



Die richtige Auswahl leitfähiger EMV-Dichtungen für militärische Anwendungen

Autor: Tim Kearvell, Project / Process Engineer, Parker Chomerics

Leitfähige Elastomere für wichtige Dichtungs- und EMV-Abschirmfunktionen in Militär-Elektronik sollten nach dem entsprechenden Standard MIL-DTL-83528 zertifiziert sein. Die Angaben der Zulieferer sollten daher genau überprüft werden, damit der Hersteller über die notwendigen Qualifizierungen verfügt und das Material voll getestet und zertifiziert ist.

Überblick leitfähiger Elastomere

Leitfähige Elastomere vereinen ein silikonbasiertes Bindemittel mit leitfähigen Füllpartikeln (Filler), bieten eine hohe Druckverformungsfestigkeit und lassen sich für eine geringe Schließkraft entwickeln. Dabei bieten sie dennoch alle erforderlichen Eigenschaften zum Einsatz als Dichtung und Abschirmung. Sie lassen sich auch extrudieren oder im Spritzgussverfahren verarbeiten und nehmen dabei jede Form bzw. jedes Profil an – und das zu relativ niedrigen Kosten in kurzer Durchlaufzeit. Die Materialien finden sich in Prototypen oder in Projekten mit größeren Stückzahlen.

Das elastomere Bindemittel ist ein synthetischer Kautschuk, wie z.B. Silikon, Fluorsilikon, Fluorkohlenstoff-Fluorsilikon oder EPDM-Material (Ethylen-Propylen-Dien-Monomer). Diese Materialien unterscheiden sich in ihrer mechanischen Festigkeit, Leistungsfähigkeit bei hohen Temperaturen und ihrer Beständigkeit gegen bestimmte Flüssigkeiten. EPDM bietet die beste Beständigkeit gegen Kohlenwasserstoff-basierte Kraftstoffe, während Silikonmaterialien eine hohe Beständigkeit gegen Flüssigkeiten bei hohen Temperaturen bieten. Fluorsilikone bieten gute Allround-Eigenschaften und übertreffen Silikone in Bereichen, die gegen Säuren und Öle bestehen müssen.

Leitfähige Filler haben auch einen Einfluss auf Eigenschaften wie Korrosionsbeständigkeit und Leitfähigkeit und können ein wesentlicher Faktor für Performance-Unterschiede zwischen Produkten verschiedener Hersteller sein. Parker Chomerics' eigene Filler-Technologie erlaubt eine präzise Steuerung der Zusammensetzung, Größe, Morphologie und gleichmäßigen Verteilung innerhalb des Bindemittels. Damit lassen sich stabile, konsistente elektrische und physikalische Eigenschaften erreichen.

Bei korrekter Komprimierung an der Schnittstelle zwischen zwei Teilen einer elektrischen Anlage bietet die leitfähige Elastomer-Dichtung eine Feuchtigkeits- und Druckabdichtung und verhindert das Eindringen elektromagnetischer Interferenzen (EMI) und Impulsenergie (EMP) – genauso wie das Austreten selbiger. Wenn leitfähige Dichtungen nicht verwendet werden, können gestörte elektrische Kontinuitäten die Abschirmung an den Verbindungsstellen zwischen Gehäuseteilen schwächen, was ein Eindringen oder Austreten von EMI/EMP-Strahlung zur Folge hat. Durch das Aufrechterhalten der Kontinuität und elektromagnetischen Abschirmung und durch ihre Funktion als Barriere gegen das Eindringen von Feuchtigkeit, garantiert die Dichtung die sichere Funktion der Elektronik im Inneren des Gehäuses.

Militärischer Standard für Materialien

Die beiden wichtigsten Aufgaben leitfähiger Elastomer-Dichtungen – EMI/EMP-Abschirmung und Feuchtigkeits-/Druckschutz – stellen hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des verwendeten Materials. Speziell in militärischen und Luft-/Raumfahrt-



Anwendungen muss das Dichtungsmaterial seine mechanische Integrität und elektrische Leistungsfähigkeit über lange Zeit und unter den verschiedensten Umgebungseinflüssen aufrechterhalten. Dazu zählen Hitze, Vibration, das Eindringen von Flüssigkeiten wie Ölen oder Enteisungsmitteln und elektromagnetische Impulse, wie sie durch nukleare Sprengsätze oder feindliche Gegenmaßnahmen entstehen können.

