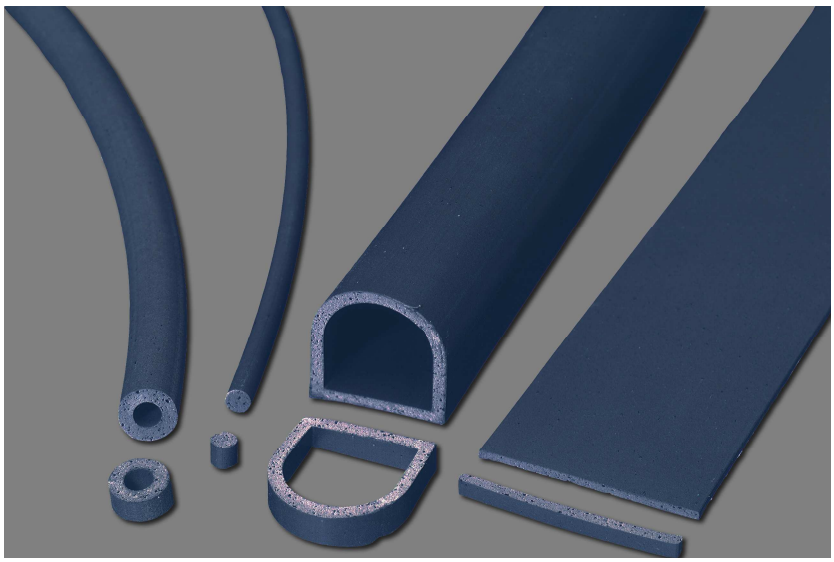
Choix de joints conducteurs IEM pour applications militaires

par Tim Kearvell, Ingénieur Projet et Méthodes chez Parker Chomerics

Les élastomères conducteurs utilisés pour l'étanchéité vitale et le blindage IEM dans les systèmes électroniques militaires doivent être certifiés conformes à la norme MIL-DTL-83528 en vigueur. Les affirmations des fournisseurs sur le sujet doivent néanmoins être examinées avec soin, pour vérifier que le fabricant dispose bien des qualifications nécessaires et que les produits sont bien testés et certifiés à 100%.

Généralités sur les élastomères conducteurs

Les élastomères conducteurs associent un liant à base de silicone et des particules de poudre conductrice. Ils offrent une résistance à la compression élevée et peuvent être réalisés de telle sorte à offrir une faible force de fermeture, et par conséquent présenter des caractéristiques attrayantes pour servir de garnitures ou de joints. Ils peuvent également être extrudés ou moulés, rapidement et à moindre coût, pour prendre à peu près n'importe quelle forme. On peut donc aussi bien les utiliser pour réaliser des prototypes que pour la production en grande série.



Le liant élastomère est un caoutchouc synthétique de type silicone, fluorosilicone, fluorocarbone-fluorosilicone, ou EPDM (éthylène-propylène-diène-monomère). Ces différents matériaux se différencient les uns des autres en fonction de leur résistance mécanique, de leur comportement aux températures élevées, et de leur résistance à différents types de fluides. L'EPDM offre la meilleure résistance aux hydrocarbures, alors que les silicones excellent en termes de résistance aux liquides à haute température. Les fluorosilicones ont de bonnes caractéristiques d'ensemble, et surpassent les silicones dans certains domaines comme la résistance aux acides et aux huiles.

La technologie de poudre de charge a un impact majeur sur certains aspects, comme la résistance à la corrosion, ainsi que la conductivité, et peut être un facteur discriminant entre les produits de différents fabricants. La technologie propriétaire de poudre de Parker Chomerics, par exemple, permet un contrôle précis de la composition, de la taille, de la morphologie, et de l'uniformité de dispersion au sein du liant, pour obtenir des propriétés électriques et physiques stables et répétables.

