich sehr gut für extreme und anspruchsvolle Umgebungen, in denen andere Materialien zwar einzelne spezifische Bedürfnisse erfüllen, PEEK jedoch gleich mehreren Anforderungen gerecht wird. Der Hochleistungsthermoplast weist beispielsweise inhärente Eigenschaften hinsichtlich Chemikalien- und Verschleißbeständigkeit sowie sehr gute Dimensionsstabilität und Leistungsfähigkeit über einen sehr breiten Temperaturbereich auf. Zudem hält er Dauergebrauch bei Temperaturen bis zu

260°C stand. Weitere Kennzeichen sind hohe Festigkeit bzw. Steifigkeit, Hydrolysebeständigkeit, Beständigkeit gegen aggressive Substanzen und sehr gute tribologische Eigenschaften.

Hersteller, Kapazitäten, Produktion

In allen Schlüsselmärkten fördern Megatrends den Einsatz von PAEK. Ein PEEK-Hersteller ist die Victrex plc., Thornton-Cleveleys/Großbritannien. Am Hauptsitz beträgt die Produktionskapazität mehr als 7000t pro Jahr. Zu den PEEK-Produkten zählen Granulate, Beschichtungen, Composites, Folien und Rohre sowie die Biomaterialien des Victrex-Tochterunter-

nehmens Invibio Ltd., Thornton-Cleveleys/Großbritannien. Strategische Investitionen und Akquisitionen zeigen, dass das Unternehmen Innovationen nicht nur durch seine Hochleistungspolymere und Materialexpertise vorantreibt, sondern durch Vorwärtsintegration des Produktportfolios auch ein Lösungsanbieter ist. Ende 2015 kündigte das Unternehmen zum Beispiel an, im Verlauf des Jahres 2016 bis zu 15 Mio. britische Pfund in die vorwärtsintegrierte Fertigung zu investieren, u. a. in eine neue Produktionsanlage für unidirektionale (UD-)Tapes aus PEEK-Composites. Wenige Monate zuvor hat Victrex den Zahnradspezialisten Kleiss Gears Inc., Grantsburg, Wisconsin/USA,

übernommen. Damit wird der Automobilindustrie ein Komplettpaket für polymerbasierte Zahnräder angeboten, das Design, Prototyping, Bauteilprüfungen, Werkzeugbau und Herstellung von PEEK-Zahnrädern umfasst.

Solvay SA, Brüssel/Belgien, fertigt PAEK in Indien. Das Unternehmen kündigte den Bau einer Anlage in den USA an. Die Gesamtproduktionskapazität soll nach Fertigstellung (geplant für 2016) bei 2500 t/a liegen. Die Evonik AG, Essen, kündigte am chinesischen Produktionsstandort Changchun ebenfalls eine Kapazitätserweiterung für PEEK an.

Weitere Akteure sind regionale PEEK-Hersteller in China, wie Panjin Zhongrun Chemicals Co. Ltd., Panjin, Jilin Zhongyan High Performance Engineering Plastic Co., Ltd. und Changchun Jilin University Special Plastic Engineering Research, beide mit Sitz in Changchun, sowie PEK- oder PEKK-Hersteller wie die Arkema Group, Colombes/Frankreich, oder Rallis India Limited und Gharda Chemicals in Indien.

Neue Anwendungen in der Öl- und Gasindustrie

Werden PEEK-Kunststoffe als Dichtungen und Stützringe in extremen Umgebungsbedingungen eingesetzt, kann das deren Lebensdauer verlängern und kostenintensive Stillstandszeiten vermei-

den. Sie können bei Erschließung/Förderung („Upstream“), Verarbeitung/Transport („Downstream“) sowie in Tiefseesystemen („Subsea“) beispielsweise Temperaturen von -196 bis 260 °C und Drücken bis zu 2000 bar standhalten. Außerdem widerstehen sie einer Vielzahl von Öl- und Gasmedien ebenso wie Schwefelwasserstoff (H₂S)/Sauerstoff und wurden über die derzeitigen Industriestandards Norsok (eine von der norwegischen Mineralölindustrie entwickelte Norm) und ISO hinaus getestet. Das vor Kurzem eingeführte Victrex CT 100 bietet zudem eine Reihe von Leistungsmerkmalen bei Temperaturen von -196 °C bis 200 °C, während Victrex OGS 125 speziell entwickelt wurde, um das Formpressverfahren zur Herstellung großer Dichtungen zu verbessern.

