ELEMENTI DI FISSAGGIO IN AMBIENTI CORROSIVI / *FASTENERS IN CORROSIVE ENVIRONMENTS*

Joakim Ekström[1], Alessio Ferluga[2] - [1]Cotec Labs, Bankeryd, Sweden, www.coteclabs.com; [2]MaterialScan, Trieste, Italy, www.materialscan.it

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni, i danni indotti dalla corrosione hanno causato una perdita annua del 3-4% del RNL, evidenziando un problema significativo. La corrosione può danneggiare qualsiasi prodotto, riducendone la durata e compromettendone le prestazioni, con conseguenti problemi di sicurezza e perdite economiche. Attraverso l'esecuzione di opportuni test sui rivestimenti, i produttori possono valutare e migliorare la resistenza alla corrosione dei loro prodotti.
I prodotti rivestiti possono essere sottoposti a diversi test di corrosione, tra cui prove in nebbia salina, umidità, immersione e test ciclici. Queste prove, spesso stabilite dagli OEM del settore automobilistico, riproducono l'aggressività delle condizioni ambientali che i prodotti possono incontrare durante il loro normale utilizzo, come l'esposizione all'acqua salata, all'umidità e alle sostanze chimiche. Sebbene i test accelerati offrano una visione semplificata delle condizioni reali, essi aiutano i fabbricanti a valutare la capacità del rivestimento di prevenire la corrosione e a decidere se è necessario un ulteriore strato di protezione.
In sintesi, i test di corrosione sui prodotti rivestiti sono essenziali per valutare la durata e l'efficacia dei coating, garantendo l'affidabilità e le prestazioni del prodotto e riducendo al minimo i rischi per la sicurezza e le perdite economiche dovute alla corrosione. Il prolungamento della vita utile del prodotto favorisce inoltre la sua sostenibilità.

GENERALITÀ SUGLI ELEMENTI DI FISSAGGIO

Gli elementi di fissaggio sono spesso progettati in modo specifico in base alla destinazione d'uso. Dopo aver determinato il disegno geometrico, viene applicato un rivestimento protettivo o un trattamento superficiale. Tale operazione viene talvolta considerata ausiliaria, perché si vogliono minimizzare i costi di questa fase aggiuntiva. Sebbene la qualità, la durata e la funzionalità nel tempo dipendano molto dalla scelta del trattamento superficiale e dal modo in cui esso viene applicato, frequentemente si pre-

Fig. 1 - Viti rivestite Zn P1: una di nuova produzione e una utilizzata in ambiente esterno, non adatta a tale applicazione / *Zn P1-plated screws: one newly produced and one used in outside environment, not suitable for this application*

INTRODUCTION

In recent years, corrosion decay has resulted in an annual loss of 3-4% of GNP, highlighting a significant issue. Corrosion can harm any product, shortening its lifespan and impairing its performance, which can lead to safety concerns and financial losses. Through proper coating tests, manufacturers can assess and enhance the corrosion resistance of their products.
Various corrosion tests can be performed on coated products, including salt spray, humidity, immersion, and cyclic corrosion tests. These tests, often determined by automotive OEMs, replicate the harsh environmental conditions that products may encounter during normal use, such as exposure to saltwater, moisture, and chemicals. Although these accelerated tests offer a simplified view of real-world conditions, they help manufacturers gauge the coating's ability to prevent corrosion and decide if additional coating or protection is necessary.
In summary, testing coated products for corrosion is essential to evaluate the coating's durability and effectiveness. This ensures the product's reliability and performance while minimizing safety risks and financial losses due to corrosion. Furthermore, it supports sustainability by prolonging the product's lifespan.

FASTENERS IN GENERAL

Fasteners are often specially designed based on their intended use. After the geometric design has been determined, a protective coating or surface treatment is adopted. This is often a little more general because you want to keep the costs of this extra step as low as possible. Although the quality, durability and function over time depend a lot on the choice of surface treatment and how it is applied, it is often assumed that this final step in the manufacturing process takes place with small means.
The requirements placed on the screw, rivet, bolt or nut are often extensive but are depending on a very important process described as surface treatment.

