

Une prodigieuse amélioration des propriétés

Protection optimale contre la corrosion dans la technique de raccordement hydraulique



Harald Pott, Helwig Brabander

Imposé par la directive de l'UE sur les véhicules hors d'usage, le passage aux revêtements de protection galvaniques sans chrome VI est déjà vieux de quelques années. Depuis, les fabricants d'éléments de raccordement hydrauliques ont développé et commercialisé

différentes solutions. Parallèlement au procédé bien connu de galvanisation des éléments de raccordement, des solutions avec des propriétés prodigieusement améliorées sont aujourd'hui présentes sur le marché.

En particulier, l'emploi de zinc-nickel comme base de la couche anti-corrosion s'est largement imposé dans le domaine des éléments de raccordement hydrauliques. Toutefois, ce ne sont pas seulement les fabricants d'éléments de raccordement, mais aussi les fabricants de tubes qui offrent aujourd'hui des couches de protection de surface sans chrome VI pour les tubes hydrauliques en acier de précision.

Protection contre la corrosion pour tubes et raccords

Autrefois, si les choses n'étaient pas toujours parfaites, elles étaient en tout cas clairement définies : pour la protection contre la corrosion, la galvanisation d'éléments en acier s'était imposée comme alternative au phosphatage, encore plus ancien ; à l'issue de la galvanisation, la couche de zinc était également chromagée. Cette structure de couche était désignée par l'appellation A3C (c'est encore sous ce terme qu'on la connaît aujourd'hui) et elle était utilisée pour des éléments bichromagés, comme les raccords, les robinetteries de flexibles, les blocs de clapets ou les tubes. L'interdiction d'employer le chrome VI a mis fin à cet état de choses ; avec la disparition des ions de chrome VI, c'étaient également la qualité des propriétés anti-corrosion du revêtement A3C qui disparaissait. Les passivations sans chrome VI qui ont été introduites comme alternative étaient, dans les débuts, loin de présenter les temps de résistance usuels jusqu'ici lors des essais standardisés. Pour pallier à cet inconvénient, des couches de vitrification furent employées, comme protection complémentaire. Afin de réellement améliorer le procédé et de ne faire aucun pas en arrière relativement à son application, la société VOSS Fluid est allée encore plus loin : au lieu de poursuivre avec l'utilisation de l'ancienne couche de base en zinc et de se fier exclusivement aux propriétés améliorantes de la passivation et de la vitrification, les raccords VOSS présentent une couche zinc-nickel. Comparativement au zinc seul, la résistance à la corrosion du zinc-nickel est donc déjà beaucoup plus élevée dans la couche de base, et améliore la protection anti-corrosion du raccord. La structure de couches supérieure est semblable à celle utilisée sur les raccords galvanisés. Après le revêtement zinc-nickel, une passivation sans chrome VI est effectuée, puis une vitrification. Contrairement à d'autres couches de protection sans chrome VI, c'est une version anorganique qui est employée par VOSS Fluid lors de la vitrification : celle-ci est non seulement, sous condition, tolérante aux fluides mais elle garantit en principe également la compatibilité avec tous les fluides usuels dans le domaine hydraulique. Les étapes traversées par un raccord hydraulique au cours de son existence, en particulier, ont joué un rôle décisif relativement à la décision d'employer le zinc-nickel comme couche anti-corrosion : la surface d'un raccord est particulièrement sollicitée lors de la manipulation et du montage. En pratique, le revêtement galvanique des pièces est effectué après l'enlèvement des copeaux. Ensuite, ces éléments sont stockés chez le fabricant pendant un certain temps, avant d'être utilisés

