Livre blanc

Les performances des joints mécaniques de tuyaux rainurés Victaulic dans des conditions extrêmes d'incendie

Par : Len Swantek et Catsy Lam

Pour les utilisateurs réguliers de systèmes de tuyauterie, la marque Victaulic est réputée pour ses solutions fiables de tuyaux rainurés, destinées à toute une série d'applications. Ce qu'ils ignorent peut-être, c'est que les raccords de tuyaux rainurés Victaulic sont capables de résister à une exposition directe au feu dans certaines conditions d'utilisation très critiques. Qu'il s'agisse d'un bâtiment commercial, d'une usine chimique, d'une plateforme offshore, d'une raffinerie pétrolière ou de la salle des machines d'un navire, l'exposition au feu n'a absolument aucune incidence sur la capacité de ces produits à fournir leur pression nominale et leurs performances d'étanchéité maximales. Nous allons expliquer dans cet article pourquoi les raccords de tuyaux rainurés Victaulic sont résistants au feu et présenter les normes d'exposition au feu auxquelles ils répondent. Nous donnerons aussi des exemples concrets de tests de validation effectués par des organismes de certification nationaux et internationaux.

Le segment, la première parade contre le feu

Les segments des raccords Victaulic sont coulés en fonte ductile durable conformément à la norme ASTM A-536 pour une qualité de matériau 65-45-12. Ces segments peuvent résister à une exposition directe au feu à des températures pouvant excéder 760 °C (1400 °F), sans incidence sur leurs propriétés structurelles ou métallurgiques.

Cette première parade joue le rôle de bouclier pour le joint interne et le protège de l'exposition directe aux flammes et de la chaleur intense dégagée. En fonction de la durée de l'exposition directe au feu, les segments en fonte ductile vont ensuite transférer une partie de la chaleur à leurs surfaces internes et, ainsi, également, au joint.

Pour garantir un niveau constant de performances face au feu, les composants des joints Victaulic sont conçus pour offrir un équilibre unique entre la résistance thermique et la réaction à la pression. L'objectif est alors de conserver un degré de performances maximal en termes d'étanchéité à des températures extrêmes. C'est là où les propriétés du joint entrent en jeu.

Comment les propriétés du joint contribuent à garantir une étanchéité maximale lors d'une exposition au feu

Plusieurs facteurs permettent d'assurer la résistance du joint à une chaleur extrême :

1) la formulation du composé et le procédé de fabrication

2) les propriétés du matériau et la structure du joint

La formulation du composé fait appel à des substances qui ne se décomposent qu'à des températures élevées, ce qui permet une perte de matière minime en cas d'incendie. Le composé est également conçu pour autoriser un certain degré de modification de certaines propriétés critiques du matériau, telles que la dureté, la résistance à la traction, l'élongation, la déformation sous pression et la relaxation des contraintes de compression.

La stabilité des élastomères à la chaleur repose sur de nombreux facteurs (type de polymère, type de mastic, durcisseurs, antioxydants et autres additifs entrant dans la formulation) et sur la densité de réticulation résultant du processus de durcissement. Chaque substance est analysée avec la méthode du plan d'expériences (en anglais, Design Of Experiments), ce qui permet d'optimiser la formulation du composé pour atteindre un très haut niveau de résistance à la chaleur. Le processus de durcissement est également optimisé pour atteindre un niveau maximal avec les propriétés souhaitées du matériau sur toute la section transversale du joint, et ce de façon uniforme.
La formulation du joint et le procédé de fabrication font tous deux l'objet d'un contrôle très strict de façon à ce que les performances du joint en termes de résistance à la chaleur soient garanties dans sa forme finie ou sa géométrie.