Different surface treatments have different conditions and characteristics. The choice determines by external and internal geometry and dimensions. In addition, some coatings are better at handling damages and scratches, while others are more resistant to chemicals and acting as electrical insulators or conductors.

TYPES OF COATINGS TO BE APPLIED ON FASTENERS

The requirements for steel fasteners with electroplated coatings applied to protect from corrosion (e.g., zinc, zinc-nickel, zinc-iron) are covered by standard ISO 4042.

Thickness is the primary parameter to consider during coating design because, being a surface phenomenon, the

Tab. 1 - Requisiti di resistenza alla corrosione di tre rivestimenti in funzione dello spessore come specificati dalle norme ISO 4042 e ISO 10683. Entrambe le norme fanno riferimento al test NSS per valutare il grado di protezione degli elementi di fissaggio / *The corrosion resistance requirements of three specific coatings as a function of thickness are specified by ISO 4042 and ISO 10683. Both standards refer to the NSS test to evaluate the grade of fastener protection*

Tipo di rivestimento *Type of coating*	Assenza di ruggine bianca [ore] *No white corrosion [hours]*	Assenza di ruggine rossa [ore] *No red corrosion [hours]*		
		5 µm	8 µm	12 µm
Zn, trasparente passivato (ISO 4042) *Zn, transparent passivated (ISO 4042)*	8	48	72	96
ZnNi, passivato nero, sigillato (ISO 4042) *ZnNi, black passivated, sealed (ISO 4042)*	120	480	720	720
Zinco lamellare (ISO 10683) *Zink flake (ISO 10683)*	-	480	720	960*

* per 10 minuti / *for 10 µm*

sume che questa fase finale del processo di produzione possa essere realizzata con mezzi ridotti.
I requisiti richiesti alla vite, al rivetto, al bullone o al dado sono significativi e dipendono da un processo molto importante che ricade sotto l'etichetta di trattamento superficiale.

Trattamenti superficiali diversi hanno condizioni e caratteristiche diverse: la scelta dipende dalla geometria e dalle dimensioni esterne e interne. Inoltre, alcuni rivestimenti sono in grado di sopportare meglio danni e graffi, altri sono più resistenti agli agenti chimici e altri ancora possono fungere da isolanti o conduttori elettrici.

TIPI DI RIVESTIMENTI DA APPLICARE AGLI ELEMENTI DI FISSAGGIO

I requisiti per gli elementi di fissaggio in acciaio con rivestimenti galvanici applicati per proteggere dalla corrosione (ad esempio, zinco, zinco-nichel, zinco-ferro) ricadono nel campo di applicazione della norma ISO 4042.

Lo spessore è il parametro principale da considerare durante la progettazione del rivestimento perché, essendo la corrosione un fenomeno superficiale, la durata dello strato protettivo è proporzionale alla quantità di materiale depositato. Tuttavia, non è l'unica variabile da valutare: rivestimenti di conversione, sigillanti o top-coat possono fornire una protezione aggiuntiva ai componenti. Inoltre, il tipo di metallo o lega che costituisce il rivestimento è di fondamentale importanza poiché può avere un comportamento catodico o anodico rispetto al materiale di base (ad esempio, l'acciaio), soprattutto in presenza di difetti come graffi o puntinatura.