Une fois comprimé correctement au niveau de l'interface entre deux éléments d'une enceinte électrique, le joint élastomère conducteur assure l'étanchéité à l'humidité et à la pression, et empêche les parasites électromagnétiques (IEM) et les impulsions électromagnétiques (EMP) d'entrer ou de s'échapper au niveau du joint. En l'absence de joints conducteurs, la continuité électrique altérée peut affaiblir le blindage au niveau des joints entre les éléments de l'enceinte et permettre au rayonnement IEM/EMP de passer. En maintenant cette continuité pour préserver le blindage électromagnétique, et en constituant une barrière efficace contre l'humidité et la migration, le joint est garant du fonctionnement et de la fiabilité de l'électronique présente à l'intérieur.

Norme militaire pour les matériaux

Les deux responsabilités importantes du joint élastomère conducteur, le blindage IEM/EMP et l'étanchéité à l'humidité et à la pression, se traduisent par des exigences élevées sur les performances des matériaux utilisés. Dans le cas d'applications militaires ou aéronautiques, en particulier, on doit être sûr que le matériau du joint conserve son intégrité mécanique et ses performances électriques au cours du temps, et lorsqu'il est soumis à tout un tas de contraintes environnementales intenses comme l'exposition à la chaleur, aux vibrations, aux fluides tels que huiles ou antigivre, et aux impulsions électromagnétiques générées par une bombe nucléaire ou des contre-mesures ennemies.

Pour garantir que les joints conducteurs assurent une protection fiable aux systèmes stratégiques et vitaux, comme la navigation, les communications, les commandes de vol et la gestion d'armes, la norme militaire applicable (MIL-DTL-83528) impose des critères stricts sur un large éventail de performances. Ceux-ci sont énumérés ci-dessous. Le matériau doit répondre aux normes minimum exigées pour chacun de ces critères, pour obtenir la qualification MIL-DTL-83528.

- Gamme de température de fonctionnement
- Densité
- Dureté
- Compression/extension
- Résistance à la traction
- % d'élongation
- Mise en compression
- Résistance au déchirement
- Résistivité volumique
- Efficacité de blindage
- Stabilité électrique aux vibrations
- Stabilité électrique après rupture
- Flexibilité à basse température
- Résistivité volumique après vieillissement
- Résistivité volumique après exposition EMP
- Immersion dans des fluides

Certains paramètres comme la dureté, la compression/extension, l'élongation, la mise en compression et la résistance au déchirement, tels que prévus par la norme MIL-DTL-83528,

sont directement liés aux propriétés d'étanchéité du matériau à l'humidité et à la pression. D'un autre côté, les performances électriques du matériau, sont absolument cruciales pour assurer un blindage IEM/EMP efficace et sont régies, non seulement par les caractéristiques de la poudre de charge, mais aussi par celles du liant.

Etant donné que la conductivité dépend du bon contact entre particules de poudre, une mauvaise performance du liant, en cas de vibrations par exemple, risque de réduire la conductivité et ainsi d'exposer potentiellement l'électronique intérieure aux interférences électromagnétiques. Par conséquent, les tests de vibration et les résultats de tests effectués sous diverses conditions comme la flexion, l'exposition aux températures extrêmes, le vieillissement accéléré, l'exposition EMP ou l'immersion dans différents fluides, fournissent des indications précises sur les performances, dans le cas d'applications militaires ou aéronautiques.

Dans la mesure où des boîtiers en aluminium sont souvent utilisés dans l'industrie militaire ou aéronautique, pour leur légèreté, leur résistance et leur facilité de moulage et d'usinage, la résistance à la corrosion contre l'aluminium est un facteur important, pris en compte par les concepteurs pour le choix d'un élastomère conducteur approprié pour des joints. Les matériaux conformes à MIL-DTL-83528 ont l'avantage supplémentaire d'offrir une bonne résistance à la corrosion dans le temps.

