

Il grippaggio degli elementi di collegamento in acciaio inossidabile

Il grippaggio degli elementi di collegamento in acciaio inossidabile

realizzato da **Bossard Expert Team**

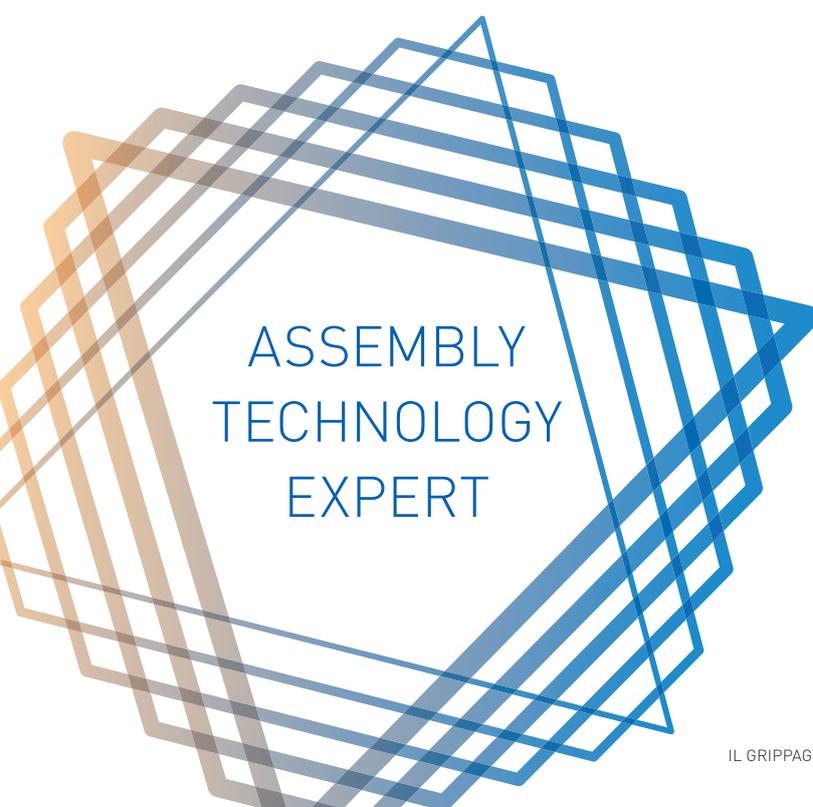
Bossard Group

www.bossard.com

Tutti i diritti riservati © 2023 Bossard

Le raccomandazioni e i consigli descritti devono essere adeguatamente verificati dal lettore nell'utilizzo pratico ed essere approvate come idonee alle proprie applicazioni.

Con riserva di modifiche.



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

IL GRIPPAGGIO DEGLI ELEMENTI DI COLLEGAMENTO IN ACCIAIO INOSSIDABILE

Introduzione

Gli elementi di collegamento in acciaio inossidabile, alluminio e titanio quando vengono serrati sono spesso soggetti ad un fenomeno di saldatura a freddo, il cosiddetto "grippaggio". Gli elementi di collegamento in INOX sono disponibili in acciaio austenitico, ferritico e martensitico. Nell'industria si utilizzano prevalentemente elementi di collegamento in acciaio inossidabile austenitico incrudito. Gli acciai inossidabili sono protetti contro la corrosione da uno strato superficiale di ossido di cromo.

Quando due elementi di collegamento vengono accoppiati, tra vite e madrevite si sviluppa una pressione superficiale, la quale può danneggiare o rimuovere lo strato protettivo di ossido. Un elevato attrito fra le superfici accoppiate degli elementi di collegamento può portare, nei punti dove lo strato superficiale di ossido è stato rimosso ed il metallo base viene esposto, alla saldatura a freddo, il cosiddetto grippaggio. Più alto è il coefficiente di attrito maggiore è il rischio di grippaggio.

Il montaggio non eseguito in modo corretto causa il grippaggio e l'abrasione delle filettature con conseguente bloccaggio degli elementi di collegamento durante il serraggio e danneggiando le filettature. Questo processo è noto come saldatura a freddo (bloccaggio per attrito) dei fianchi della filettatura.

Diversi tipi di materiali in acciaio inossidabile con diverse condizioni di trattamento termico si comportano in modo diverso in termini di grippaggio. La seguente scheda mette a confronto il comportamento al montaggio di sette diverse tipologie di acciaio inossidabile. Mostra come il tempo di montaggio prima del grippaggio può variare da 7 a 58 secondi a un carico specifico.