Un altro metodo ben noto per prevenire la corrosione precoce degli elementi di fissaggio prevede l'utilizzo di lamelle di zinco non applicate elettroliticamente, i cui requisiti sono specificati dalla norma ISO 10683. Le lamelle di zinco sono particolarmente utilizzate su elementi di fissaggio ad alta resistenza (> 1000 MPa) per evitare gli effetti collaterali dovuti all'infragilimento che può derivare dalla reazione di riduzione dell'idrogeno durante la zincatura.

duration of the protective layer is proportional to the amount of deposited material. However, this is not the only variable to assess: conversion coatings, sealants, or top-coats can provide additional protection to components. Furthermore, the type of metal or alloy constituting the coating is of paramount importance since it can behave cathodically or anodically relative to the base material (i.e., steel), especially in the presence of flaws such as scratches or pits.
Another well-known method to prevent premature corrosion of fasteners involves using non-electrolytically applied zinc flakes, whose requirements are specified by ISO 10683. Zinc flakes are particularly used on high-strength fasteners (> 1000 MPa) to avoid detrimental side effects due to hydrogen embrittlement that can result from the hydrogen reduction reaction during galvanizing.
Presuming that proper design should take into account the entire assembly to be constrained and not only the fasteners, the corrosion resistance of such components can be evaluated through many accelerated tests, including neutral salt spray (NSS) and the sulfur dioxide test (Kesternich test). Table 1 summarizes the requirements stated by the above-mentioned standards for three types of coatings typically used on fasteners.

Even though the NSS test is commonly considered a useful tool derived from industrial practice to assess the performance of anti-corrosion coatings applied to fasteners, a deep analysis of the standard framework depicts a different scenario. ISO 14713-1 summarizes the guidelines for designing a performant zinc coating to protect steel from corrosive environments, arguing that without a proper alternation of dry and wet phases, which permits the zinc coating to form a patina, the NSS test may not be an accurate method because it excessively accelerates the failure mechanism of the coating. This leaves the door open to cyclic corrosion tests.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF COATINGS

To narrow down the topic, three typical examples of electrodeposited surface treatments are discussed: Alcaline

Tab. 2 - Dati medi raccolti nel corso di 10 anni di attività di test da Cotec Labs, Corrosion Test Center in Svezia (già Proton Technology) / *Average data collected from 10 years of testing at Cotec Labs, Corrosion Test Center in Sweden (former Proton Technology)*

	Livello di protezione dalla corrosione (ambiente a pH neutro) *Corrosion protection level (pH neutral environment)*	Tempo medio prima della ruggine bianca [ISO 9227][1] *Normal time until white corrosion [ISO 9227][1]*	Tempo medio prima della corrosione del metallo base [ISO 9227][1] *Normal time until base metal corrosion [ISO 9227][1]*	Tempo medio prima della ruggine bianca [ISO 11997][2] *Normal time until white corrosion [ISO 11997][2]*	Tempo medio prima della corrosione del metallo base [ISO 11997][2] *Normal time until white corrosion [ISO 11997][2]*	Vantaggi *Advantages*
Zinco Alcalino *Alcaline Zinc*	3/5	200 h	600 h	2 settimane *2 weeks*	4 settimane *4 weeks*	Consumo uniforme su tutta la superficie. Relativamente economico da produrre. *Well decomposed throughout the surface. Relatively cheap to produce.*
Zinco – Nichel *Zinc -Nickel*	4.5/5	500 h	1200 h	3 settimane *3 weeks*	6 settimane *6 weeks*	Duro, durevole e resistente alle alte temperature. Applicato in strati a basso spessore. *Hard, durable and resistant to high temperatures. It doesn't build thick layers.*
Zinco lamellare *Zinc flake*	5/5	600 h	1500 h	4 settimane 4 weeks	10 settimane 10 weeks	Resistente agli agenti chimici e buon isolante elettrico. *Resistant to chemicals and good electrical insulator.*

[1] Metodo di prova di corrosione costante / Constant Corrosion test method
[2] Metodo di prova di corrosione ciclica / Cyclic Corrosion test method

Partendo dal presupposto che una corretta progettazione deve tenere conto dell'insieme dei componenti da assemblare e non solo degli elementi di fissaggio, la resistenza alla corrosione di tali componenti può essere valutata attraverso numerosi test accelerati, tra cui la nebbia salina neutra (NSS) e il test al biossido di zolfo (test Kesternich). La Tabella 1 riassume i requisiti stabiliti dalle norme citate per tre tipi di rivestimenti tipicamente utilizzati sugli elementi di fissaggio.

