

Évolutions dans l'utilisation d'acier pour travail à froid pour les applications de poinçonnage

06 avril 2021, 02:00

Kurt Beghyn

Dans le cadre du projet DCT4Cut, consacré aux outils de poinçonnage, les avantages du traitement cryogénique et de l'utilisation de revêtements spéciaux sur la durée de vie des outils de poinçonnage complexes ont été étudiés par Sirris et l'institut Fraunhofer. Quatre types différents d'acier pour travail à froid ont été sélectionnés pour cette étude.

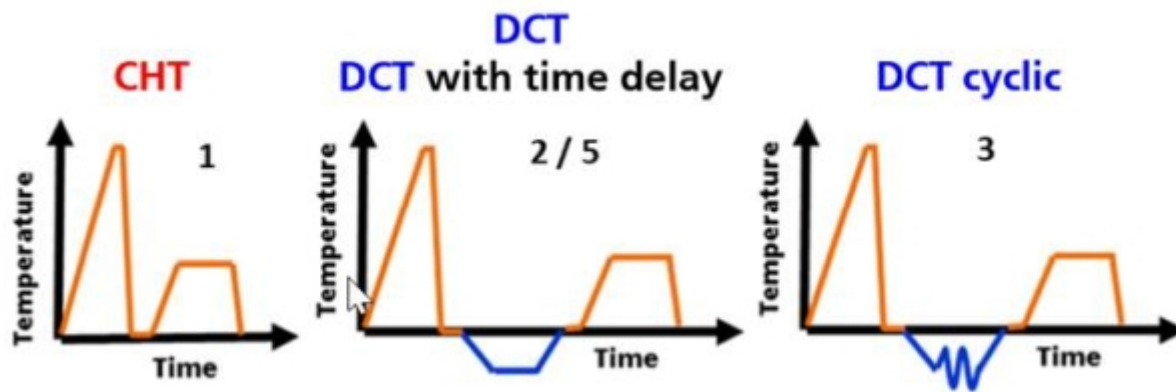
Le 18 mars, une réunion d'utilisateurs en ligne a été organisée par l'association professionnelle allemande FOSTA (Forschungsvereinigung Stahlanwendung) et l'Association belge des traitements de surface des matériaux (VOM) à propos de l'avancement du projet Cornet DCT4Cut.

Jusqu'à présent, les précédentes réunions d'utilisateurs étaient uniquement organisées par pays. En raison des mesures de lutte contre le coronavirus, il était impossible d'organiser une réunion sur site. La réunion a donc pris la forme d'un webinaire.

But de DCT4Cut

Le projet de recherche DCT4Cut comprend plusieurs lots d'activités consacrées à l'utilisation de l'acier pour travail à froid pour les applications de poinçonnage. Plus précisément, il vise à démontrer les avantages du traitement thermique par le froid (traitement cryogénique ou DCT et DCT « cyclique ») et l'utilisation de revêtements spéciaux sur la durée de vie des outils de poinçonnage complexes.

Pour cette étude, quatre types d'aciers pour travail à froid ont été présélectionnés : un acier conventionnel pour travail à froid K110 (1.2379), un acier raffiné ESR Caldie et deux aciers par métallurgie des poudres (PM) - Vanadis 4E et K390. Le choix de ces aciers est basé sur l'expérience (acquise au cours du projet Infiblack, qui a pris fin), ainsi que sur l'expérience de certains utilisateurs en Belgique et à l'étranger. Il existe bien entendu d'autres aciers qui peuvent être envisagés pour l'application visée. Afin de limiter le nombre d'essais, seuls quatre types d'acier ont été pris en considération.



Sirris a fait tremper les barres à partir desquelles les poinçons ont été fabriqués chez Ventec. La méthode de trempe conventionnelle dans un four à vide y a été combinée à un traitement par le froid réalisé par Nitrotechnics, une division de VBS. La dureté visée était de 59+2 HRC. Les barres durcies ont ensuite été soigneusement caractérisées en termes de dureté, de structure, de teneur en carbure, de teneur en austénite résiduelle, de formation de fissures après un essai de rayure, etc. Ensuite, les barres ont été transférées en Allemagne pour des essais de poinçonnage en laboratoire chez Fraunhofer IWU, à Chemnitz. Une autre partie des barres a été envoyée au Fraunhofer IST de Braunschweig où elles ont été testées avec différents revêtements.