Um sicherzustellen, dass leitfähige Dichtungen einen zuverlässigen Schutz in einsatzkritischen und lebenswichtigen Navigations-, Kommunikations-, Flugsteuerungs- und Waffenmanagement-Systemen bieten, fordert der entsprechende Militärstandard MIL-DTL-83528 strenge Kriterien für zahlreiche Leistungsparameter. Diese sind weiter unten aufgeführt. Das Material muss die geforderten Mindeststandards für jedes dieser Kriterien erfüllen, wenn es eine Qualifizierung nach MIL-DTL-83528 erhalten soll.

- Betriebstemperaturbereich
- spezifische Dichte
- Härte
- Komprimierung/Durchbiegung
- Zugfestigkeit
- % Dehnung
- Druckverformungsrest
- Reißfestigkeit
- Durchgangswiderstand
- Abschirmeffizienz
- elektrische Stabilität bei Vibrationen
- elektrische Stabilität nach Bruch
- Durchbiegung bei niedrigen Temperaturen
- Durchgangswiderstand nach Lebensdauertest
- Durchgangswiderstand nach elektromagnetischem Impuls
- Eintauchen in Flüssigkeit

Parameter wie Härte, Komprimierung/Durchbiegung, Dehnung, Druckverformungsrest und Zugfestigkeit, wie sie in den Spezifikationen nach MIL-DTL-83528 aufgeführt sind, hängen direkt von den Dichtungseigenschaften des Materials gegen Feuchtigkeit und Druck ab. Die elektrische Leistungsfähigkeit des Materials bestimmt hingegen die Effizienz der EMI/EMP-Abschirmung und wird durch die Eigenschaften der Filler-Partikel sowie des Bindemittels festgelegt.

Da die Leitfähigkeit von einem zuverlässigen Kontakt zwischen den Filler-Partikeln abhängt, kann eine schlechte Bindemittel-Funktion, z.B. bei Vibrationen, die Leitfähigkeit verringern und die innenliegende Elektronik elektromagnetischen Störungen aussetzen. Daher bieten Vibrationstests und Testergebnisse, die unter Bedingungen wie Durchbiegung, Betrieb bei minimalen und maximalen Temperaturen, beschleunigte Alterung, EMP und Eintauchen in Flüssigkeiten gewonnen werden, einen genauen Einblick in die Materialeistungsfähigkeit für militärische oder Luft-/Raumfahrt-Anwendungen.

Da im Militär- und Luftfahrtbereich häufig Aluminiumgehäuse verwendet werden – aufgrund des geringen Gewichts, der Materialstärke und einfachen Verarbeitung – ist das



Korrosionsverhalten gegenüber Aluminium ein wichtiger Faktor für Entwickler, der bei der Auswahl geeigneter leitfähiger Elastomer-Dichtungen beachtet werden muss. Materialien nach MIL-DTL-83528 bieten zusätzlich den Vorteil, dass sie dauerhaften Korrosionsschutz bieten.

Parker Chomerics bietet eine Reihe leitfähiger Elastomere mit hoher Korrosionsbeständigkeit gegenüber Aluminium, einschließlich MIL-DTL-83528-zertifizierter Materialien. CHO-SEAL 1285 (Silikon-Binder) und CHO-SEAL 1287 (Fluorsilikon-Binder) enthalten z.B. versilberte Aluminium-Filler-Partikel. Diese Materialien bieten eine Abschirmleistung von mehr als 100 dB und erfüllen die Spezifikationen nach MIL-DTL-83528. Tabelle 1 fasst die Leistungsmerkmale beider Materialien in Bezug auf MIL-DTL-83528-Tests für die elektrische Stabilität zusammen.