Sebbene il test in nebbia salina neutra (NSS) sia comunemente considerato uno strumento utile derivato dalla pratica industriale per valutare le prestazioni dei rivestimenti anticorrosione applicati agli elementi di fissaggio, un'analisi approfondita del quadro normativo delinea uno scenario diverso. La norma ISO 14713-1 riassume le linee guida per la progettazione di un rivestimento di zinco performante per proteggere l'acciaio in ambienti corrosivi. La norma sostiene che – senza un'adeguata alternanza di fasi asciutte e bagnate che permetta al rivestimento di zinco di formare una patina – il test NSS potrebbe rivelarsi un metodo non accurato in quanto accelera eccessivamente il meccanismo di rottura del coating. Ciò apre la porta ai test di corrosione ciclica.

Zinc, Zinc-Nickel and Zinc flake coatings. The choice of these three is determined by the fact that they are all better coatings for applications in corrosive environments.
The obvious example that is not discussed further is pure electrolytic Zinc (acidly processed, like the example in Figure 1), which even with an improving thick-lane passivation, is not suitable for outdoor applications over time as required in the automotive industry. The difference noticeable in the requirements of Table 1 is self-explanatory.
Table 2 below shows the different coatings under investigation and how they behave during testing at Cotec Labs. In our experience, cyclic corrosion tests like ISO 11997 are more suitable then constant methods for assessing the corrosion resistance of fasteners.

Alcaline Zinc

Alcaline Zinc is a surface treatment layer with great width. It is an electrolytic, inorganic, anti-corrosion coating that is suitable for application to most steel structures. Suitable application areas are joints, fittings and particularly pipe constructions under moderately corrosive environments. Alcaline Zinc

VANTAGGI E SVANTAGGI DEI RIVESTIMENTI

Per circoscrivere l'argomento, vengono discussi tre esempi tipici di rivestimenti superficiali elettrodepositati: zinco alcalino, zinco-nichel e rivestimenti a lamelle di zinco. La scelta di questi tre esempi è determinata dal fatto che tutti sono molto performanti per applicazioni in ambienti corrosivi.
L'esempio che ovviamente non viene discusso nel paragrafo riguarda lo zinco elettrolitico puro (con processo acido, come l'esempio della Figura 1) il quale, anche se sottoposto ad una passivazione a spessore, non è adatto per applicazioni in ambienti esterni come quelle richieste dall'industria automobilistica. La differenza che si nota nei requisiti della Tabella 1 si spiega da sola.
La Tabella 2 mostra il comportamento dei diversi rivestimenti in esame durante i test eseguiti nel laboratorio Cotec Labs. Secondo la nostra esperienza, le prove di corrosione cicliche come, ad esempio, quella prevista dalla ISO 11997 sono più adatte dei test climatici costanti per valutare la resistenza alla corrosione degli elementi di fissaggio.

Zinco alcalino

Lo zinco alcalino è un trattamento superficiale molto utilizzato. È un rivestimento elettrolitico, inorganico, anticorrosione, adatto all'applicazione sulla maggior parte delle strutture in acciaio. Le aree di applicazione più adatte sono i giunti, i raccordi e in particolare la costruzione di tubi da impiegare in ambienti moderatamente corrosivi. Lo zinco alcalino è conforme alle norme Volvo STD 121-0004 Y2000-3, 121-0006 Y400-3, 121-0013 Y1300-3 e Scania STD 4111-C2-IF.
Lo spessore dello strato di zinco può essere adattato alle esigenze del cliente, ma garantisce buone proprietà anticorrosione anche in strati sottili. Lo spessore più comune è di 8-12 µm. I trattamenti superficiali possono prevedere anche una successiva fase di sigillatura per aumentare la protezione dalla corrosione e ottenere un controllo dell'attrito sugli elementi di fissaggio quando necessario.
Lo zinco alcalino può operare in un intervallo di temperatura fino a +150°C.

