

## GRIPPAGES DES FIXATIONS EN ACIER INOXYDABLE

PAR PETER WITZKE, RESPRONSABLE DE L'ÉQUIPE D'EXPERTS DE BOSSARD

Les fixations en acier inoxydable, en aluminium et en titane sont les plus enclines à subir un grippage lorsqu'elles sont serrées. Les fixations en acier inoxydable sont regroupées en différentes familles : austénitique, ferritique et martensitique. La qualité austénitique des fixations en acier inoxydable est celle la plus fréquemment utilisée dans l'industrie. Le matériau en acier inoxydable possède une couche d'oxyde de chrome qui le protège contre la corrosion.



Lorsque deux fixations sont accouplées, il se produit une pression entre les surfaces filetées du boulon et de l'écrou et la couche d'oxyde de protection peut se casser. La forte friction entre les interfaces des fixations d'union, où le métal de base a été exposé (à cause de la couche d'oxyde rognée), peut provoquer un blocage des surfaces, ce phénomène étant connu comme grippage. Plus le coefficient de friction est élevé, plus le risque de grippage augmente.



Le grippage est la friction ou l'abrasion des filetages, dans lesquels soit les éléments du joint coïncent pendant le montage soit les filetages sont endommagés. Il est aussi appelé soudure à froid locale (liaison par surface) des flancs des filetages. Il se forme généralement lorsque les flancs du filetage frottent l'un contre l'autre pendant une période de temps prolongée.

Fig. 1 : fixation grippée

Différents types de matériaux en inox avec différentes conditions de traitement de chaleur se comportent différemment en terme de grippage. Vous trouverez dans le tableau suivant une comparaison des caractéristiques de sept types d'acier inoxydable. Il indique que le temps de grippage peut varier de 7 à 28 secondes avec une charge donnée.

Type	Condition	Dureté de départ	Traitement de surface	Charge (livres)	Délai au bout duquel se produit le grippage (secondes)
416	Traité à la chaleur	43 Rc	Aucun	400	12
416	Traité à la chaleur	43 Rc	Avec du Tuffride*	1000	37
440C	Traité à la chaleur	59 Rc	Aucun	800	17
440C	Traité à la chaleur	59 Rc	Avec du Tuffride*	1100	41
440A	Recuit	96 Rb	Aucun	650	15
440A	Recuit	96 Rb	Avec du Tuffride*	1000	47
303	Recuit	85 Rb	Aucun	(précharge uniquement)	3
303	Recuit	85 Rb	Avec du Tuffride*	750	25
303MA	Recuit	88 Rb	Aucun	300	2
303MA	Recuit	88 Rb	Avec du Tuffride*	1350	58
317	Recuit	85 Rb	Aucun	500	7
317	Recuit	85 Rb	Avec du Tuffride*	750	27
347	Recuit	89 Rb	Aucun	600	8
347	Recuit	89 Rb	Avec du Tuffride*	500	22

Tableau 1 : caractéristiques de grippage comparatives

## LE GRIPPAGE ET SES CAUSES

Cette section décrit les différentes causes de grippage et les méthodes de prévention dans ces conditions.

## SERRAGE ET GRIPPAGE

Le VDI 2230 (guide technique pour les fixations) indique que les boulons ne peuvent être serrés que jusqu'à 90 % de leur limite élastique. Si le couple de serrage est trop fort, le boulon sera trop serré et peut même casser. Les vis peuvent également se casser à causes de forces de cisaillement par torsion produites par le grippage du filetage.

Le coefficient de friction de l'acier inoxydable contre un autre acier inoxydable est relativement fort par rapport au coefficient de friction de nombreux autres matériaux combinés. Pour obtenir la même précharge, des vis en acier inoxydable austénitique A1-A4 peuvent être serrées à un couple supérieur que les vis en acier classiques de la même résistance.

Dans le cas des grippages de filetage, le couple de serrage augmente et la précharge n'est pas atteinte. Les opérateurs ont parfois tendance à appliquer un couple de serrage supplémentaire pour asseoir visiblement les fixations correctement sans prendre conscience du risque de grippage. De telles erreurs sont difficiles à détecter pendant le serrage et ne sont visibles que de l'extérieur. On détecte pendant les réparations ou l'entretien que les fixations ne peuvent plus être dévissées.

Lorsqu'un boulon/écrou est grippé, il ne peut certainement plus se relâcher ou se perdre, mais les joints ne sont pas correctement tendus et peuvent se casser en raison de la fatigue lorsqu'ils sont soumis à des charges d'exploitation.

La lubrification des fixations en acier inoxydable avant le montage ainsi qu'un revêtement de lubrifiant solide appliqué sur les fixations ont prouvé être efficaces contre le grippage (pour plus de détails, veuillez lire la section « Prévention du grippage » ci-après).