Die größte und auch längste auf Victrex PEEK basierende Struktur ist die leichte, spulbare m-pipe der Magma Global Ltd., Portsmouth/Großbritannien (**Titelbild**). Das flexible Verbundrohr aus PEEK, Kohlenstofffasern und Glasfasern kann unter extremen Bedingungen in Tiefen von bis zu 3000 Metern (10 000 Fuß) verwendet werden und Drücken über 1000 bar (15 ksi) standhalten. Im Vergleich zu einem Rohr aus Stahl bietet die Unterwasser-Erschließungsleitung geringe Ermüdung, verbesserten Auftrieb in Flüssigkeiten und hohe Korrosionsbeständigkeit. Durch das Komplettsystem lassen sich Mobilisierungszeiten minimieren, die



Bild 1. Eine Halterung für eine Tür ist das erste Flugzeug-Primärstrukturbauteil aus Victrex PEEK und kommt im Airbus A350 XWB zum Einsatz (© Airbus Helicopters)

Schiffsauslastung aufgrund geringerer hydraulischer Pumpzeiten maximieren und so die Erschließungskosten bei der Unterwasser-Öl- und -Gasförderung um bis zu 30 % reduzieren.

Bedürfnisse der Flugzeugindustrie erfüllen

Bei Herstellern und Zulieferern der Luftfahrtindustrie ist der Wettbewerbsdruck hoch. In den nächsten 20 Jahren werden schätzungsweise weltweit »



Bild 2. In der Medizintechnik finden implantierbare Komponenten aus PEEK breite Verwendung. Diese Oberschenkel-Knieprothese aus PEEK soll metallbasierte Systeme ersetzen und ist derzeit in der Evaluierung (© Invibio Knee)

über 35 000 Flugzeuge benötigt. Kosten in der Fertigung werden entsprechend reduziert, Herstellungszeiten verkürzt und Gewicht auch aus Umweltgründen gesenkt. Um diese Ziele zu erreichen, hat etwa die Airbus S.A.S., Toulouse/Frankreich, 2015 als erste der Branche ein auf PEEK basierendes Primärstrukturbauteil (**Bild 1**) für die Tür des Airbus A350 XWB verwendet. Das funktionsgleiche Bauteil wird bereits in Serie aus Victrex PEEK 90HMF40 gefertigt und ersetzt Aluminium. Der chinesische Flugzeugbauer Commercial Aircraft Corporation of China (Comac) wählte für den Schutz von Hochspannungskabeln Victrex Pipes anstelle von Rohren aus Metall. Die Denroy Plastics Ltd., Bangor/Großbritannien, nutzt bei Design und Herstellung von Befestigungselementen („brackets“) beispielsweise für Hydraulik- und Treibstoffsysteme in Tragfläche, Flügelmittelkasten und Treibstofftank für die „C-Series“, Global- und Lear-

jet-Flugzeuge des Herstellers Bombardier den Thermoplast Victrex ESD PEEK.

Um den Bedürfnissen der Luftfahrtindustrie zu entsprechen, hat Victrex zudem im Oktober 2015 neue, bei niedrigen Temperaturen zu verarbeitende PAEK-Composites-Materialien vorgestellt. Wie Metalle lassen sich diese Composites zu Prepregs formen, die mit kurzfaserverstärkten Victrex PEEK-Polymeren im Hybridspritzgießverfahren umspritzt werden können. Halterungen, Klemmen, Clips und Gehäuse für Primär- und Sekundärstrukturen lassen sich so in Minuten fertigen, während es bei metallischen oder duroplastischen Werkstoffen mitunter Stunden sein können. Zudem können Einsparungen bei der Montagezeit die Gesamtkosten reduzieren.

