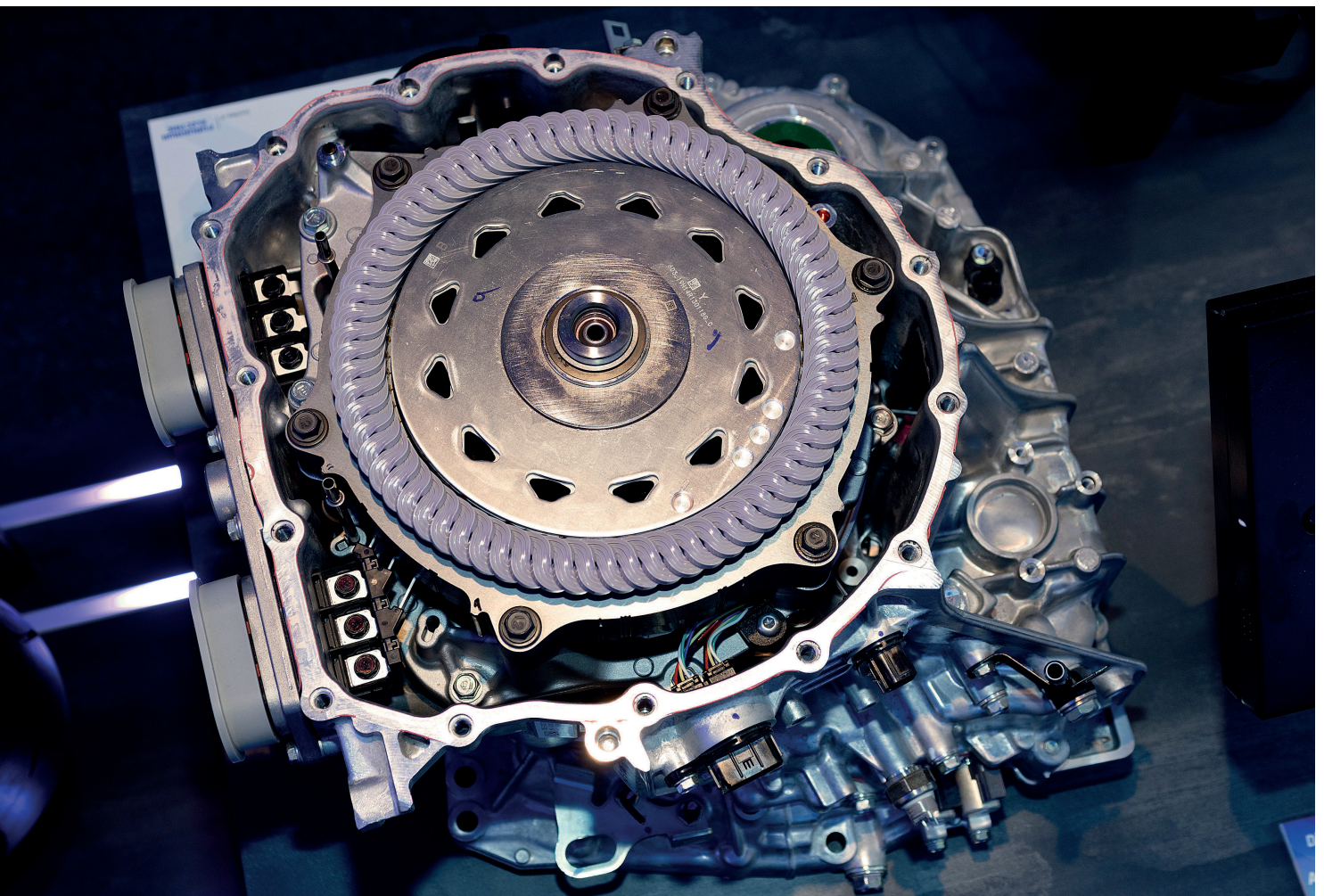


Mit passenden Isolationsmaterialien die Effizienz von Elektromotoren steigern

Ein Partner für PEEK

Die steigenden Spannungen in Elektrofahrzeugen erhöhen die Anforderungen an Isolationsmaterialien. Deshalb kommt dafür immer häufiger PEEK zum Einsatz. Ein Problem beim Einsatz des Hochleistungspolymeres war bisher die Haftung an das sekundäre Isolationsmaterial. Ein Epoxidharz verspricht dafür nun Abhilfe.