Essais sur les revêtements

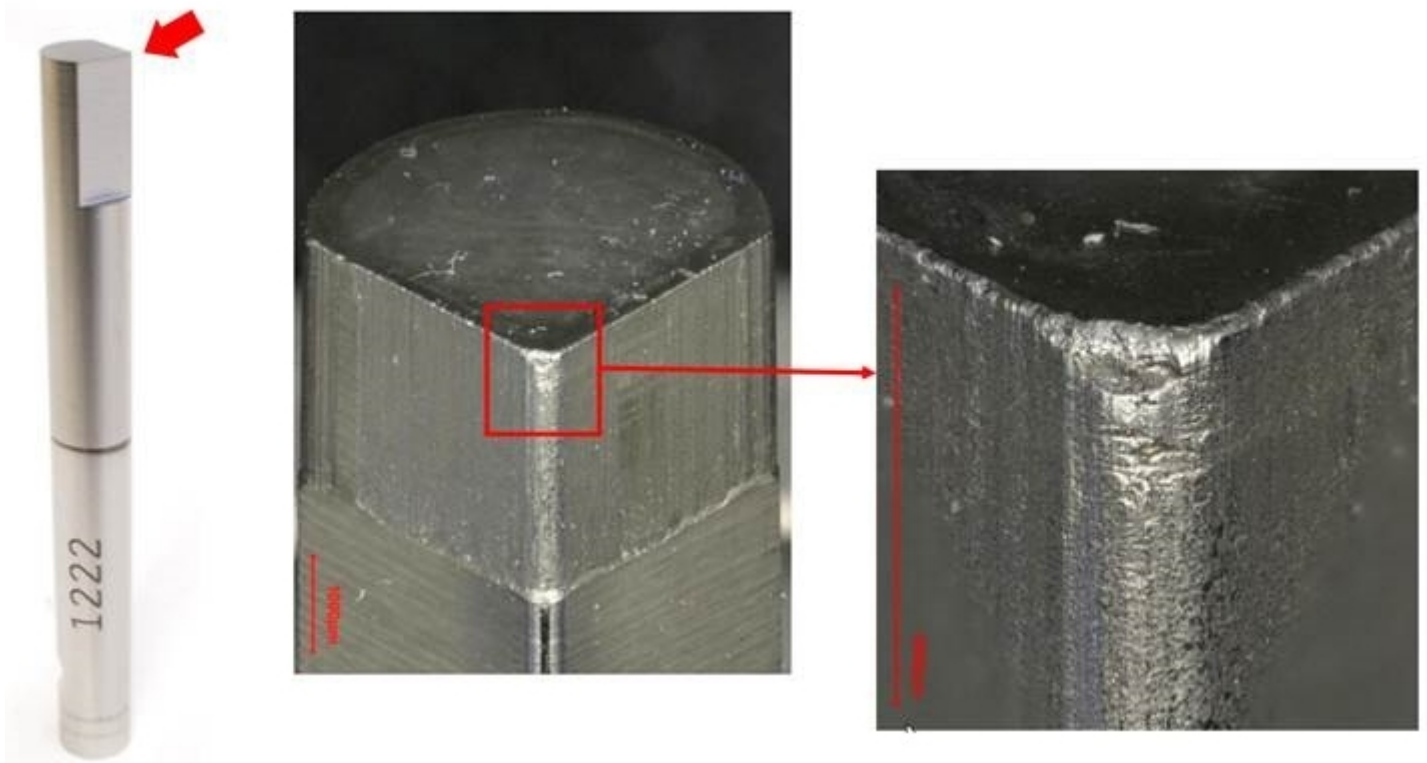
Le Fraunhofer IST a surtout étudié l'influence de la stratégie de trempe : l'application du traitement cryogénique soit avant, soit après le revenu et le revêtement (« post-DCT »). Les revêtements se composaient de couches PVD avancées, telles que WC-DLC et CrTiAlSiN, déposées avec et sans traitement préalable par nitruration plasma (PN). Ce dernier traitement est recommandé pour augmenter l'adhérence et la résistance des revêtements. L'influence du DCT, réalisé avant la nitruration, a donné peu de différence dans l'adhérence de la plupart des couches PVD, vérifiée par des essais de rayure. Le traitement cryogénique après l'application des revêtements TiAlSiN et CrAlTiSiN a toutefois produit une différence, à savoir une augmentation de la microdureté et du module de Young.

Résultat des essais en laboratoire

Les premiers essais de poinçonnage au Fraunhofer IWS ont été réalisés à l'aide de poinçons ronds de 5 mm de diamètre fabriqués par électroérosion à fil à partir de barres trempées en K390, et en utilisant une plaque d'acier inoxydable de 0,6 mm d'épaisseur comme matériau de poinçonnage. Ces essais ont montré que la géométrie ronde du poinçon ne permet pas une différenciation suffisante entre les différents types d'acier et les différents traitements. Cette géométrie a par conséquent été modifiée pour adopter une forme partiellement triangulaire et partiellement ronde (« Dreieck-geometrie »).

Ces poinçons ont permis de comparer les quatre matériaux en état trempé classique, ainsi qu'en état trempé et traité par le froid. Dans l'état trempé conventionnel, on a constaté que le Vanadis 4E et le K390 donnaient le moins d'usure aux angles des poinçons. Après un traitement cryogénique, une usure moindre de l'arête de coupe (sommet) a pu être observée visuellement sur l'acier conventionnel K110 et sur Caldie. Les poinçons avaient alors subi plus de 100.000 coups.