## PROCESSUS DE FABRICATION ET GRIPPAGE

La surface du filetage de différents profils de filetage peut sembler lisse lorsqu'elle est observée à l'œil nu. Mais sous un microscope, le profil du filetage peut présenter des plissures dans les crêtes du filetage. Cette erreur survient à cause d'un réglage incorrect de la matrice du laminage. Des crêtes de filetage émoussées réduisent la capacité de formage du filetage des vis autotaraudeuses.



Fig. 2 : bavure sur le filet

Le filetage intérieur d'un écrou dominant pourrait subir les mêmes problèmes qui entraînent le grippage des filetages. Ces types d'erreurs sont considérés comme des erreurs « invisibles ». Les fabricants sont particulièrement attentifs lors de la découpe et du taraudage des filetages de fixations pour ces mêmes raisons. La création des bavures (illustrées sur la fig. 1.3) pendant le roulement des filetages est l'un des problèmes les plus courants qui peuvent provoquer le grippage.

#### FIXATIONS HAUTES TEMPERATURES ET GRIPPAGE

Les turbines à gaz et les moteurs diesel sont des représentations typiques de machines où les fixations sont exposées aux fortes températures. Une forte température peut modifier les propriétés physiques d'un matériau. En raison des gaz agressifs à haute température, du tartre peut se former sur la surface des boulons et des écrous. La dilatation à la chaleur peut provoquer une déformation permanente. Indépendamment de tels impacts extérieurs, la précharge nécessaire doit être conservée dans les joints serrés. En outre, les fixations doivent pouvoir être dévissées pendant les travaux d'entretien et de réparation.

Le grippage peut également survenir lorsque les éléments de fixation et structurels sont fabriqués dans des matériaux différents. L'ingénieur concepteur doit tenir compte des conséquences des fortes températures lorsqu'il conçoit un joint.

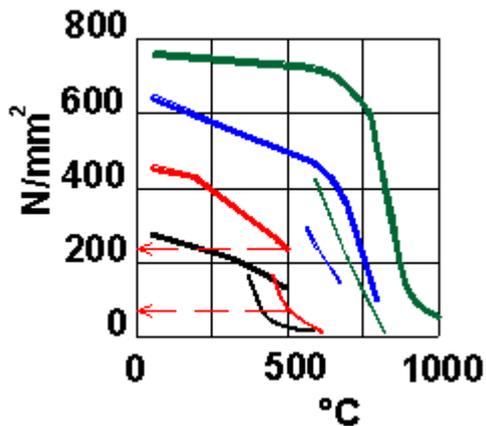


Fig. 3 : limite élastique / température

Les exemples (fig. 1.4) de la limite élastique à forte température pour quelques matériaux de boulons résistant à la chaleur.

- Ck 35 : acier
- 24CrMo 5 : acier en alliage faible
- X5 NiCrTi 2615 : acier Inoxydable Austhénitique
- NiCr 20 Co 18 Ti : alliage de cobalt-nickel-chrome avec du titane.

Les fortes températures et le relâchement sont souvent des sources de grippage des filetages dans les travaux de réparation et d'entretien. Pour empêcher les filetages de se gripper, les filetages des boulons résistant à la chaleur ont un jeu accru.



Fig. 4 : fixations pour hautes températures

## PREVENTION DU GRIPPAGE PROCESSUS DE FABRICATION

Pendant le processus de fabrication, le fil peut être revêtu de cuivre pour la lubrification pour empêcher le grippage dans les moules. La couche de cuivre agit comme un lubrifiant solide sur le fil. Elle est éliminée après le roulement du filetage en décapant les fixations terminées.



Fig. 5 : fil revêtu de cuivre

## COUCHE SUPERIEURE

Le grippage peut être réduit ou évité si le contact métal sur métal des filetages d'accouplement est empêché.

- Lubrification avec « Molylub ». Les particules de bisulfure de molybdène solide empêchent le contact métallique et réduisent donc l'abrasion. Parfois, l'application d'huile classique ou de lubrifiant peut ne pas être suffisante pour empêcher le grippage.
- Les lubrifiants par film solide contenant des particules d'argent, d'aluminium ou de cuivre peuvent également être bénéfiques. Ces lubrifiants permettent de réduire le coefficient de friction. La plupart des composés antifricition, ceux qui sont appliqués sur la ligne de montage, contiennent ces particules métalliques. Les lubrifiants contenant du graphite ne sont pas conseillés puisqu'ils peuvent provoquer des réactions dangereuses entre le carbone et le chrome à hautes températures.
- Une fine bande d'étanchéité en TEFLON peut offrir une protection contre le grippage. Pour les grands composants filetés comme les tuyaux et vannes, les filetages de ces pièces peuvent être enrobés d'une fine bande d'étanchéité en TEFLON.