Fortschritte für die Medizintechnik

In der Medizin findet implantierbares PEEK als Alternative zu Metallen heute bei Implantaten zur Wirbelsäulenfusion breite Verwendung, darunter das seit über 15 Jahren in der Klinik eingesetzte PEEK-Optima der Invibio Ltd. Seit September 2013 gibt es eine neue Materialgeneration für Wirbelsäulenimplantate. Sie besteht aus der Kombination von PEEK und Hydroxylapatit. Hydroxylapatit ist ein osteokonduktives Material, das die Knochenanlagerung begünstigt. Es ist vollständig in die Kunststoffmatrix integriert und so auf allen Oberflächen eines Wirbelsäulenimplantats zu finden. Durch diese Kombination ist ein stabiles, vielseitiges und wirksames Biomaterial für verbesserte Knochenanlagerung entstanden. Eine Reihe von Unternehmen hat inzwischen die 510(k)-Freigabe der FDA in den USA und die CE-Kennzeichnung in Europa für Implantate zur Wirbelkörperfusion aus dem Material erhalten und entsprechend neue Implantate eingeführt.

An weiteren PEEK-basierten Optionen, die die klinischen Behandlungserfolge verbessern können, wird gearbeitet. Ein Beispiel sind Traumaprodukte aus dem Composite-Material PEEK-Optima Ultra-Reinforced. Dessen höhere Ermüdungsfestigkeit kann die Lebensdauer des Implantats verlängern und damit das Potenzial zur Heilung erhöhen. In der Entwicklung ist auch eine Oberschenkel-Knieprothesenanwendung, bei der anstelle metallbasierter Systeme PEEK eingesetzt wird (**Bild 2**). Die Kooperationspartner

MaxxOrthopedics, Plymouth Meeting, Pennsylvania/USA, und Invibio Knee Ltd., Thornton-Cleveleys/Großbritannien, haben eine präklinische Studie weitgehend abgeschlossen, die die Ergebnisse und Vorteile hinsichtlich der Sicherheit des Implantats evaluiert. Klinische Studien sollen 2017 in vollem Gang sein.

PEEK-Biomaterialien finden sich auch zunehmend in der Zahnmedizin. Anfangs auf wenige Anwendungen begrenzt, basieren heute hochwertige Zahnimplantate auf diesem Werkstoff. 2013 etwa wurde die Juvora Dental Disc eingeführt, ein prothetisches Gerüst zur Herstellung von implantatgetragenen, festem und herausnehmbarem Zahnersatz. Sie besteht vollständig aus PEEK-Optima. Der Thermoplast ist leicht, hat knochenähnliche Eigenschaften, zeigt nur geringen Verschleiß, hat biomechanische Eigenschaften und trägt zu Genauigkeit aufgrund der CAD/CAM-Fertigung bei. In der Beurteilung durch die Patienten erreichen der Komfort des Juvora-Zahnersatzes mit 99% und die Gesamtzufriedenheit mit 97% hohe Werte.

Kombination von Material und Technologie kann Wettbewerbsvorteile bringen

PAEK ist heute in wichtigen Schlüsselindustrien im Einsatz, der Ausblick weiter vielversprechend. So arbeitet Victrex beispielsweise nicht nur an neuen PAEK-Materialien, darunter etwa spezielle Werkstoffe für additive Fertigungsverfahren (3D-Druck), sondern auch an Angeboten, die über den Werkstoff hinausgehen. Dazu zählen das Bereitstellen von neuen Anwendungsplattformen, Forschungs- und Entwicklungsressourcen sowie technischer Expertise in der Fertigung oder Unterstützung bei regulatorischen Aufgaben. Der Grund: Das PEEK-Umfeld verändert sich – von der Entwicklung und Auslieferung eines vielseitigen Materials hin zum Anbieten von kompletten Technologien auf Basis des leistungsstarken Thermoplasts. Kunden werden dabei während des gesamten Prozesses bis zur Produktion und darüber hinaus begleitet. Durch Übertragen von passenden integrierten Angeboten können Entwicklungszeiten beschleunigt, Kosten gesenkt und Produkte der Kunden schneller eingeführt werden. ■

Beate Sauer, Hofheim

Service

Digitalversion

- » Ein PDF des Artikels finden Sie unter www.kunststoffe.de/1653183

English Version

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