Zinco-Nichel

Lo zinco-nichel (ZnNi), con il 12-15% di quest'ultimo, è uno strato di rivestimento per applicazioni estreme. È un sistema di rivestimento elettrolitico, inorganico, anticorrosione, adatto

Fig. 2 - Elementi di fissaggio pronti per l'ispezione al microscopio ottico / *Fastener, ready for microscope inspection*

complies with Volvo STD 121-0004 Y2000-3, 121-0006 Y400-3, 121-0013 Y1300-3 and Scania STD 4111-C2-IF.
The thickness of the zinc layer can be adapted to customer requirements but provides good anti-corrosion properties even in thin layers. The most common thickness range is 8-12 µm. The surface treatments can be supplemented with sealer to increase corrosion protection and get friction control on fasteners when needed.
Alcaline Zinc can operate within a temperature range of up to +150°C.

Zinc-Nickel

Zinc-Nickel (ZnNi) 12-15% is a coating layer for extreme applications. It is an electrolytic, inorganic, anti-corrosion coating system suitable for application to fasteners and structural components that are subjected to extremely corrosive environments. Suitable applications are bolted joints, fasteners, fittings, pipe and sheet metal structures.
Zinc-Nickel has extremely good anti-corrosion properties in thin layers (> 5 µm) and does not create galvanic corrosion in joints with aluminium. Supplementation with sealer Zinc-Nickel provides increased corrosion protection.
ZnNi coatings complies with several OEM specifications such as Volvo STD 121-0003, Y1000-4, 121-0004, Y2000-4, 121-0006, Y400-4, 121-0013, Y1300-4, 121-0015, Y1500-4 and Scania 4111-B(C)3-IF.
Zinc-Nickel coatings can operate within a temperature range of up to +300°C. If friction control is needed, this can be obtained with sealer/top-coat.

Zinc flakes

Zinc flakes is a coating layer with great possibilities. Zinc flakes is the collective name for an organic and inorganic painting techniques that provide excellent corrosion properties, especially on high-strength mass goods. The layer consists of Zn, Al and binders.
Suitable applications are bolted joints, fasteners, fittings, high-strength materials (> 1000 MPa, where hydrogen embrittlement can be a problem) and safety features, and it is perfect for highly demanding applications such as chassis and products intended to be exposed to marine environments.
Zinc flakes have extremely good anti-corrosion properties in thin layers (~ 8 µm), high chemical resistance and low electrical conductivity which counteracts bimetal corrosion.
Zinc flakes do not create galvanic corrosion in joints with aluminium and can operate within a temperature range of up to +200°C.

HOW TO MAKE SURE THE QUALITY IS CORRECT, AND THE OEM DEMANDS ARE FULFILLED

Much of the demands that are made on the coating industry originates from the automotive industry. When we talk about basic requirements, we often refer to layer thickness, adequate adhesion to the substrate and resistance to corrosion. Testing the anti-corrosion properties often means that the OEM points to an accelerated test method that resembles a real environment.
The laboratory environment in which the coating is to be verified normally contains stages of rain, salt fog, freezing, temperature and humidity fluctuations, for the corrosion cells

all'applicazione su elementi di fissaggio e componenti strutturali sottoposti ad ambienti estremamente corrosivi. Le applicazioni più adatte sono giunzioni bullonate, elementi di fissaggio, raccordi, tubi e strutture in lamiera.
Lo zinco-nichel ha ottime proprietà anticorrosione in strati sottili (> 5 µm) e non crea corrosione galvanica nelle giunzioni con l'alluminio. La successiva sigillatura aumenta ulteriormente la protezione dalla corrosione.
I rivestimenti in ZnNi sono conformi a diverse specifiche OEM come Volvo STD 121-0003, Y1000-4, 121-0004, Y2000-4, 121-0006, Y400-4, 121-0013, Y1300-4, 121-0015, Y1500-4 e Scania 4111-B(C)3-IF.
I rivestimenti in zinco-nichel possono operare in un intervallo di temperatura fino a +300°C. Se è necessario un controllo dell'attrito, questo può essere ottenuto con un sigillante o un top-coat.

