



Développement de contacts et de traversées optiques à haute pression et haute température (HPHT) pour utilisation dans les systèmes sous-marins et de fond de puits

Les contacts physiques à fibre optique (PC) sont largement utilisés dans les systèmes de communication terrestres et offshore. La majorité de ces systèmes utilisent des époxydes pour sécuriser la fibre dans la virole. Cette méthode s'est avérée, au fil du temps, très fiable et rentable pour l'utilisation de la fibre optique dans les environnements terrestres traditionnels. À mesure que les technologies sont adaptées aux nouvelles utilisations offshore, sous-marines et de fond, nombre de ces technologies peuvent être directement utilisées. Ce procédé époxy a été adapté pour capturer la fibre dans la virole optique ainsi que pour maintenir les barrières de pression dans de nombreux systèmes sous-marins. L'utilisation étendue de la technologie époxy a été vérifiée par des qualifications supplémentaires et des essais de durée de vie accélérée, spécifiques aux nouvelles applications. Alors que la pression pour la fiabilité augmente et que la demande de complétion de puits à haute température et haute pression est souhaitée, ces conditions de fonctionnement plus extrêmes se rapprochent trop de la capacité des époxydes, voire la dépassent. La prise en compte des technologies époxy existantes pourrait ne pas convenir particulièrement à l'application HPHT souhaitée et de nouvelles avancées sont nécessaires pour disposer d'une solution viable.

Cet article présentera l'expérience d'AMETEK dans le développement de contacts et de pénétrateurs optiques sans utilisation d'époxy pour sécuriser la fibre dans des environnements dépassant 15K PSI et 200 deg C. Un examen des préoccupations actuelles concernant l'utilisation des époxy et la manière dont elles ont été surmontées dans le programme de développement d'AMETEK sera présenté en détail.

Types de terminaisons mécaniques des fibres optiques :

1. *Adhésifs (Epoxy)*
2. *Soudage/brasage - Ne relève pas du champ d'application du présent document Compression*
3. *Scellage du verre*

Adhésifs/méthodes époxy pour les fibres de terminaison

L'utilisation d'adhésifs ou d'époxy pour créer la liaison et l'étanchéité de l'élément de fibre optique à son boîtier métallique est une méthode très valable et viable pour assurer une étanchéité fiable et un maintien mécanique de la fibre à des températures égales ou inférieures à 125°C.

L'époxy, lorsqu'elle durcit, se contracte pour former une prise mécanique qui comprime légèrement la fibre.

Lorsque l'on termine une fibre avec de l'époxy, il est essentiel de contrôler la propreté, de limiter les vides d'air et de contrôler l'expansion de l'époxy. Ces trois facteurs sont les raisons les plus fréquentes de la rupture d'une fibre dans une virole ou un pénétrateur.

Lors du durcissement de l'époxy, il est très dépendant du procédé et du produit pour assurer les taux de retrait corrects et un dégazage adéquat.

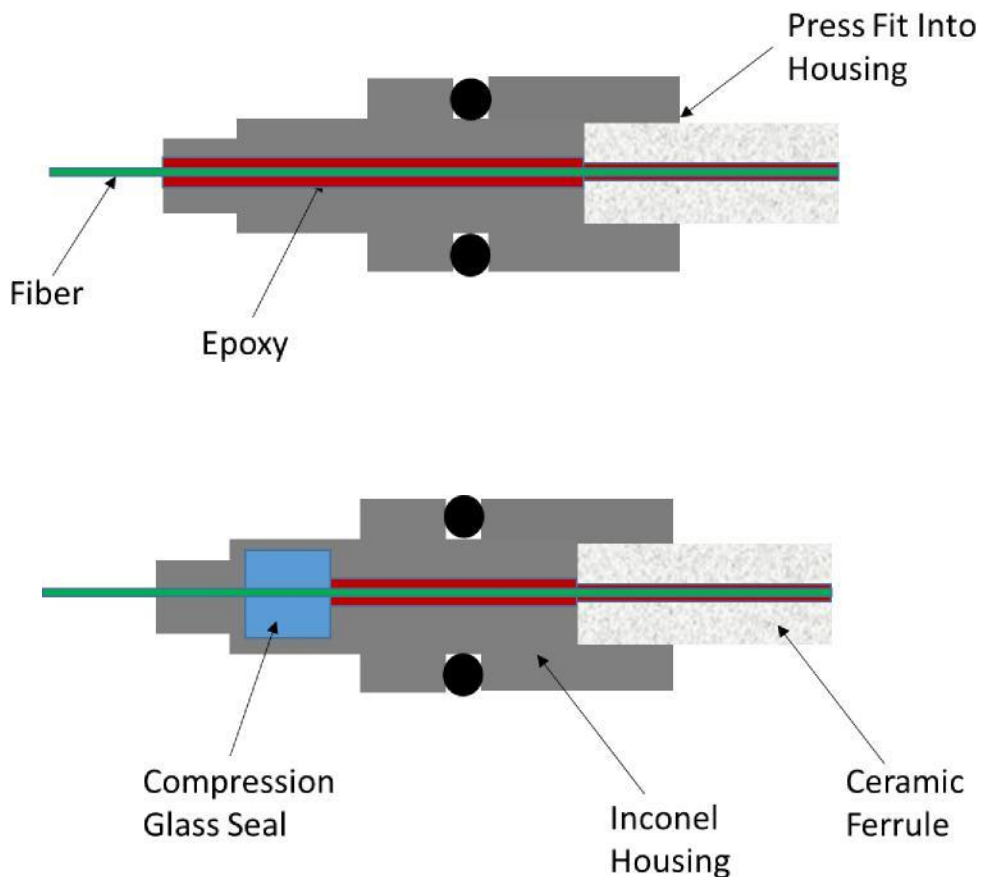


Il y a une considération importante à prendre en compte lors de la sélection d'un époxy pour des températures plus élevées. Il s'agit de la Tg de l'époxy ou de la transition vitreuse qui sera liée à sa résistance mécanique.