ultérieurement pour des opérations de montage. Enfin, ils sont livrés directement au client ou bien entreposés à nouveau, chez un revendeur, par exemple. Le revêtement peut déjà subir des dommages lors du montage, ou encore lors de la manipulation pendant le transport. Toutefois, c'est lors de la pose des raccords sur les installations hydrauliques qu'il n'est plus possible d'empêcher que le revêtement soit endommagé. Des essais réalisés par un institut renommé et indépendant sur la surface zinc-nickel de VOSS ont permis de confirmer les excellentes propriétés anti-corrosion recherchées. Des durées d'usage d'au moins 720 h avant la première apparition de rouille rouge ont été obtenues au cours de l'essai au brouillard salin standardisé. En règle générale, la durée d'usage de la couche de base zinc-nickel est dix fois plus longue que celle d'une couche en zinc conventionnelle. VOSS Fluid emploie cette forme de couche comme revêtement standard sur toutes ses lignes de produits depuis plus de trois ans. Les expériences accumulées pendant cette période confirment les résultats obtenus lors des tests en laboratoire. C'est en particulier sur des applications du domaine de l'hydraulique mobile que les excellentes propriétés anti-corrosion du zinc-nickel apparaissent clairement.

Fiche standard VDMA 24576

Jusqu'à récemment, on ne disposait d'aucune désignation standardisée pour les couches anti-corrosion sans chrome VI des éléments hydrauliques. Pour pallier à ce manque, un groupe de travail s'est formé au VDMA (*Association allemande de constructeurs de machines et d'équipement*) avec comme objectif l'étude des couches anti-corrosion sans chrome VI pour la technique des fluides. Ces efforts d'une année et demie ont mené à la création de la fiche standard VDMA 24576. À l'aide de cette fiche standard, il est possible de désigner avec un sigle court et facile à retenir les couches anti-corrosion sans chrome VI pour les éléments employés en technique des fluides. Sur cette nouvelle fiche standard, ce n'est plus la structure de la couche qui est au centre de la désignation, mais sa performance – un changement véritablement révolutionnaire. Pour définir cette performance, on a introduit des classes de protection contre la corrosion. De K1 à K5, ces classes correspondent à des exigences différentes relativement aux performances de protection des couches. Dans la classe la plus élevée, au moins 720 h doivent s'écouler avant l'apparition de rouille rouge. À l'heure actuelle, on travaille à une version anglaise de la fiche. Dans les cas où plus de précision est exigée, cette fiche standard offre également la possibilité de définir, outre la classe de protection contre la corrosion, d'autres paramètres comme la structure de couche ou la couleur du revêtement de la surface, par exemple. Le revêtement zinc-nickel de VOSS peut ainsi être désigné très précisément par le sigle K5S6F2, ce qui correspond à la classe de protection la plus élevée, avec apparence gris-argentée.

ZISTAPLEX – une excellente protection contre la corrosion pour les tubes

Depuis de nombreuses années, la société Benteler Stahl/Rohr fabrique des tubes en acier de précision galvanisé sans chrome VI, sous le nom ZISTA CRF. Ces tubes sont employés entre autres comme conduites sur les véhicules et dans la construction de machines et d'installations. Pour de nombreuses applications, le revêtement doit toutefois pouvoir répondre à des exigences plus élevées. Conjugués à l'absence d'effet autorégénérant du revêtement sans chrome VI, les dommages que peut subir la surface du fait du transport, de la manipulation et du post-traitement ont pour conséquence, comme sur les raccords, une diminution des propriétés anti-corrosion. Pour résoudre ce problème, Benteler Stahl/Rohr propose comme solution des tubes ZISTAPLEX, soudés et sans soudure, dans la gamme de produits sans chrome VI. Sur BENTELEER ZISTAPLEX, la résistance à la corrosion des tubes galvanisés est améliorée de façon importante par un revêtement organique supplémentaire. Selon la classification de la fiche standard VDMA, BENTELEER ZISTAPLEX appartient à la classe anti-corrosion K5, alors que ZISTA CRF n'est que de classe K3. Pour une surface noire, par exemple, la désignation complète est K5F3SX. Outre l'excellente protection contre la corrosion, BENTELEER ZISTAPLEX présente une aptitude à la déformation exceptionnelle qui satisfait à toutes les exigences, même après le traitement complet des tubes. Les travaux de galvanisation et de laquage nécessitant un investissement important de la part du client ne sont donc plus nécessaires. Le procédé spécial de fabrication permet l'emploi flexible de types divers de revêtement organique. Non seulement le choix des coloris est libre, mais des exigences spéciales, comme la résistance à la température ou aux produits chimiques peuvent également être remplies. Un procédé sans solvant est utilisé lors de la fabrication, pour des raisons de protection de l'environnement et du personnel. Ce procédé satisfait ainsi aux exigences de la directive de l'UE sur les solvants. Par ailleurs, il assure une répartition régulière de la couche. Ceci garantit une protection anti-corrosion uniforme sur la totalité du tube et permet l'utilisation des raccords les plus usuels conformes aux normes DIN et SAE, sans devoir ôter le revêtement au préalable.