Zinco lamellare

Lo zinco lamellare è un tipo di rivestimento dalle grandi potenzialità. Con "Zinco lamellare" si intende in generale una tecnica di verniciatura organica e inorganica che offre eccellenti proprietà anticorrosione, soprattutto su prodotti ad alta resistenza. Lo strato è composto da zinco, alluminio e leganti.
Le applicazioni più adatte sono giunzioni bullonate, elementi di fissaggio, raccordi, materiali ad alta resistenza (> 1000 MPa, dove l'infragilimento da idrogeno può essere un problema), dispositivi di sicurezza e risultano perfette per applicazioni molto impegnative come telai e prodotti destinati a essere esposti ad ambienti marini.
Le lamelle di zinco hanno ottime proprietà anticorrosione in strati sottili (~ 8 µm), un'elevata resistenza chimica e una bassa conducibilità elettrica che sfavorisce la corrosione bimetallica.
Esse inoltre non generano corrosione galvanica nelle giunzioni con l'alluminio e possono operare in un intervallo di temperatura fino a +200°C.

COME ASSICURARSI CHE LA QUALITÀ SIA CORRETTA E CHE LE RICHIESTE DEGLI OEM SIANO SODDISFATTE

Gran parte dei requisiti derivanti dall'industria dei rivestimenti proviene dal comparto automobilistico. Quando si parla di requisiti di base, spesso si fa riferimento allo spessore, all'adeguata adesione al substrato e alla resistenza alla corrosione. Testare le proprietà anticorrosione significa adeguarsi ad un metodo di prova accelerato indicato dall'OEM per simulare un ambiente reale.
L'ambiente ricreato in laboratorio per la verifica del rivestimento comprende normalmente fasi di pioggia, nebbia salina, gelo, fluttuazioni di temperatura e umidità, affinché le celle di corrosione si sviluppino come fanno normalmente in condizioni ambientali reali.
I requisiti sono spesso suddivisi in livelli in cui il tempo di esposizione totale può essere esteso all'aumentare della prestazione richiesta. L'industria automobilistica divide gli ambienti corrosivi in 3 livelli:

- Il **livello 1** è il meno corrosivo e spesso è un ambiente secco.
- Il **livello 2** è mediamente corrosivo con alcune fluttuazioni di umidità.
- Il **livello 3** è un ambiente altamente corrosivo. La pioggia acida, l'acqua delle strade, il sale, la luce del sole, le sostanze chimiche e i raggi UV applicati direttamente sulla superficie dell'elemento di fissaggio sono fattori critici. Ciò si traduce in una durata di prova in ambiente di laboratorio

to behave as they normally do in real environment conditions. The requirements are often divided into levels where the total exposure time can be extended as the requirements increase. The automotive industry divides the corrosive environments into 3 levels:

- *Level 1 is referred to as less corrosive and often a dry environment.*
- *Level 2 is medium corrosive with some humidity fluctuations.*
- *Level 3 is finally high-level corrosive environment. Acidic rain, water from roads, salt, sunlight, chemicals and UV subjected directly to the surface of the fastener are critical factors. This means a testing time in the lab environment for normally 2-12 weeks.*