Ensuite, de nouveaux poinçons ont été durcis et soumis au DCT cyclique, réalisé par la société autrichienne CoolTech. Le DCT cyclique est une variante du DCT ordinaire, dans lequel la température varie cycliquement entre -197 °C et une température plus haute au lieu d'une température constante de -196 °C. Dans le cas des aciers K110 et Caldie, comme dans le cas du DCT ordinaire, on a observé une réduction de l'usure, alors qu'aucune différence n'a été constatée dans le cas des aciers PM Vanadis 4E et K390.

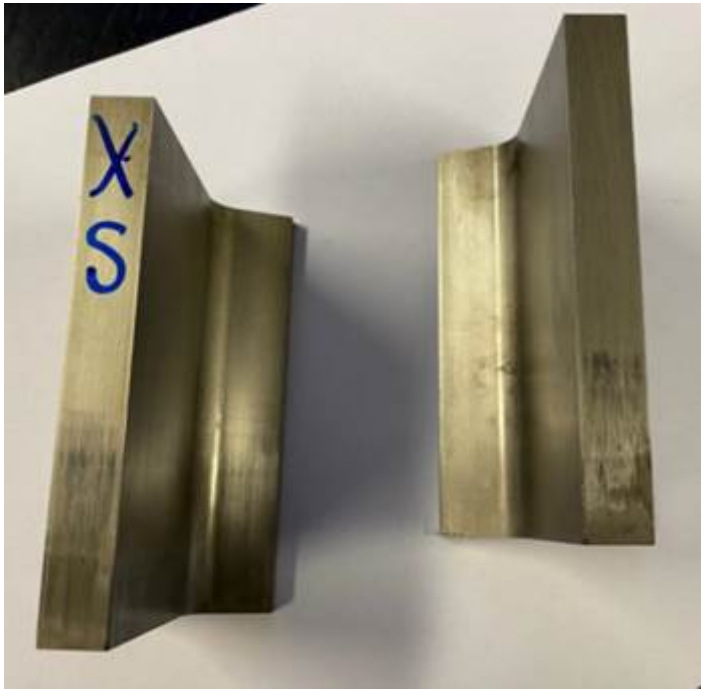


Enfin, des essais de poinçonnage ont été réalisés sur les quatre aciers à l'aide de poinçons traités par le froid réguliers et cycliques et revêtus. Dans chaque cas, l'usure a été comparée à l'état sans revêtement. On a constaté que l'usure sur l'acier K110, trempé avec DCT et avec un revêtement CrTiAlSiN et une nitruration plasma sous-jacentes était quasiment inexistante. Un résultat similaire a été obtenu avec l'acier ESR Caldie, ainsi qu'avec les autres aciers, qui se sont également bien comportés sans revêtement.

Pour vérifier l'effet de la nitruration plasma, une comparaison a été faite entre des poinçons trempés et traités par le froid cyclique et revêtus en Vanadis 4E et du K390. L'adhésion du revêtement CrTiAlSiN s'est avérée tenir même sans PN, avec absence d'usure aux angles.

Résultat des tests industriels

L'étape finale du projet consistera en divers essais industriels dans les deux pays. On entend ainsi transférer dans la pratique l'expérience acquise en laboratoire. Sirris a déjà lancé trois essais industriels dans trois entreprises flamandes : Haemers, active dans les pièces en acier poinçonné telles que les rondelles, Stow, active dans les racks d'empilage en acier lourd, et Dejong, active dans les rivets spéciaux en acier inoxydable. Les essais ont été réalisés respectivement sur l'acier K110 sans revêtement, le CPM4V (acier PM américain) avec revêtement duplex et l'ASP23 sans revêtement.



Les deux premiers aciers ont été trempés, puis traités par le froid et enfin revenus à haute température pour obtenir une dureté nominale d'environ 60 HRC. Comme le dernier acier était déjà trempé, il n'a été que traité par le froid suivi par un revenu à basse température (post-DCT).

Les trois essais sont toujours en cours de production et seront bientôt évalués en ce qui concerne l'usure.

Dans les prochains mois, des essais industriels seront également lancés en Allemagne, entre autres chez KOKI Technik et Bond Laminates. Ils emploieront notamment du plastique renforcé de fibres comme matériau de poinçonnage. Des essais de poinçonnage avec impact à haute vitesse (en abrégé « HSIC ») sont également au programme. Les enseignements du passé ont montré que les poinçons HSIC dans les aciers pour travail à froid de haute qualité ont une durée de vie limitée en raison de l'usure élevée pendant le poinçonnage. On entend donc déterminer si les poinçons traités par DCT peuvent augmenter cette durée de vie.

Envie d'en savoir plus ? Vous pouvez obtenir les présentations complètes de la réunion d'utilisateurs en nous envoyant un mail.

Le projet DCT4Cut est un projet Cornet international avec le soutien financier de l'AiF, de la FGW et du VLAIO. Il se déroule jusqu'au 30 septembre 2021.

Auteurs



Kurt Beghyn