Interaction des composants

Les tubes ZISTAPLEX de la société Benteler Stahl/Rohr étant maintenant disponibles, la question de savoir si le système raccord-tube fonctionne de façon harmonieuse se pose. Les entreprises Benteler Stahl/Rohr et VOSS ont donc mis sur pied un projet en commun, avec pour objectif la détermination des résultats pouvant être obtenus par cette combinaison, par des tests et des essais appropriés. Le programme de tests défini en commun comprend d'une part des tests de protection anti-corrosion et d'autre part, des essais de résistance statiques et dynamiques des raccords. Comme échantillons, on a choisi les tubes ZISTAPLEX conformes à la norme EN 10305-4 et de taille 12 x 1,5 de la société Benteler Stahl/Rohr. Comme systèmes typiques de raccordement, on a sélectionné d'une part la bague coupante 2S plus de VOSS, et d'autre part le système de raccords VOSSForm SQR.

Programme de tests

Conformément aux instructions de montage des bagues coupantes 2S plus, on a d'abord effectué le prémontage des bagues sur le tube hydraulique, avec l'appareil de prémontage Typ 90 Basic de VOSS. Afin d'assurer le montage correct de tous les échantillons, des coupes de tubes ont été contrôlées par coupe métallographique, de façon aléatoire. Les tubes prémontés ont ensuite été soumis à un test d'étanchéité et d'éclatement, ou encore, en vue de la vérification de la résistance dynamique, à un essai d'impulsions de pression (un million d'alternances de charge, par une pression de 1,33 fois la pression nominale). Outre ces essais standard, un essai d'éclatement a été effectué après assemblage final sur les tubes, qui avaient été soumis au préalable à un cyclage thermique. L'essai par cyclage thermique a été effectué afin de déterminer l'influence de la couche en plastique extérieure, d'une épaisseur de 50 µm : les tubes ont été refroidis jusqu'à -20 °C et maintenus à cette température pendant 3 h, puis réchauffés jusqu'à + 80 °C, température à laquelle ils ont également été maintenus pendant 3 h ; ce cycle a été répété dix fois. Tous les essais de pression ont été rapportés à la pression nominale de 300 bars des tubes. Un programme de tests identique a été effectué avec les tubes formés du système VOSSForm. Sur ce système de raccord, le programme d'essais a été complété par un essai au brouillard salin sur les tubes, après assemblage final.

Résultats des essais avec 2S plus

Au-dessus du bourrelet de matière, un revêtement se forme et se dépose avec légèreté, devant la face frontale de la bague coupante. Pour que l'installation hydraulique fonctionne de façon impeccable, les restes de revêtement se détachant sont simplement ôtés avant la pose. Ceci peut être réalisé sans problème par simple essuyage. Les tubes échantillons préparés ainsi ont passé avec succès tous les essais d'étanchéité, d'éclatement et d'impulsions de pression réalisés.