A typical example of this high-level-position (Level 3) is the

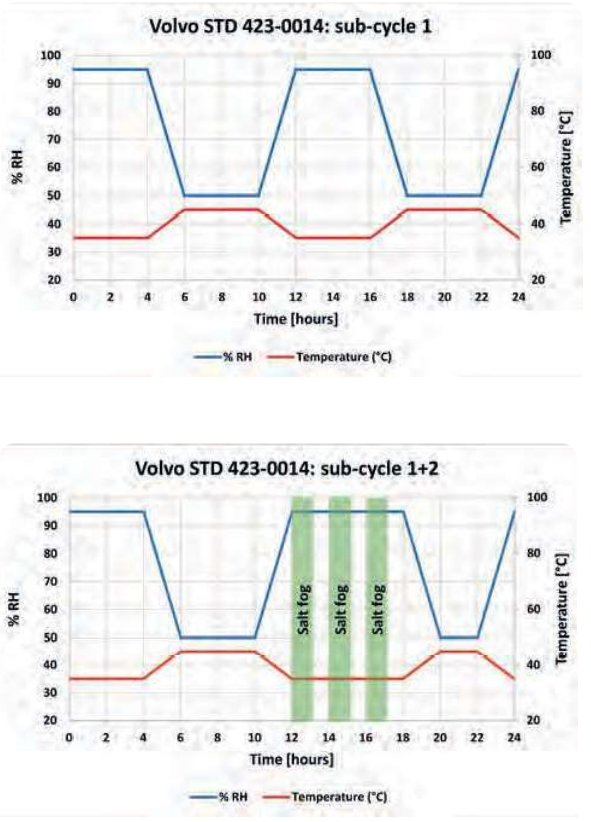

Fig. 3 – Grafico che illustra le fasi giornaliere del metodo Volvo STD 423-0014, utilizzato per testare gli elementi di fissaggio. La temperatura (°C) è tracciata in rosso e l'umidità (RH%) in blu. Ogni ciclo dura una settimana e viene ripetuto da 2 a 6 volte fino a raggiungere il livello di esposizione desiderato / *Chart detailing the daily steps of Volvo STD 423-0014 method, which is used for testing fasteners. Temperature (°C) is represented in red, and humidity (RH%) in blue. Each cycle lasts one week and is typically repeated from 2 to 6 times until the desired level of exposure is achieved*

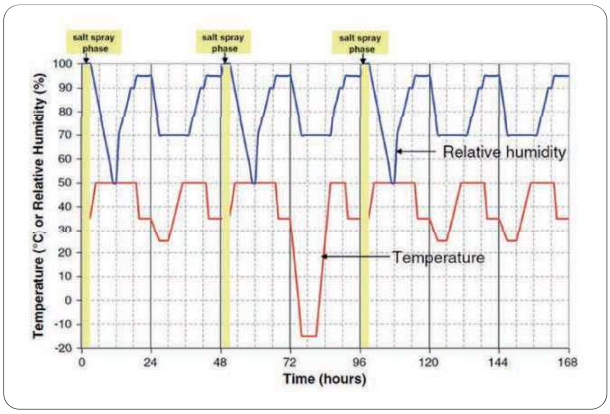

Fig. 4 - Il ciclo settimanale, come descritto nella VDA 233-102, è il metodo di prova più all'avanguardia per valutare la resistenza alla corrosione degli elementi di fissaggio / *The weekly cycle, as described in VDA 233-102, is the cutting-edge test method to assess the corrosion resistance of fasteners*

normalmente dalle 2 alle 12 settimane.

Un esempio tipico di un ambiente altamente corrosivo (livello 3) è dato dai bulloni delle ruote di un camion o di un'autovettura. Oltre ad una mera questione estetica, non è particolarmente sicuro che tali componenti si rivelino sottoqualificati.
Di norma, sono richiesti test ciclici di corrosione personalizzati e approvati dall'OEM specifico. Questi metodi di prova sono sviluppati con decenni di studi sui processi di corrosione, simulando in un ambiente di laboratorio e in una camera climatica ciclica gli effetti dell'ambiente reale.