Wegen der hohen Spannungen verwenden immer mehr Hersteller PEEK als Isolationsmaterial für die Wicklungen von Elektromotoren.

© G.Mitzner Fotodesign

Um die Reichweite batteriebetriebener Elektrofahrzeuge zu erhöhen und gleichzeitig die Batterieladezeiten zu reduzieren, haben Automobilhersteller (OEMs) und Zulieferer begonnen, Hochspannungssysteme im Bereich von 800 bis 1200 V einzuführen. Für diese Systeme werden jedoch spezielle Isolationsmaterialien benötigt, die den sehr hohen Anforderungen im Hochspannungsbereich gerecht werden. Der belgische Kunststoffhersteller Solvay hat mit KetaSpire ein entsprechendes Polyetheretherketon (PEEK) für die

Magnetdrahtisolierungen in Elektrofahrzeugen eingeführt (Bild 1).

Zu den treibenden Faktoren für den Einsatz von PEEK-isoliertem Magnetdraht zählt vor allem die Widerstandsfähigkeit des Materials in Hochspannungsumgebungen mit typischen Teilentladungseinsetzspannungswerten von 1600 bis 1700 V bei 150 µm. Aufgrund der geringeren Fehlerrate im Vergleich zu reinen Lackdrahtlösungen ist der Werkstoff außerdem sehr zuverlässig. Durch den Einsatz

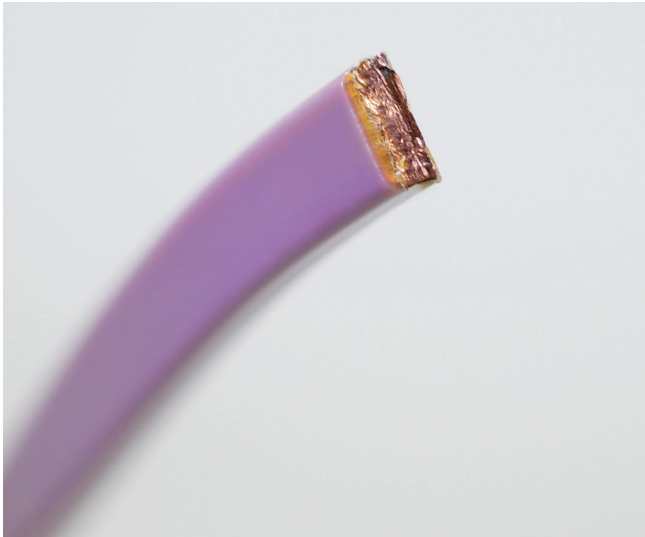


Bild 1. PEEK-Magnetdrahtisierungen werden im Hochspannungsbereich immer beliebter. Sie sind sehr widerstandsfähig und halten auch hohen Temperaturen und Spannungen stand. Das sorgt für eine höhere Zuverlässigkeit gegenüber der Verwendung von Lackdrähten. © Solvay

von PEEK lässt sich ebenfalls die Effizienz von solchen Hochspannungssystemen erhöhen. Mit den von Solvay entwickelten extrusionsbasierten PEEK-Materialien und mittels Haarnadeltechnologie konnten verschiedene OEM den Kupferfüllfaktor in diesen Systemen um mehr als 10 % steigern (**Bild 2**).

Epoxidharz speziell für die Kombination mit PEEK-Isolierungen

Eine Herausforderung, die es für die Konstrukteure von Elektromotoren dabei bisher noch zu lösen galt, war die Identifikation geeigneter sekundärer Isolierungen mit einwandfreier Haftung zu PEEK-Magnetdraht- und PEEK-Nutisoliermaterialien. Das Unternehmen Epic Resins hat dafür die sekundäre Einkomponenten-Epoxidharzisolierung ProPreg E240 entwickelt. Diese wurde speziell für eine erhöhte Haftung zu PEEK entworfen. Sie ist außerdem kompatibel mit anderen gängigen Isoliermaterialien wie beispielsweise Polyamidimid (PAI). ProPreg E240 verfügt über die branchenweit höchste Adhäsion in verschiedenen Anwendungen wie Draht auf Draht, Draht auf Aramidpapier, Aramidpapier auf Stahl und Draht auf PEEK-Nutisolierung. Die Entwicklungsarbeiten führten zu einem Epoxidharz, das in die engen Leiterabstände von effizienten Anwendungen mit hohen Kupferfüllfaktoren eindringen kann. Aktuell laufen thermische Prüfungen über 5000 Stunden, um Temperatureinstufungen von 240 °C passend zu denen von PEEK zu erreichen.