La résistance au feu du joint est par ailleurs accrue de par sa conception. Celle-ci est en effet conçue pour correspondre au mieux aux propriétés particulières d'étanchéité du matériau sous différentes conditions de contraintes. Le volume de la section transversale du joint est optimisé de façon à pouvoir s'adapter à la dilatation thermique du matériau et du tuyau à des températures extrêmes. La concentration des contraintes et leur distribution sur toute la géométrie du joint sont étudiées pour que le joint ne se déchire pas, ne se fissure pas et ne se déforme pas définitivement. De plus, la géométrie du joint est telle que la force d'étanchéité est toujours suffisante sur la surface du tuyau pour conserver un joint réactif à la pression.

Combinées, ces caractéristiques contribuent à assurer l'intégrité du joint dans des conditions thermiques extrêmes. Le joint subit une décomposition très limitée : il ne se détériore pas à l'intérieur des segments, les modifications de ses propriétés physiques sont minimes et il continue à être étanche aux fuites.

Certification du produit : conformité aux codes et normes

Afin que l'ensemble du joint mécanique soit certifié pour certains marchés ou applications, le raccord et le joint sont assemblés sur les extrémités du tuyau, puis placés au-dessus de flammes, conformément aux différentes normes nationales. Cet assemblage est ensuite soumis à des tests de résistance au feu de grande intensité, comme l'exigent les différents organismes disposant d'une autorité juridictionnelle sur le marché et la région concernés.

Par exemple, les joints mécaniques de tuyaux rainurés utilisés dans l'industrie maritime pour des applications embarquées doivent être soumis à un test d'exposition au feu de 30 minutes à 800 °C (1470 °F) et ne doivent présenter ni fuite ni dysfonctionnement pour être certifiés. Le test est réalisé conformément aux règles de chaque organisme, ces règles correspondant aussi aux normes internationales des essais au feu ISO-19921 et ISO-19922. Des thermocouples sont placés à divers endroits, tout autour de l'assemblage à tester, de façon à contrôler les températures de surface sur toute la durée du test. En raison du taux de transfert thermique de la fonte ductile, ces températures de surface correspondent aussi à celles de la section transversale du raccord. Ainsi, la surface du joint présente des températures très similaires. La caractéristique de chaleur sèche peut s'avérer particulièrement dommageable si les propriétés du matériau ne sont pas conservées sur toute la durée du test. Conformément aux conditions d'exposition au feu, le joint mécanique est ensuite soumis à un test à la pression statique égale à 1,5 fois la pression de service nominale, et ne doit présenter aucune fuite. Ce test correspond à l'un des critères les plus exigeants en termes de résistance au feu pour de nombreux secteurs de l'industrie lourde.

Un autre test de certification pour l'exposition au feu intense est effectué par VdS Schadenverhütung GmbH, en Allemagne. Ce test fait partie des exigences de certification concernant les joints mécaniques utilisés dans des systèmes de protection incendie de bâtiments et d'installations. Le laboratoire expose le joint mécanique assemblé à un feu réalisé dans un récipient, avec du méthanol en guise de combustible. Dans ce scénario, le joint testé, enveloppé d'un feu très dense, doit résister, pendant 15 minutes et sans présence d'eau dans l'assemblage, au contact direct des flammes dont la température avoisine les 800 °C (1470 °F). Les mêmes caractéristiques de transfert thermique présentes dans la simulation d'incendie ISO-19921 sont à nouveau à l'œuvre pour créer ces pics de température à la surface du joint à l'intérieur de l'assemblage. Avec ce test, il n'y a aucune pression interne pour aider le joint à conserver une étanchéité dynamique contre la surface du tuyau. Le joint ne doit s'appuyer que sur ses propriétés physiques pour résister à la température et conserver sa forme globale, sa géométrie et sa caractéristique de relaxation des contraintes de compression sur toute la durée de la combustion. Ce test est par ailleurs suivi d'un test à la pression statique égale à 1,5 fois la pression de service nominale pendant que l'on contrôle si l'assemblage testé présente des fuites.

