

Flugkörper vor EMI schützen:

Raketentechnologie in der Praxis



Bedauerlicherweise sind in den letzten Jahren mehrere weithin bekannte Konflikte aufgetreten. Viele Länder sind jetzt in höchster Alarmbereitschaft und bereiten ihre Streitkräfte und Verteidigungsmechanismen für den eigenen Schutz oder zur Unterstützung anderer vor. Flugkörper-OEMs und ihre Lieferkettenpartner in der Verteidigungsindustrie stehen unter Druck, da sie Waffen entwickeln und bereitstellen müssen, die sowohl Leistung als auch Zuverlässigkeit bieten. Um dieses Ziel zu erreichen, muss die empfindliche Flugkörperelektronik höchst effizient vor den potenziell katastrophalen Auswirkungen von EMI (elektromagnetischen Interferenzen) geschützt werden.



*Autor:
Tim Kearvell
Elastomer Product Manager
Parker Hannifin
Chomerics Division
www.parker.com/chomerics*

Markt für Raketenabwehr

Da die meisten globalen Konflikte in absehbarer Zeit wohl nicht deeskalieren, wird der Markt für Raketenabwehr in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter wachsen. Laut MarketsandMarkets, einem Unternehmen von Revenue Impact, wird der Markt für Raketen und Flugkörper von 57,7 Milliarden US-Dollar im Jahr 2023 bis 2028 voraussichtlich auf 77,4 Milliarden US-Dollar anwachsen, was einem beeindruckenden Anstieg von 34 % in nur fünf Jahren entspricht. In Europa schätzt Mordor Intelligence das Marktvolumen im Jahr 2024 auf 3,79 Milliarden US-Dollar und erwartet einen Anstieg auf 4,83 Milliarden US-Dollar bis 2029, was einem ähnlich hohen Prozentsatz von 27% entspricht.

Im September 2023 stimmte die Europäische Union (EU) der Bereitstellung von 500 Millionen Euro für die Unterstützung von Investitionsprojekten im Wert von bis zu 1,4 Milliarden Euro zu, was einen Anreiz für die Intensivierung der Produktion von Munition und Flugkörpern in der EU bedeutet. Auch das Vereinigte Königreich leistet Unterstützung: Im Dezember 2023 gab der Verteidigungsminister bekannt, dass Hunderte von in Großbritannien hergestellten Luftabwehrraketen auf dem Weg in Konfliktgebiete sind, um dort Zivilisten und Infrastruktur zu schützen.

Mehr Elektronik macht Raketen anfälliger

Zu den wichtigsten Faktoren, die bei der Intensivierung der Produktion sorgfältige Betrachtung erfordern, gehört das Design von Flugkörpern. Die grundlegende

Prämisse des Raketen-Designs hat sich in den letzten Jahren stark weiterentwickelt: Es ist nun für Flugsysteme und Positionsgenauigkeit mehr Elektronik erforderlich. Tatsächlich hat die Komplexität der Raketen-elektronik und der integrierten Intelligenz bei allen Abschussmechanismen, aus der Luft, zu Wasser und zu Lande, erheblich zugenommen.

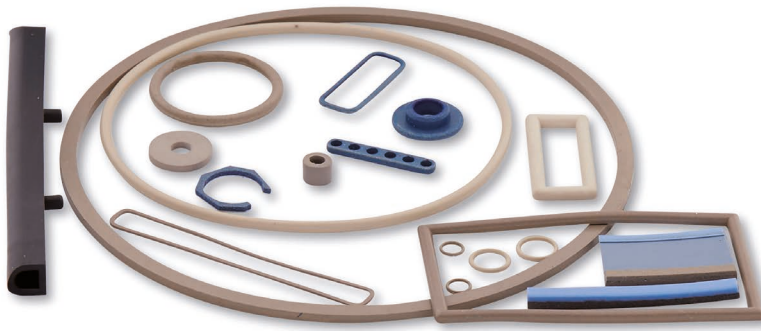
Die Flugkörperelektronik dient einer Reihe von Anwendungen, wie Steuersystemen für Vorflügel und Landeklappen, Bordnavigationssystemen, Such- und Verfolgungseinheiten und Kreiselsystemen, die Stabilitäts- und Orientierungsregelung bieten. Einige Flugkörper verwenden sogar Datenverbindungen, um mit Steuerungssystemen auf dem Boden oder in der Luft zu kommunizieren, was eine Fernsteuerung und -überwachung ermöglicht.