Bessere Haftung durch Angleichen der Wärmeübergangseigenschaften

Einer der ersten Optimierungsschritte war die Anpassung von ProPreg E240 an die mechanischen Eigenschaften von PEEK wie beispielsweise KetaSpire KT-880 und die Ajedium-Nutisolierung von Solvay. Durch Angleichen der Wärme-

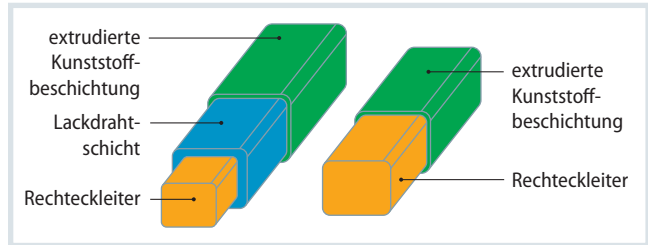


Bild 2. Multilayer- und Monolayer-Magnetdrahtaufbau mit PEEK: Entfällt die Lackdrahtschicht, lässt sich der Kupferfüllfaktor deutlich erhöhen.

Quelle: Solvay; Grafik: © Hanser

übergangseigenschaften gelang es Epic Resins den Unterschied im Wärmeausdehnungskoeffizienten zu minimieren, der bei den gegenwärtig verwendeten, spröden Polyestern bisher zu Fehlern geführt hatte. Eine weitere Herausforderung bestand darin sicherzustellen, dass das Epoxidharz ohne größere Änderungen mit bestehenden Betropfungs- und Aushärtungs- und Prozesszeiten verarbeitet werden kann. Es sollte außerdem Potenzial zur Reduzierung der Aushärtungs- und Prozesszeiten bieten.

Schälprüfung zeigt die höhere Adhäsion

Nachdem die Formulierung von ProPreg E240 abgeschlossen war, generierte Epic Resins in enger Zusammenarbeit »

		500 h getaucht	500 h bedampft	1000 h getaucht	1000 h bedampft	1500 h getaucht	1500 h bedampft
maximale Zugkraft (N)	Mittelwert	423	442	351	384	398	439
	Standardabweichung	18	30	24	17	31	31

Tabelle. Adhäsionsfestigkeit von PEEK und ProPreg E240 nach 1500 Stunden Einwirkung von ATF bei 150 °C (Prüfmethode: IEC 60133)

Quelle: Eltek International Laboratories

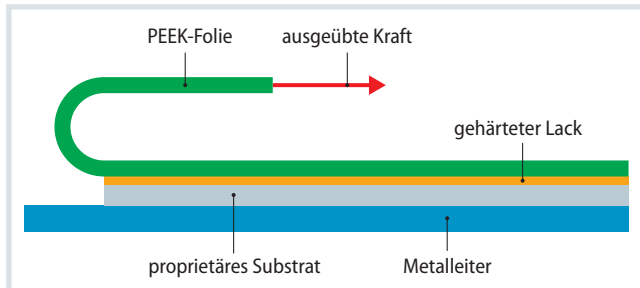


Bild 3. Adhäsionsprüfmethode von Solvay für PEEK-Folien und sekundäre Isolationsmaterialien: Der Test zeigte die deutlich bessere Adhäsion zwischen PEEK und dem ProPreg-Epoxidharz im Vergleich zu PEEK und einem Standardpolyester für Elektromotoren. Quelle: Solvay; Grafik: © Hanser