La température Tg est le point auquel l'époxy passe de dure et vitreuse à souple et caoutchouteuse. Les époxydes conçus pour une plus grande résistance à des températures plus élevées ont une Tg de 142 degrés C, alors que les époxydes typiques ont une Tg de 90 à 120 degrés C.

Il est essentiel de garantir la stabilité de la fibre dans son emballage, soit dans une virole optique, soit dans un pénétrateur de traversée, pour assurer ses performances optiques et mécaniques à long terme. La Tg affectera la capacité de l'époxy à travailler en pression différentielle et à maintenir la fibre en place à des températures élevées au fil du temps.

Le mouvement de la fibre dans la virole optique ou son support affectera les performances optiques en ce qui concerne la perte d'insertion et/ou la réflexion arrière due au décalage, à l'espacement, à la flexion ou à la rupture physique de la fibre de verre (communément appelé "pistonnage").





Méthode de scellement du verre

Notre problème était de savoir comment augmenter la résistance des terminaisons des fibres à des températures supérieures à 125°C.

Nous avons estimé que nous avions les éléments nécessaires pour développer et prouver une méthode de scellement du verre à un pénétrateur de terminaison de fibre et de traversée de fibre optique (FOFT) pour les hautes températures, avec notre expérience des techniques de scellement du verre pour les connecteurs électriques et les traversées.

Nos développements et tests avec des joints en verre ayant une transition vitreuse ou Tg de 520 degrés C. donnant des marges de sécurité adéquates pour les applications HPHT actuelles.

Le verre comme matériau d'ingénierie

FORCE

En tant que matériau d'ingénierie, le verre est unique. Deux des propriétés les plus importantes qui le rendent unique sont (1) la résistance mécanique et (2) la viscosité. Le verre est un matériau fragile, mais véritablement élastique, sans déformation plastique jusqu'à la rupture. La résistance intrinsèque du verre est extrêmement élevée et certaines expériences ont prouvé que le verre peut être soumis à des contraintes de l'ordre de 3 000 000 PSI avant de se rompre. Cependant, il est difficile d'atteindre, dans la pratique actuelle, plus qu'une petite fraction de ces résistances. Les mesures de la résistance du verre ne sont pas de véritables mesures de la force, mais de la faiblesse de la surface. C'est l'état de la surface qui limite notre utilisation de ce matériau à haute résistance. Les irrégularités de la surface créent des élévations de contraintes et, par conséquent, des variations de contraintes superficielles. En raison du manque de plasticité, ces contraintes ne sont pas soulagées par la déformation plastique et vont générer un type de défaillance catastrophique en raison d'une fissure. En d'autres termes, il est extrêmement sensible à l'entaille.

VISCOSITÉ

En fait, à température ambiante, le verre est un matériau visqueux. À cette température, cependant, la viscosité est si élevée qu'à toutes fins pratiques, il est considéré comme un solide. La fantastique réduction de la viscosité entre 500°C et la température ambiante est significative ; cependant, la différence entre 500°C et 1500°C sera environ 1 000 000 000 000 000 fois plus grande. Il convient de souligner que les verres n'ont pas de véritables points de fusion. Ils deviennent simplement moins visqueux à des températures élevées, et la réduction de la viscosité est approximativement exponentielle avec la température.

L'ENDURANCE THERMIQUE

Une autre propriété notable du verre est sa résistance thermique relativement élevée. L'endurance thermique est améliorée lorsqu'elle est soumise à une contrainte de compression.

ÉLASTICITÉ

Pour tous les usages ordinaires, on peut supposer que le verre est parfaitement élastique jusqu'au point de rupture. Le module d'élasticité de Young varie de 6 000 000 à 17 000 000 PSI selon la composition, mais la plupart des verres commerciaux ont des valeurs comprises entre 9 000 000 et 12 000 000 PSI.



VERRE EN COMPRESSION

Le verre a une très grande capacité à résister aux contraintes de compression. En induisant et en maintenant uniquement des contraintes de compression dans le verre, l'élément en verre peut être chargé de nombreuses façons ; tant que la charge imposée ne dépasse pas la précharge de compression, le verre résistera à la précharge appliquée sans inversion de contrainte et ne générera pas de contraintes de traction là où sa sensibilité à l'entaille limiterait son utilité.

"Scellés hermétiques en verre de "type compression

Le taux de dilatation thermique du matériau du boîtier et de la fibre optique est beaucoup plus élevé que celui de la

verre.

Lors de la solidification du sceau au cours du processus de fabrication, le boîtier se contracte autour du verre

Application d'une contrainte de compression souhaitable sur la bille de verre

La résistance du joint verre-métal est renforcée tant mécaniquement que chimiquement.

Conclusion

Le scellement du verre des fibres optiques est une avancée technologique viable pour augmenter la pression et la température des connecteurs de fibres optiques et des pénétrateurs de traversée étant donné les températures plus élevées de la transition vitreuse Tg. Un historique de déploiement et des tests supplémentaires sont encore nécessaires, mais les premiers résultats prouvent son avantage sur les technologies époxy existantes.

Steve Thumbeck

Sales Director - Oil & Gas Products

AMETEK Subsea Interconnect "ASI"

Cell: +1.401-369-4970

Web: <http://www.ametek-ecp.com/>

Email: steve.thumbeck@ametek.com