VOSSForm

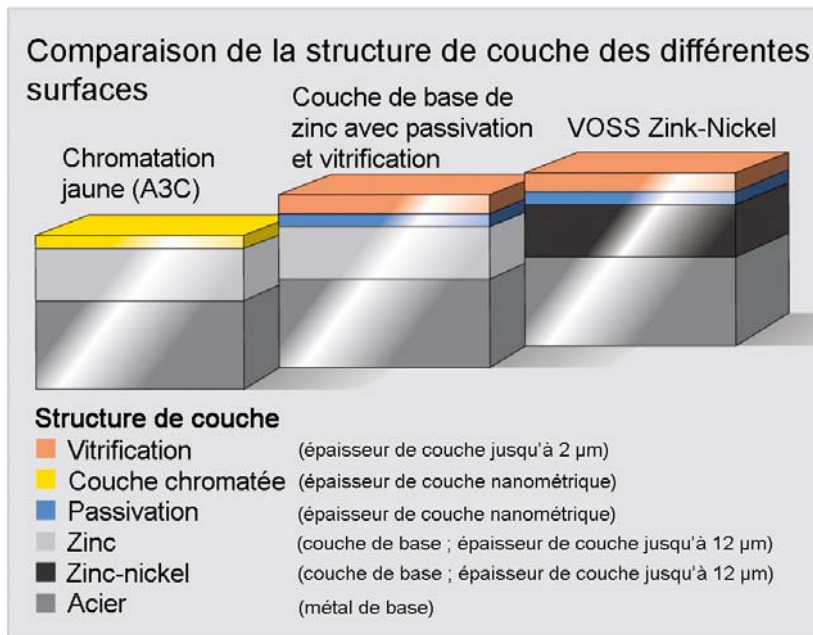
Comme sur le raccord à bague coupante, les restes de revêtement se détachant doivent être ôtés par essuyage. On garantit ainsi que le montage, ainsi que des montages répétitifs s'effectuent correctement. Les tubes montés avec VOSSForm ont également passé avec succès tous les essais d'étanchéité, d'éclatement et d'impulsions de pression réalisés ensuite. Même les tubes qui avaient été soumis au préalable à des cycles thermiques n'ont présenté aucune défaillance. L'essai au brouillard salin sur les tubes formés avec VOSSForm a produit des résultats particulièrement intéressants. Ces tubes ne montrent en effet aucune corrosion du métal de base, après 720 h passées dans la chambre à brouillard salin.

Résultats relevés dans la pratique

Le système testé par VOSS et Benteler Stahl/Rohr a été mis en pratique en collaboration avec la société Goldhofer, pour la pose des conduites sur un transporteur pour charges lourdes. La société Goldhofer, dont le siège se trouve à Memmingen, est un fabricant de véhicules de transport exceptionnel leader sur le marché mondial. Sur l'aire de l'entreprise, d'une surface de 120 000 m², environ mille cinquante employés travaillent à la fabrication de véhicules dont les charges utiles vont de 25 à 10 000 tonnes. Aujourd'hui, l'entreprise a livré plus de trente-deux mille véhicules dans soixante-dix pays. Pour poursuivre l'amélioration des processus internes et de la qualité de ses produits, Goldhofer teste l'utilisation du système VOSSForm en combinaison avec les tubes BENTELER ZISTAPLEX, en collaboration avec VOSS et Benteler Stahl/Rohr. À cet égard, les expériences faites lors du montage ont été tout à fait positives. Le transporteur de charges lourdes est maintenant testé sur le terrain, chez le client. Grâce à l'utilisation de zinc-nickel en combinaison avec ZISTAPLEX, Goldhofer a pu améliorer de façon importante les processus internes de montage et de production. L'excellente protection anti-corrosion des éléments a permis à la société Goldhofer de se passer du laquage ultérieur des unités hydrauliques, nécessitant un grand investissement. Les emplacements difficiles d'accès dans l'atelier de peinture, en particulier, sont désormais beaucoup mieux protégés contre les attaques corrosives de l'environnement. « Nous nous sommes décidés pour le zinc-nickel de VOSS et le ZISTAPLEX de la société Benteler Stahl/Rohr, ce qui nous permet d'accroître encore l'excellente qualité de nos produits », déclare M. Unglert, agent de maîtrise industriel en hydraulique chez Goldhofer.

Résumé

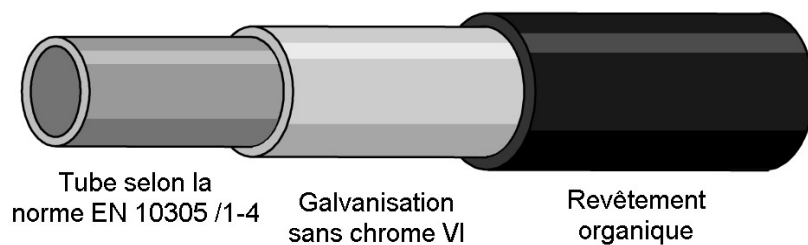
Les résultats des tests ont confirmé l'interaction idéale entre le zinc-nickel de VOSS et BENTELER ZISTAPLEX. La résistance à la corrosion de classe K5 – la classe la plus élevée selon la fiche standard VDMA – est atteinte sans difficulté. Le fonctionnement du raccord à bague coupante VOSS 2S plus et du système de formage de tubes VOSSForm n'est entravé d'aucune manière par le revêtement des tubes. La société Goldhofer, dont les exigences relativement à l'absence de fuites et à la résistance à la corrosion sont élevées, confirme les performances de ces associations de produits, dans des conditions réelles d'utilisation.