mit Solvay die erforderlichen Adhäsions- und Kompatibilitätsdaten. Um die Haftfestigkeit zwischen dem Epoxidharz und PEEK zu ermitteln, entwickelte Solvay eine 180°-Schälprüfmethode (**Bild 3**). Für die Schälprüfung wurde neben dem Epoxidharz eine sekundäre Standardisolierung für Elektromotoren aus Polyesterharz getestet. Es wurden zwei Tests durchgeführt: einer mit einem KetaSpire-PEEK für Magnetdraht und ein weiterer mit den Ajedium-PEEK-Nutisolierungen. In beiden Fällen konnte eine signifikante Steigerung der Adhäsion beobachtet werden. Die relative Schälkraft zwischen dem KetaSpire-PEEK und dem ProPreg-Epoxidharz war in den Tests doppelt so hoch wie die zwischen PEEK und dem Standardpolyester (**Bild 4**). Eine ähnlich große Verbesserung wurde ebenfalls für die Adhäsion zwischen dem Epoxidharz und der Nutisolierung aus PEEK festgestellt.

Info

Autoren

Brian Baleno ist Head of Marketing Transportation bei Solvay.
Deedee Smith arbeitet als Marketing Manager Transportation für Solvay.

Mohammad Qasim Shaikh ist ADL Project Engineer bei Solvay.
Kayla Brown arbeitet als Marketing Coordinator für Epic Resins.
Jeffrey Southworth ist Technical Sales Representative bei Epic Resins.

Digitalversion

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

English Version

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

Zusätzlich zur Adhäsion zwischen PEEK und der sekundären Isolierung aus Epoxidharz werden derzeit auch Kompatibilitätsdaten zur Adhäsion von PEEK-beschichtetem Magnetdraht und ProPreg E240 nach bis zu 2000 Stunden Einwirkung von Automatikgetriebeöl (engl. Automatic Transmission Fluid, ATF) bei 150 °C erfasst (**Tabelle**). ATF wird üblicherweise zum Kühlen der Elektromotorwicklungen genutzt. Den bisherigen Ergebnissen zufolge behalten PEEK und das Epoxidharz ihre Haftfestigkeit unter der Einwirkung von ATF bis zu 1500 Stunden lang bei. In allen Fällen trennte sich nur die polymere Beschichtung vom Kupferdraht, während die Bindung zwischen dem Epoxidharz und dem Polymer intakt blieb. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Haftkraft von ProPreg E240 größer ist, als die Zugfestigkeit der polymeren Beschichtung und die Haftfestigkeit zwischen Polymer und Kupfer.

Gelungene Materialkombination durch Unternehmenskooperation

Wenn es um die Anpassung an die sich ändernden Anforderungen bei Elektrofahrzeugen geht, sind Innovation und Kooperation entscheidende Kriterien für Zulieferer und Materialhersteller. Die erfolgreiche Zusammenarbeit von Epic Resins und Solvay

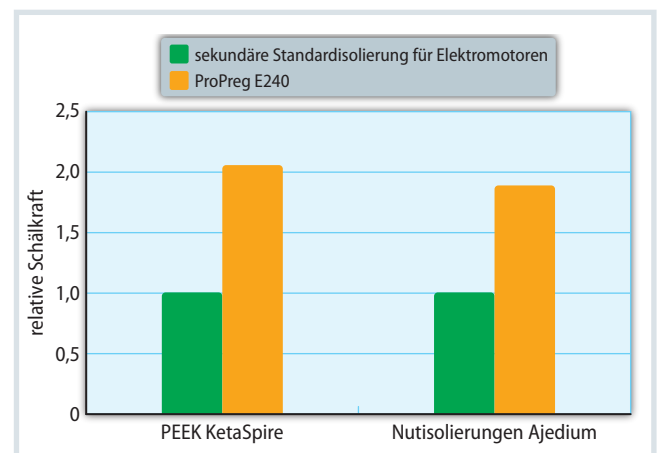


Bild 4. Ergebnisse der Schälprüfung: Die Adhäsion zwischen PEEK und dem Epoxidharz ist doppelt so hoch wie bei PEEK und einem Standardpolyester. Quelle: Solvay; Grafik: © Hanser

zeigt, welche Fortschritte durch Kooperationen möglich sind. Die sekundäre Isolierung ProPreg E240 von Epic Resins in Kombination mit dem Magnetdrahtmaterial KetaSpire PEEK und den Ajedium-PEEK-Nutisolierungen von Solvay verbessern die Adhäsion im Vergleich zu üblichen sekundären Elektromotorisolierungen deutlich. ■