Figure 1: Elemento di collegamento grippato

| Tipo | Condizione | Durezza iniziale | Trattamento superficiale | Carico (lbs) | Tempo di sviluppo del grippaggio (secondi) |
|-------|------------|------------------|--------------------------|-------------------|--|
| 416 | Temprato | 43 Rc | Nessuno | 400 | 12 |
| 416 | Temprato | 43 Rc | Trattamento Tufftride* | 1000 | 37 |
| 440C | Temprato | 59 Rc | Nessuno | 800 | 17 |
| 440C | Temprato | 59 Rc | Trattamento Tufftride* | 1100 | 41 |
| 440A | Ricotto | 96 Rb | Nessuno | 650 | 15 |
| 440A | Ricotto | 96 Rb | Trattamento Tufftride* | 1000 | 47 |
| 303 | Ricotto | 85 Rb | Nessuno | (solo pre-carico) | 3 |
| 303 | Ricotto | 85 Rb | Trattamento Tufftride* | 750 | 25 |
| 303MA | Ricotto | 88 Rb | Nessuno | 300 | 2 |
| 303MA | Ricotto | 88 Rb | Trattamento Tufftride* | 1350 | 58 |
| 317 | Ricotto | 85 Rb | Nessuno | 500 | 7 |
| 317 | Ricotto | 85 Rb | Trattamento Tufftride* | 750 | 27 |
| 347 | Ricotto | 89 Rb | Nessuno | 600 | 8 |
| 347 | Ricotto | 89 Rb | Trattamento Tufftride* | 500 | 22 |

Tabella 1: Comparazione delle diverse caratteristiche dei materiali in riferimento alla saldatura a freddo

IL GRIPPAGGIO DEGLI ELEMENTI DI COLLEGAMENTO IN ACCIAIO INOSSIDABILE

Cause della saldatura a freddo

Questa sezione si occupa delle diverse cause che provocano il grippaggio e dei metodi per prevenirlo in funzione delle stesse.

Coppia di serraggio e rischio di grippaggio

La VDI 2230 (Associazione degli Ingegneri Tedeschi - Linee guida per i collegamenti filettati) raccomanda che le viti vengano sollecitate al massimo fino al 90% del loro limite di snervamento. Se la coppia di serraggio è troppo elevata la vite può deformarsi permanentemente o addirittura rompersi. Le viti possono anche rompersi durante il serraggio a causa delle sollecitazioni di taglio che si sviluppano per un eccessivo attrito sui fianchi della filettatura.

Il coefficiente di attrito INOX su INOX è relativamente alto in confronto ad altre combinazioni di materiali. A parità di resistenza meccanica, per ottenere lo stesso precarico le viti in INOX austenitico, da A1 a A4, devono essere serrate ad una coppia maggiore rispetto a quelle in acciaio comune.

In caso di grippaggio della filettatura, la coppia di serraggio aumenta ma il precarico di montaggio non viene raggiunto. A volte gli installatori tendono ad aumentare la coppia per serrare correttamente l'elemento di collegamento senza essere consapevoli della possibilità di grippaggio. Tali avarie difficilmente possono essere individuate durante le operazioni di serraggio e possono essere invisibili dall'esterno. Diventano evidenti però in fase di manutenzione o riparazione, quando gli elementi di collegamento non possono più essere allentati.

In caso di saldatura a freddo, né la vite né il dado si allenteranno ed andranno persi. Tuttavia i collegamenti filettati che non sono stati serrati correttamente potrebbero essere soggetti a rotture a fatica una volta sottoposti ai carichi di esercizio.

La lubrificazione degli elementi di collegamento in INOX prima dell'avvitamento o l'impiego di elementi di collegamento con rivestimenti tribologici con proprietà lubrificanti hanno dimostrato di essere

soluzioni efficaci contro il grippaggio. (Maggiori informazioni al paragrafo "Prevenzione del grippaggio" più avanti).

Processo produttivo e saldatura a freddo

Ad occhio nudo la superficie delle filettature può apparire liscia. Ad un più attento esame al microscopio la filettatura può mostrare delle ripiegature sulle creste dei filetti. Questa problematica si verifica quando i pettini non sono stati regolati correttamente. Le creste dei filetti smussate riducono la capacità di formatura della filettatura per le viti autofrenanti.



Figura 2: Bava sulla filettata

La madre vite di un dado autofrenante potrebbe presentare anomalie simili, con conseguente grippaggio delle filettature accoppiate. Questi difetti sono classificati come "invisibili". Per questi motivi i produttori sono particolarmente attenti durante la produzione di elementi di collegamento autofrenanti ed autofrenanti. La formazione di bave (come illustrato in fig. 2) durante la rullatura è una delle cause principali della saldatura a freddo.