1: Structure de couche complète de la surface zinc-nickel VOSS



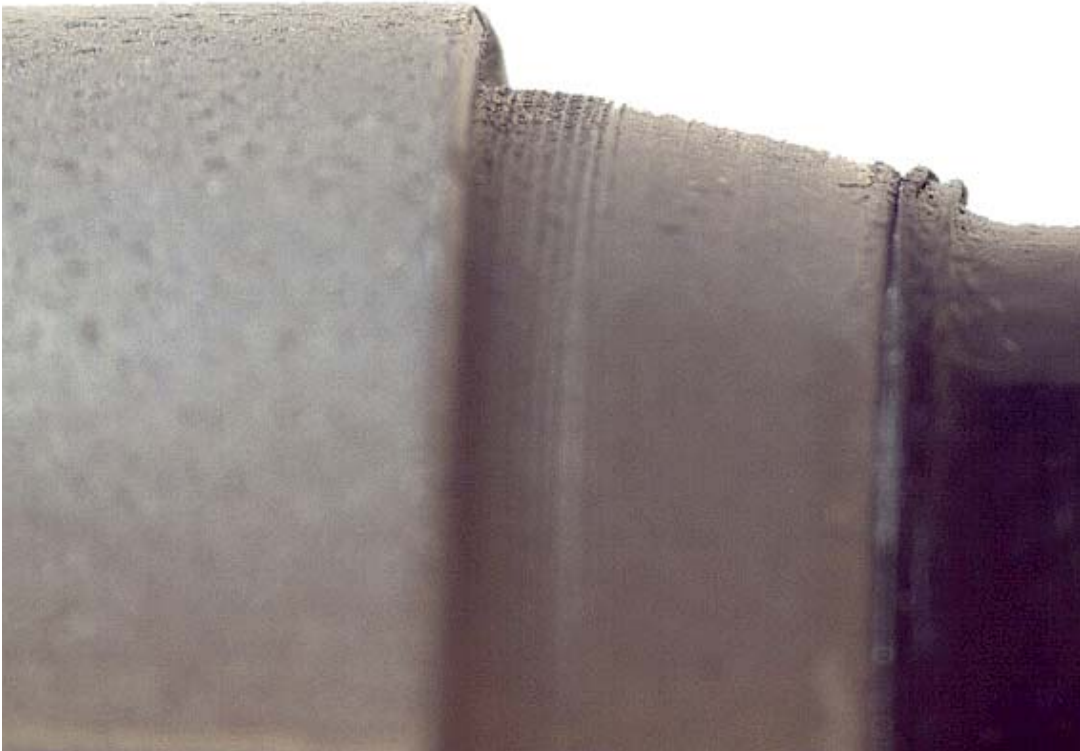
2: Dommages sur la couche anti-corrosion lors de l'assemblage final



3: Représentation schématique de la structure de couche de la surface de tube BENTELER ZISTAPLEX



4: Échantillons VOSS*Form* après essai au brouillard salin



5: Bague coupante 2S *plus* montée sur tube BENTELEZ ZISTAPLEX



6: Coupe correcte de la bague coupante dans le tube



7: Extrémité de tube formée VOSS*Form* du tube BENTELER ZISTAPLEX



8: Le laquage ultérieur des éléments est inutile

Auteurs : H. Pott, ingénieur-docteur, Directeur du service Développement et construction, VOSS Fluid GmbH, Wipperfürth, H. Brabander, ingénieur, Directeur Technique des surfaces, Benteler Stahl/Rohr GmbH, Paderborn