D'autres tests similaires d'exposition au feu, comme API-607 et UL-852, sont couramment utilisés pour certifier de nouveaux matériaux d'étanchéité et structures d'assemblage destinés aux applications présentant un risque élevé et permanent d'incendie. Ces normes peuvent exiger un contact direct aux flammes avec des températures supérieures à 871 °C (1600 °F), dans le cadre d'exigences de certification pour des composants utilisés dans des systèmes de protection incendie sous air.

Comparaison avec d'autres méthodes d'assemblage de tuyaux

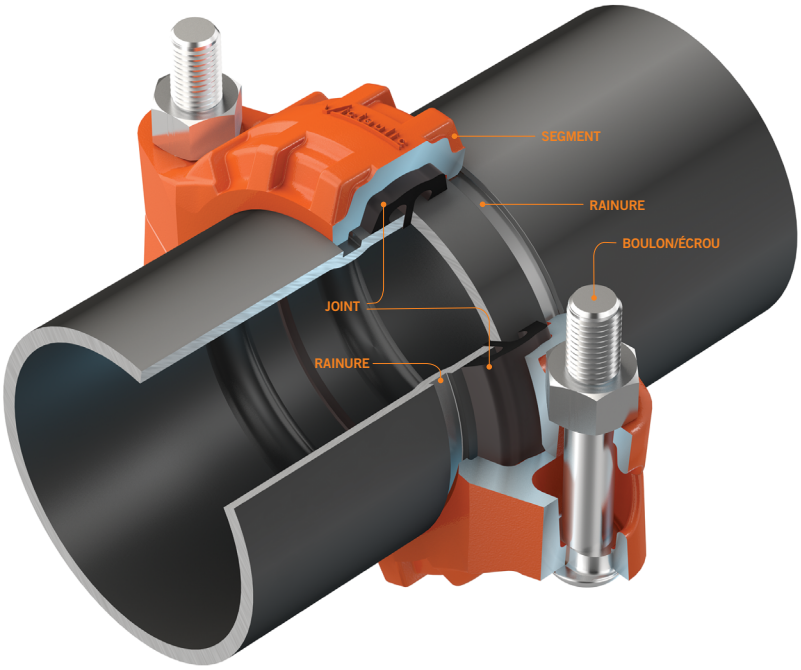
Contrairement aux raccords à bride, où le joint interne est exposé entre les surfaces à contre-bride, le joint placé à l'intérieur d'un raccord mécanique est intégralement enfermé par les segments de colliers et les extrémités des tuyaux. Ainsi, le joint n'est pas directement exposé à une chaleur dommageable ou à des flammes. La compression de l'assemblage et du joint est réalisée radialement autour des extrémités des tuyaux en fonction de l'orientation des boulons (perpendiculaires au tuyau, et non tangentiel ou avec boulonnage en ligne dans le cas des raccords à bride). Avec cette orientation, la dilatation progressive des boulons en cas de chaleur extrême est compensée par la compression interne du joint au fur et à mesure d'un certain pourcentage de dilatation du joint, permise à l'intérieur du raccord. Dans tous les cas, le joint ne se détériore pas dans ces conditions et assure l'étanchéité du tuyau.

Avec le temps, les raccords filetés peuvent par ailleurs donner lieu à des fuites, étant donné que les composés d'étanchéité sèchent et se fissurent, entraînant de petites fissures au niveau des filetages. L'exposition directe au feu dans ces conditions accélère cette sècheresse et ce « vieillissement ». Les joints peuvent alors occasionner peu à peu des fuites, quels que soient le soin et la qualité apportés à la fabrication du filetage et à la mise en place du joint.