Elementi di collegamento per temperature elevate e grippaggio

Le turbine a gas ed i motori diesel sono esempi tipici di macchine dove gli elementi di collegamento sono sottoposti a temperature elevate, che possono modificare le proprietà fisiche di un materiale. A causa delle alte temperature, il rilascio di gas aggressivi può portare alla formazione di incrostazioni sulla superficie di viti e dadi. L'espansione termica può causare una deformazione permanente. Indipendentemente dalle influenze esterne, il precarico necessario deve essere sempre mantenuto nei collegamenti. Inoltre, gli elementi di collegamento devono essere rimovibili per i lavori di manutenzione e di riparazione.

Il grippaggio può verificarsi anche quando gli elementi di collegamento e i particolari da assemblare sono realizzati in materiali diversi. Durante la progettazione di un collegamento, il progettista deve sempre tenere in considerazione gli effetti delle temperature elevate.

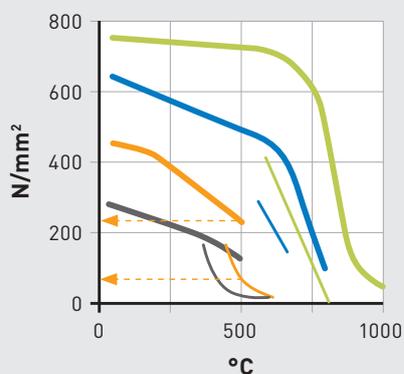


Figura 3: Limite di snervamento/temperatura

Esempi (fig. 3) del limite di snervamento a temperature elevate per alcuni materiali resistenti al calore utilizzati per gli elementi di collegamento

- Ck 35: acciaio
- 24CrMo 5: acciaio basso legato
- X5 NiCrTi 2615: acciaio inossidabile austenitico
- NiCr 20 Co 18 Ti: lega nichel-cromo-cobalto con aggiunta di titanio

L'alta temperatura ed il rilassamento sono spesso causa di grippaggio delle filettature durante i lavori di manutenzione e riparazione. Per evitare che questo avvenga le filettature degli elementi di collegamento resistenti al calore sono realizzate con un gioco maggiorato.



Figura 4: Elementi di collegamento resistenti al calore

IL GRIPPAGGIO DEGLI ELEMENTI DI COLLEGAMENTO IN ACCIAIO INOSSIDABILE

Prevenzione del grippaggio

Processo produttivo

Durante il processo produttivo la vergella può essere rivestita di rame a scopo lubrificante, per impedire il grippaggio nei pettini. Il rivestimento in rame agisce da lubrificante permanente sulla vergella. Dopo la rullatura della filettatura viene rimosso dagli elementi di collegamento finiti mediante decapaggio.

Finitura

Il grippaggio può essere ridotto o eliminato evitando il contatto metallo su metallo nelle filettature accoppiate.

- Lubrificazione con "Molylub". Le particelle solide di bisolfuro di molibdeno impediscono il contatto fra i metalli e riducono l'abrasione. A volte l'impiego di paste od oli lubrificanti non risulta sufficiente per prevenire il grippaggio.
- Sono ugualmente utili lubrificanti simili contenenti particelle solide di argento, alluminio o rame. Questi lubrificanti aiutano a ridurre il coefficiente d'attrito. La maggior parte degli antigrippanti utilizzati sulle linee di produzione, contengono queste particelle solide. I lubrificanti che contengono grafite sono invece sconsigliati poiché, ad alte temperature, il carbonio e il cromo possono causare reazioni pericolose.
- Un sottile strato di TEFLON può fornire protezione contro il grippaggio. Anche le filettature di componenti di grandi dimensioni come tubi e valvole possono essere ricoperte da questo sottile film di TEFLON.

Anche i rivestimenti in Polyseal, Xylan, Delta®-Seal o in cera, applicati su elementi di collegamento in INOX, possono prevenire il grippaggio.



Figura 5: Vergella rivestita in rame

Rivestimenti tribologici

I rivestimenti fluoropolimerici sono costituiti da una miscela di resine e di fluoropolimeri con proprietà lubrificanti. PTFE, PVDF, PFA e FEP riducono l'attrito, aumentano la resistenza contro la corrosione e gli agenti chimici, sono idrorepellenti e mantengono le proprietà antiaderenti fino alla temperatura di 288 °C. Le vernici anti-attrito sono un rivestimento tribologico a secco per elementi e componenti di collegamento sottoposti a sollecitazioni meccaniche (viti, dadi, rosette, ecc.). Il rivestimento è costituito da uno strato molto sottile, applicato con processo non elettrolitico, con proprietà lubrificanti e che fornisce una protezione supplementare contro la corrosione.