Parker Chomerics dispose d'une gamme de matériaux élastomères conducteurs offrant une résistance élevée à la corrosion contre l'aluminium, y compris des matériaux certifiés MIL-DTL-83528. Les CHO-SEAL 1285 (liant silicone) et CHO-SEAL 1287 (liant fluorosilicone), qui contiennent des particules de charge en aluminium argenté, sont deux exemples. Ces matériaux peuvent fournir plus de 100 dB de blindage et répondent aux spécifications MIL-DTL-83528. Le tableau 1 résume les performances de ces deux matériaux par rapport aux test de stabilité électrique MIL-DTL-83528.

Matériau	Type	Résistivité volumique	Efficacité de blindage (méthode 2 à 100 MHz	Vieillissement à la chaleur	Résistance pendant/après vibrations	Résistivité volumique après étirement	Survie aux EMP
Procédure de test MIL-DTL-83528		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	Type 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	Type 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.

Tableau 1 : Tests de performance d'échantillon d'élastomère conducteur selon MIL-DTL-83528

Les autres matériaux de poudre de charge utilisés pour les applications où la résistance élevée à la corrosion n'est pas une condition majeure, sont l'aluminium argenté, l'argent pur, le cuivre argenté, le graphite nickelé, le graphite, le verre argenté et le verre nickelé.

Test de performance des joints

Les joints élastomères conducteurs peuvent être produits par extrusion ou moulage du matériau selon quasiment n'importe quel profil. Ces composants peuvent aussi être tournés, collés, épissés, ou découpés. Par conséquent de tels joints constituent une alternative rapide et économique, par rapport à d'autres méthodes de blindage IEM. Des techniques telles que celle consistant à ajuster la géométrie du joint, par exemple en employant une géométrie creuse, pour les applications nécessitant une extension importante du joint avec un effort de fermeture minimum, peuvent être utilisées pour obtenir les caractéristiques physiques désirées.

Il faut noter que les assurances fournies par les tests et certifications MIL-DTL-83528 se rapportent aux performances des matériaux, comme ceux de la gamme CHO-SEAL de Parker Chomerics. Le joint lui-même, tel qu'il est utilisé dans l'équipement cible, doit faire l'objet d'une caractérisation indépendante, dans la mesure où de nombreux facteurs liés à l'application, comme l'épaisseur du joint ou les efforts de compression à mettre en œuvre, peuvent influencer de manière significative les performances réelles.

Un différentiateur essentiel

Les producteurs d'équipement militaire représentent un marché attractif pour les fournisseurs de tous types de matériaux ou de joints élastomères conducteurs. Cependant, la plupart des organismes acheteurs s'appuient aujourd'hui essentiellement sur l'utilisation de matériaux conformes MIL-DTL-83528. En se référant à cette norme, par exemple dans sa documentation produit, un fournisseur potentiel peut laisser croire que ses matériaux sont conformes. Néanmoins, en pratique, peu de fabricants disposent des qualifications nécessaires à produire des matériaux conformes MIL-DTL-83528.

Les produits conçus pour répondre aux normes peuvent présenter des performances similaires à ceux produits par un fabricant qualifié, et être certifiées conformes. Toutefois, les certificats, données de test et informations de traçabilité nécessaires à démontrer la conformité, peuvent ne pas être disponibles.

Parker Chomerics et ses distributeurs agréés sont accrédités MIL-DTL-83528 et peuvent produire des résultats de test pour les matériaux conformes. La société peut aussi démontrer le contrôle de sa production et de ses matières premières en effectuant des tests par lots, avec traçabilité si nécessaire. Parker Chomerics mentionne la conformité MIL-DTL-83528 dans les documents qu'elle édite. Pour éviter tout risque de défaillance IEM ou d'étanchéité, tout changement de fournisseur de joint élastomère conducteur (y compris dans le cas de fournisseurs MIL-DTL-83528 QPL) doit faire l'objet de tests préliminaires de qualification complets.