Les revêtements tels que le Polyseal, le Xylan, le Delta®-Seal ou de la cire appliqués sur les fixations en acier inoxydable peuvent également empêcher le grippage.

## REVETEMENT TRIBOLOGIQUE

Les revêtements en fluoropolymère sont un mélange de résines et de lubrifiant en fluoropolymère. Les PTFE, PVDF, PFA et FEP fournissent une friction faible, de la résistance aux produits chimiques et à la corrosion, l'étanchéité à l'eau et des propriétés de dévissage ou de non-collage à des températures pouvant aller jusqu'à 287 °C environ (550 °F).

Le revêtement ecosyn®-lubric de Bossard est un système de revêtement tribologique à sec pour les éléments de fixation à contrainte mécanique et leurs composants (comme les vis, les écrous, les rondelles). Le revêtement consiste en une couche fine appliquée sans électrolyte, avec des propriétés de lubrification intégrées et une protection supplémentaire anticorrosion.

Le revêtement comprend une composition contenant des fluoropolymères et des particules de lubrifiant solides organiques qui sont dispersées dans des résines et des solvants synthétiques spécialement sélectionnés pour ce faire. Il est appelé revêtement AFC (anti-friction coating, revêtement antifriction) et forme un film fin pour égaliser toutes les irrégularités de la surface et, par conséquent, optimiser la friction même sous des charges et des conditions de travail extrêmes. La résine synthétique garantit également une meilleure protection contre la corrosion.

Un film fin et sec de lubrifiant qui adhère fermement au substrat se forme lorsque le vernis de lubrification a durci. Ce film joue un rôle de couche séparatrice et lubrifiante pour réduire la friction et l'usure entre les corps de friction qui sont en contact les uns contre les autres.

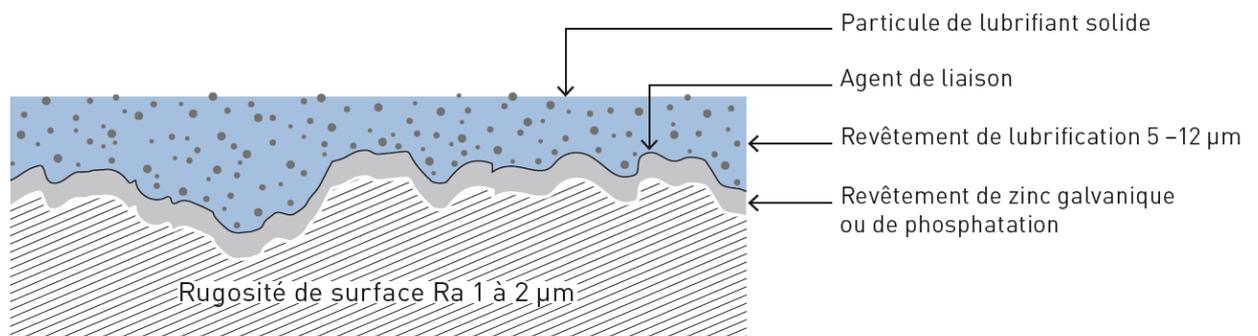


Fig. 6 : structure du revêtement ecosyn®-lubric

Le revêtement tribologique ecosyn®-lubric de Bossard offre une solution excellente pour les applications qui nécessitent un coefficient contrôlé de la friction et une protection contre l'usure. Les propriétés tribologiques de l'ecosyn®-lubric de Bossard réduisent le grippage avec des éléments de fixation ; le revêtement ecosyn®-lubric permet également de réduire le couple de serrage défini au préalable pour obtenir la bonne charge de fixation.

## RESUME

Les fixations en acier inoxydable sont fréquemment enclines à se gripper lors du montage. La friction excessive et la chaleur créée pendant le serrage provoquent une déformation plastique de la ou des surfaces qui conduit au grippage des membres assemblés. L'utilisation de lubrifiants et le revêtement intelligent comme l'ecosyn®-lubric de Bossard, un soin particulier apporté pendant le formage des filetages, un régime de fonctionnement correct de l'outil d'installation, la propreté et des pratiques de design correctes peuvent permettre de réduire ou d'éliminer le grippage.

En faisant attention à la prévention du grippage, l'acier inoxydable peut être un matériau de fixation très utile grâce à la résistance inhérente à la corrosion et à la limite élastique généralement plus élevée que celle de l'acier à basse teneur en carbone.

## BIBLIOGRAPHIE

- Budinski, K. G. (1991). Tribological Properties of Titanium Alloys. International Conference on Wear of Materials .
- Producers, C. o. (1978). Review of the Wear and Galling Characteristics of Stainless Steel. American Iron and Steel Institute, 2-19.