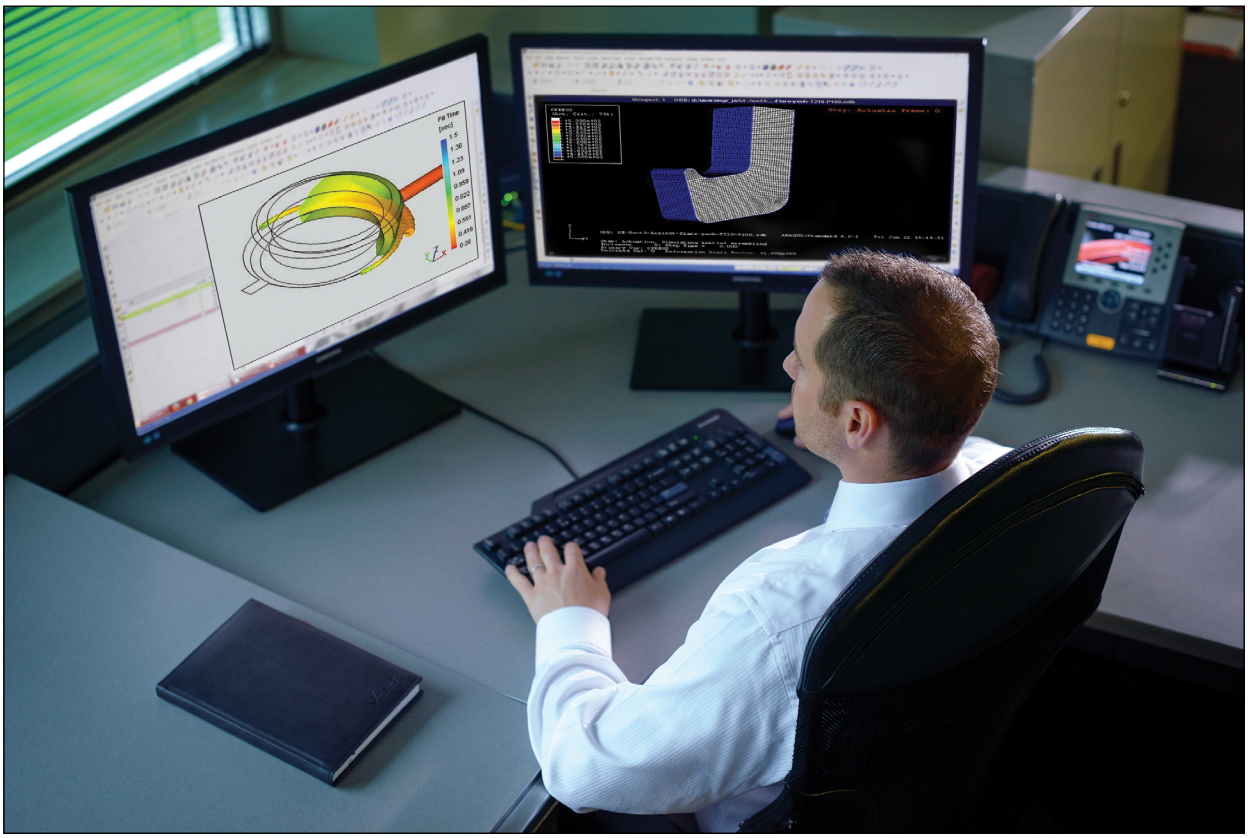
Lorsque des raccords mécaniques rainurés Victaulic sont correctement installés dans des applications, en accord avec les estimations de performances des produits, la capacité du joint à résister à des conditions extrêmes dues à un incendie reste intacte. Il s'agit d'un avantage absolument essentiel pour le maître d'ouvrage du bâtiment, qui considère d'ailleurs cet état de fait comme allant de soi puisque les joints assurent leur fonction de façon irréprochable pendant plusieurs années, derrière les murs, les plafonds et d'autres espaces cachés.

Résister à l'épreuve du temps

Pendant presque 100 ans, les produits Victaulic ont résisté à l'épreuve du temps sur un vaste éventail d'applications impliquant des circuits de tuyauterie. Qu'il s'agisse d'un système de suppression des incendies assurant la surveillance d'un bâtiment et de ses occupants, ou d'une conduite à fonctionnement cyclique à bord d'un navire de mer, nos clients peuvent avoir une confiance totale dans les raccords mécaniques, systèmes d'assemblage et accessoires Victaulic car ces produits ont été testés et validés dans des conditions extrêmes. Parce qu'elle investit dans la recherche et le développement de nouveaux produits, matériaux et procédés de fabrication, la société Victaulic occupe toujours une position de leader mondial dans la fourniture de solutions d'assemblage de tuyaux.