Material	Typ	Durchgangswiderstand	Abschirm-effizienz (@100MHz, Methode 2)	Wärmealterung	Widerstand während/nach Vibration	Durchgangswiderstand nach Zugbelastung	EMP-Durchhaltevermögen
MIL-DTL-83528 Testprozedur		MIL-DTL-83528 Q/C	Para 4.6.12 (Q)	Para 4.6.15 (Q/C)	Para 4.6.13 (Q)	Para 4.6.9 (Q/C)	Para 4.6.16 (Q)
CHO-SEAL 1285	Typ B	0,008 Ω-cm	115 dB	0,010 Ω-cm	0,012 Ω-cm / 0,008 Ω-cm	0,015 Ω-cm	>0,9 kA/in.
CHO-SEAL 1287	Typ D	0,012 Ω-cm	110 dB	0,015 Ω-cm	0,015 Ω-cm / 0,012 Ω-cm	0,015 Ω-cm	>0,9 kA/in.

Tabelle 1: Leistungsfähigkeit leitfähiger Elastomere nach MIL-DTL-83528-Tests

Andere Filler-Materialien für den Einsatz in Anwendungen, die keinen so hohen Korrosionsschutz erfordern, sind versilbertes Aluminium, Reinsilber, versilbertes Kupfer, vernickeltes Graphit, Graphit, versilbertes Glas und vernickeltes Glas.

Testen der Dichtungsleistung

Leitfähige Elastomer-Dichtungen werden durch Extrudieren oder kundenspezifische Spritzgussverfahren in fast jedem Profil hergestellt. Alternativ können Komponenten auch gedreht, geklebt, gespießt oder im Kiss-cut bzw. Die-cut (gestantzt) hergestellt werden. Dichtungen sind daher eine arbeitssparende und wirtschaftliche Alternative zu anderen EMI-Abschirmmethoden. Techniken wie die geometrische Ausrichtung der Dichtung, z.B. mittels hohler Geometrien für Anwendungen, die eine große Dichtungsablenkung mit minimaler Schließkraft erfordern, bieten die erforderlichen physikalischen Eigenschaften.

Erwähnenswert ist, dass die Zuweisungen der MIL-DTL-83528-Tests und -Zertifizierung sich auf die Leistungsmerkmale von Materialien wie Parker Chomerics' CHO-SEAL-Angebot beziehen. Die Dichtung selbst, wie sie im Endgerät zum Einsatz kommt, muss unabhängig charakterisiert werden, da viele anwendungsbezogene Faktoren wie die Dicke und die Druckkräfte die Leistungsfähigkeit im Feldeinsatz beeinflussen können.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal

Hersteller militärischer Ausrüstungen stellen einen interessanten Markt für Anbieter leitfähiger Elastomer-Materialien oder Dichtungen dar. Die meisten Beschaffungsabteilungen bestehen heute aber auf Materialien, die MIL-DTL-83528-konform sind. Durch den Bezug



auf diesen Standard – z.B. in der Produktdokumentation – kann ein potenzieller Lieferant darauf schließen, dass dessen Materialien konform sind. In der Tat halten nur wenige Hersteller die Qualifizierung für notwendig, um Materialien zu fertigen, die konform zu MIL-DTL-83528 sind.

Produkte, die diesen Standard erfüllen, können eine ähnliche Leistungsfähigkeit bieten wie jene, die von einem qualifizierten Hersteller gefertigt und als konform zertifiziert werden. Die erforderlichen Zertifikate, Testdaten und Nachverfolgbarkeitsinformationen, die zum Nachweis der Konformität erforderlich sind, stehen dann aber möglicherweise nicht zur Verfügung.

Parker Chomerics und seine ernannten Distributoren sind nach MIL-DTL-83528 akkreditiert und können Testergebnisse für konforme Materialien vorlegen. Das Unternehmen kann auch die Fertigungssteuerung und das Handling der Rohstoffe belegen, indem Chargenprüfungen mit Rückverfolgung möglich sind. Parker Chomerics fügt seine MIL-DTL-83528-Konformität in seine Veröffentlichungen hinzu. Um das Risiko eines System-EMI- oder umgebungsbedingten Dichtungsschadens zu verhindern, sollte bei jedem Wechsel des Anbieters von leitfähigen Dichtungen (einschließlich MIL-DTL-83528 QPL-Zulieferern) ein eingehender Systemqualifizierungstest vorangehen.

Ende

Ref: CH173A