Diese Fähigkeiten sind zwar beeindruckend, können jedoch von einer Reihe unsichtbarer Kräfte für Angriffe genutzt werden. Ein wesentliches Problem sind hierbei EMI: Störungen in einem elektrischen Pfad oder Stromkreis, die durch eine externe Quelle wie Radar oder sogar feindliche Systeme verursacht werden. Elektronische Kriegsführung ist heute eine Kampfstrategie, bei der die Bedrohung durch Radarstörungen, elektronische Täuschung und Angriffe mit elektromagnetischen Impulsen (EMP) weit verbreitet ist. Aufgrund dieser Gefahren ist ein besserer Schutz vor EMI erforderlich, denn ein solcher Ausfall kann potenziell katastrophale Folgen haben.

Schließen der Lücke

EMI-Abschirmungslösungen bestehen in der Regel aus leitfähigen Dichtungsmaterialien, um die Lücken in mechanischen Baugruppen zu schließen und EMI abzuwehren. Flugkörper haben mehrere Metallverbindungen sowie zahlreiche Abdeckungen und Zugangsplatten, die alle abgeschirmt werden müssen. Ungeschützte potenzielle Pfade für elektromagnetische Interferenzen können die Wirksamkeit des Flugkörpers beeinträchtigen.

Leitfähige Dichtungsmaterialien sind im Allgemeinen metallimprägnierte Elastomere (Silikon oder Fluorsilikon), wie die Produktfamilie CHO-SEAL von Parker Chomerics. Diese Elastomere sehen aus und verhalten sich wie Gummi und gewährleisten somit eine einfache Anwendung und Anpassungsfähigkeit. Dabei besteht das Produkt



als EMI-Abschirmung und dienen daher auch als leitende Schnittstelle zwischen Abschirmungen und geerdeten Oberflächen.

Einen kühlen Kopf bewahren

Ein weiteres Problem ist die Wärme, die sowohl die Effizienz der Elektronik beeinträchtigen als auch die Lebensdauer von Komponenten verkürzen kann. Neue Materialien für das Wärme-Management sind unerlässlich, um sicherzustellen, dass empfindliche elektronische Komponenten ihre Betriebstemperaturbereichsgrenzen nicht überschreiten.

Eine typische Lösung ist ein Gap-Pad: ein weiches und leicht anpassungsfähiges Material, das eine thermische Schnittstelle zwischen Kühlkörpern und elektronischen Geräten bildet und unebene Oberflächen, Luftspalte und raue Oberflächenstrukturen ausgleicht. Ein Paradebeispiel ist die THERM-A-GAP Serie wärmeleitfähiger Materialien und Gele von Parker Chomerics, die in verschiedenen Träger- und Folienvarianten für eine verbesserte Betriebsleistung sorgen kann.

Partner der Wahl

Wenn es darum geht, einen geeigneten Technologiepartner für EMI/RFI, elektrische Erdung und thermische Probleme bei jeder Art von Flugkörper zu finden, sollten Konstrukteure ihre Optionen sorgfältig abwägen. Technologiepartner, die in der Lage sind, Sie vom Designkonzept bis zum Aftermarket zu unterstützen und Ihnen gleichzeitig bei der Optimierung der Modulherstellung und -montage zu helfen, bieten einen offensichtlichen Vorteil. Ein umfangreicher Katalog hochwertiger Produkte und eine nach militärischen Standards akkreditierte Eigenfertigung sind weitere Unterscheidungsmerkmale, die den vollständigen Schutz von einsatzbereiten, missionskritischen Raketen-systemen gewährleisten. ◀



zu 75% aus Metallpartikeln, welche für die elektrische Leitfähigkeit sorgen.