Plusieurs éléments permettent de rendre le montage du joint mécanique résistant à une chaleur extrême :
les segments en fonte ductile, les propriétés du matériau du joint et la force d'étanchéité résultant de l'assemblage complet entre boulons et écrous.



La résistance au feu du joint est par ailleurs accrue de par sa structure, conçue pour s'adapter au maximum aux propriétés du matériau, tandis que sa géométrie est optimisée pour que la force d'étanchéité soit toujours suffisante sur le joint, permettant ainsi d'obtenir un joint réactif à la pression.

Les raccords FireLock™ Installation-Ready™ de Victaulic ont été testés par UL LLC aux États-Unis, dans le cadre des exigences de certification des joints mécaniques utilisés dans les systèmes de protection incendie des tuyauteries sous air de bâtiments et d'installations.

Des exigences élevées en matière de constance dans la fabrication

Créatrice d'une innovation technologique, le système d'assemblage de tuyaux rainurés, la société Victaulic assure un contrôle strict du processus tout au long du cycle de vie du produit, depuis le développement initial jusqu'aux tests et à l'inspection consécutifs à la production. Une fois que la température, la pression et les cotations de fluides pour ces produits sont établies, ces valeurs doivent être appliquées de façon cohérente aux matériaux, sous-ensembles et produits finis complets. L'objectif de notre société est de fournir des produits haut de gamme depuis nos différents sites de fabrication répartis dans le monde entier et de travailler en étroite collaboration avec nos clients pour veiller à ce que les exigences les plus strictes soient satisfaites ou dépassées. Les produits Victaulic sont également étroitement contrôlés par un grand nombre d'organismes de certification nationaux et internationaux, qui effectuent des analyses régulières pour garantir une conformité constante aux codes et normes des différents pays.

Sur les auteurs

Len Swantek est directeur de la Conformité aux règlements internationaux chez Victaulic. Il a plus de 28 ans d'expérience dans diverses fonctions d'ingénierie et de management chez Victaulic, comme l'ingénierie des applications, le développement des codes et des normes, la certification des produits et les audits réalisés par des organismes.

Il est aussi membre de la NFPA (National Fire Protection Association), de la NFSA (National Fire Sprinkler Association), de l'EFSN (European Fire Sprinkler Network) et de la FPA (Fire Protection Association).

Len dirige en Pennsylvanie, aux États-Unis, l'équipe chargée de la conformité au niveau mondial, qui fait l'interface entre la société et plus de 80 organismes de certification internationaux.

Directrice technique spécialisée en sciences des matériaux chez Victaulic, **Catsy Lam** possède une expérience de plus de 10 ans dans le développement des produits tels que les matériaux d'étanchéité, les revêtements, les lubrifiants, les adhésifs et les tuyaux non métalliques. Elle est responsable des formulations et des composés, des essais sur les performances des matériaux et de la validation, des analyses chimiques, du support technique, des spécifications des produits et des normes techniques.

Catsy est aussi directrice technique chez Victaulic pour le développement des matériaux d'étanchéité, comme les élastomères, les thermoplastiques, les polymères techniques et les composites à base de polymères, destinés à des solutions de tuyauterie utilisées dans le monde entier.

Elle est membre du MTI (Materials Technology Institute) et de l'ACS (American Chemical Society Rubber Division).

WP-35-FRE 10842 REV A 05/2017

VICTAULIC EST UNE MARQUE DÉPOSÉE DE LA SOCIÉTÉ VICTAULIC. © 2017 VICTAULIC COMPANY. TOUS DROITS RÉSERVÉS.