Il rivestimento è costituito da una miscela contenente fluoropolimeri e particelle solide di lubrificanti organici, disperse in resine e solventi sintetici selezionati. È conosciuto come AFC (Anti-Friction Coating) perché forma una sottile pellicola protettiva che compensa tutte le irregolarità della superficie, riducendo in questo modo l'attrito, anche in condizioni di lavoro e di sollecitazioni estremi. Le resine sintetiche migliorano significativamente la resistenza contro la corrosione.

Uno strato sottile di lubrificante secco, che aderisce saldamente al substrato, dopo la polimerizzazione forma una pellicola protettiva. Questa agisce come strato lubrificante di separazione riducendo notevolmente l'usura fra i membri di attrito in moto relativo.

Il rivestimento tribologico offre una soluzione ottimale per tutte le applicazioni dove sia richiesto un coefficiente di attrito definito con precisione e una protezione efficace contro l'usura e l'abrasione. Proprietà tribologiche di soluzioni di rivestimento con vernici anti-attrito limitano le possibilità che si verifichi la saldatura a freddo degli elementi di collegamento. Il rivestimento aiuta a mantenere le coppie di serraggio prescritte e ad ottenere il corretto precarico di montaggio.

Sempre più spesso vengono utilizzate soluzioni complete con un concetto di rivestimento per caratteristiche prestazionali mirate. L'offerta comprende, in particolare, vari strati di base con finiture (ad es. sistemi di rivestimento in lamelle di zinco). I cosiddetti "Anti-Friction Coatings" con coefficiente di attrito prescritto vengono opportunamente applicati dallo stesso rivestitore. Per capire l'intervallo dei coefficienti di attrito con rivestimenti tribologici, è fondamentale conoscere in anticipo le esigenze.

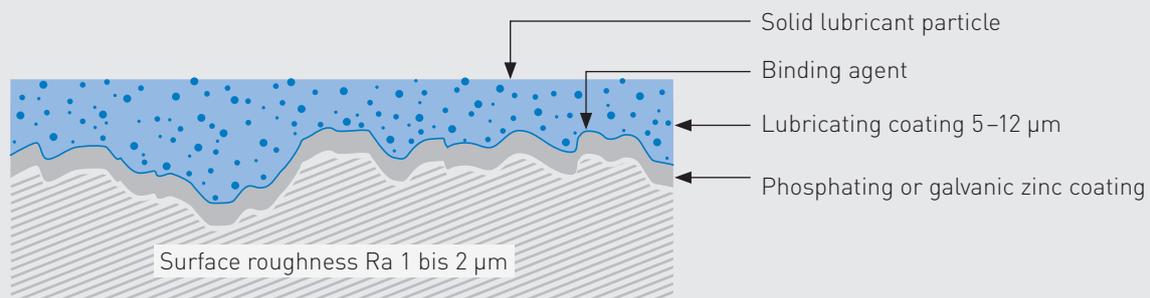


Figure 6: Struttura del rivestimento con vernici anti-attrito

IL GRIPPAGGIO DEGLI ELEMENTI DI COLLEGAMENTO IN ACCIAIO INOSSIDABILE

Riassunto

La tecnologia dei rivestimenti è in continua evoluzione e deve adattarsi alle condizioni quadro regolamentate della rispettiva regione di mercato. A questo proposito, Bossard si affida alle competenze dei produttori di sostanze chimiche, dei loro licenziatari e dei rivestitori locali. Sempre più spesso nella tecnologia dei rivestimenti vengono utilizzate preferibilmente soluzioni di sistema con strato di base e finitura adatti per caratteristiche prestazionali mirate.

Gli elementi di collegamento in acciaio inossidabile durante il montaggio possono essere soggetti al fenomeno della saldatura a freddo. L'attrito eccessivo ed il calore sviluppato durante il serraggio causano una deformazione plastica delle superfici, provocando il grippaggio delle filettature accoppiate. L'impiego di lubrificanti o di soluzioni intelligenti per il rivestimento superficiale, il know-how nella realizzazione delle filettature, la corretta velocità di rotazione delle attrezzature utilizzate per l'installazione, la pulizia dei particolari e la progettazione adeguata del collegamento aiutano a ridurre o a eliminare il grippaggio.

Prestando la dovuta attenzione sulla prevenzione del grippaggio, l'INOX può essere un materiale estremamente utile per gli elementi di collegamento grazie alla sua tipica resistenza alla corrosione e, in generale, alla maggior duttilità rispetto all'acciaio al carbonio commerciale.

Bibliografia

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.



Per ulteriori informazioni, potete consultare la nostra pagina dei contatti su www.bossard.com oppure rivolgervi alla filiale locale Bossard