Elektrisch leitfähige Elastomerdichtungen sind in der Regel als Platten, kundenspezifisch zugeschnittene Teile für komplexere Komponenten oder Komponentengruppen, oder als fortlaufende Extrusion erhältlich. Dabei können aus den Extrusionen durch Vulkanisieren durchgängige Dichtungen hergestellt werden. Zu den typischen Flugkörperanwendungen für leitfähige Elastomere gehören Zugangsplatten, Lukendeckel und Radar.

Leitfähige Lacke sind eine weitere Option, die häufig als Ergänzung zu leitfähigen Elastomeren eingesetzt werden und zur Beschichtung elektrisch nicht leitfähiger Bauteile eingesetzt werden. Die Lacke sind auf Urethan- und Epoxy-Basis hergestellt und sind dadurch auch auf anspruchsvollen Untergründen verwendbar. Diese Beschichtungen, wie beispielsweise die CHO-SHIELD-Produktfamilie von Parker Chomerics, verfügen ebenfalls über beschichtete Edelmetallpartikel, wodurch sie sich ideal zum Aufbau elektrisch leitfähiger Kontaktflächen an den Kanten eignen.

Solche Lösungen sind die perfekte Wahl für Strukturplatten und Flansche von Flugkörpern, wo sie auch einen erheblichen Schutz vor galvanischer Korrosion bieten, da diese Lacke extremen Temperaturschwankungen, hoher Luftfeuchtigkeit und Salznebel standhalten.

In Bezug auf Marktdifferenzierungen bei der Auswahl eines leitfähigen Elastomers oder einer leitfähigen Farbe sollten Sie immer prüfen, ob tatsächlich eine Akkreditierung gemäß den Militärspezifikationen, wie MIL-DTL-83528 oder MIL-C-22750, vorliegt. Einige Produkte geben an, dass sie „in Übereinstimmung mit“ militärischen Spezifikationen hergestellt wurden, dies unterscheidet sich jedoch von einer Akkreditierung. Die Akkreditierung erfordert zahlreiche, gründliche Tests, um die Konformität und Eignung für anspruchsvolle Anwendungen wie Flug-

körper sicherzustellen. Parker Chomerics ist sehr stolz auf seine Akkreditierung.

Funkstille

Neben der EMV gehören auch Funkfrequenzstörungen (RFI) zu den „unischtbaren Feinden“ von Flugkörpern. Im wesentlichen handelt es sich dabei um unerwünschte elektromagnetische Signale, die den Empfang von Funksignalen stören. Typische Lösungen sind absorbierende Materialien auf Elastomerbasis, die der Fokussierung der Funkwelle dienen.

Ein gutes Beispiel ist die Produktreihe CHO-MUTE von Parker Chomerics, die aus einer Silikonelastomermatrix mit eisenhaltigem Füllstoff besteht, um HF-Absorptionsleistung für Flugkörper über einen Breitbandfrequenzbereich, einschließlich sehr hoher Frequenzen, bereitzustellen. Diese Materialien minimieren auch die Wechselwirkung zwischen Hohlraumstrukturen und die Entstehung von Resonanzen in Mikrowellenhohlräumen. Sie sind im Allgemeinen als Plattenmaterial erhältlich und lassen sich leicht schneiden. Die für Flugkörper verfügbaren EMI/RFI-Dichtungslösungen können übrigens auch für zugehörige Ausrüstung wie Abschussvorrichtungen und Bodensysteme verwendet werden.

Schutz durch Erdung

Die elektrische Erdung ist ebenfalls relevant. Die Erdung ist ein komplexes Thema, deren wichtige Rolle beim Schutz empfindlicher Hochleistungsraketen nicht übersehen werden darf. Eine ordnungsgemäße Erdung vermeidet Stromkreisfehler, was in diesen kritischen Systemen unerlässlich ist.

Abhängig von den Konstruktionsanforderungen können geeignete Dichtungen aus leitfähigen Schäumen/Gewebe-Schaum, leitfähigen Elastomeren oder metallischen Kontaktfedern bestehen. Durch die Verwendung dieser Lösungen zur Erdung wird der durch EMI erzeugte Strom an einen sicheren Ort abgeleitet. Und natürlich fungieren viele Erdungsprodukte konstruktionsbedingt auch