wheel bolts on a truck or passenger car. It is neither decorative nor particularly safe if this construction would turn out to be under-qualified.
Cyclic corrosion testing tailored and approved by the specific OEM is what normally is required. These test methods are often developed with decades of studies of corrosion processes, in a lab environment and cyclic chamber compared to real environment.
Cyclic corrosion testing is suitable for comparative testing in the optimization of surface treatment systems for fasteners, specially designed test objects and components. It is a universal methodology when it comes to testing complex products and geometries.
Particular methods used in the automotive industry are: VW PV1210, Jaguar Land Rover TPJLR.52.265, Volvo Trucks 423-0014, Volvo Cars 1027,1449, Ford CETP 00.00 L-467 and Scania 4319. Mercedes, Tesla, Toyota and many other OEMs have the same approach when it comes to testing fasteners.
Figure 3 illustrates the phases constituting the corrosion cycle (ACT1) developed by Volvo. For most of the week, sub-cycle 1 is repeated twice a day, except on Monday and Friday when sub-cycle 2 is used for the second part of the day (12 hours). As can be noted, only sub-cycle 2 includes three phases where salt fog is on for 15 minutes each.

THE "UNIVERSAL" CYCLIC TEST METHOD?

It is difficult to point one universal test method for testing fasteners, but there is still one method that we want to recommend, VDA 233-102.
This procedure has been developed from VDA 621-415, which has been in use for over 40 years. VDA 233-102, reported in Figure 4, has the potential to become "THE"

PROMO PER I LETTORI DI "GALVANOTECNICA E NUOVE FINITURE".

Utilizzando il codice ITASWE24 i nuovi clienti avranno diritto ad uno sconto del 10% sul prossimo ordine eseguito nell'ambito della collaborazione MaterialScan-Cotec Labs.

Per informazioni contattare MaterialScan:

material@materialscan.it; mob. +39 351 723 9441.

PROMO FOR THE READERS OF "GALVANOTECNICA E NUOVE FINITURE".

By using the code ITASWE24 new customers get a 10% discount on the next test performed by the MaterialScan-Cotec Labs cooperation.

For further information send an email to:

material@materialscan.it; mob. +39 351 723 9441.

Le prove di corrosione cicliche sono adatte a test comparativi per l'ottimizzazione di sistemi di trattamento superficiale per elementi di fissaggio, oggetti di prova e componenti appositamente progettati. Tale metodologia è universalmente riconosciuta quando si tratta di testare prodotti e geometrie complesse.
Metodi particolari utilizzati nell'industria automobilistica sono: VW PV1210, Jaguar Land Rover TPJLR.52.265, Volvo Trucks 423-0014, Volvo Cars 1027,1449, Ford CETP 00.00 L-467 e Scania 4319. Mercedes, Tesla, Toyota e molti altri OEM hanno lo stesso approccio quando si tratta di testare gli elementi di fissaggio.
La Figura 3 illustra le fasi che costituiscono il ciclo di corrosione (ACT1) sviluppato da Volvo. Per la maggior parte della settimana, il sottociclo 1 viene ripetuto due volte al giorno, tranne il lunedì e il venerdì, quando il sottociclo 2 viene utilizzato per la seconda parte della giornata (12 ore). Come si può notare, solo il sottociclo 2 comprende tre fasi in cui la nebbia salina è attiva per 15 minuti ciascuna.

ESISTE UN METODO DI PROVA CICLICO "UNIVERSALE"?

È difficile indicare un metodo di prova universale per testare gli elementi di fissaggio, ma c'è comunque un metodo che vogliamo raccomandare, il VDA 233-102. Questa procedura è stata sviluppata a partire dalla VDA 621-415, in uso da oltre 40 anni. La procedura VDA 233-102, riportata nella Figura 4, ha il potenziale per diventare "IL" test di corrosione ed è già utilizzata da molti OEM del settore automobilistico in Europa per applicazioni su veicoli e su elementi di fissaggio in generale.

I vantaggi del nuovo test VDA 233-102 sono molteplici: la durata è generalmente ridotta da 10 a 6 settimane e si tiene conto delle reali relazioni tra temperatura e clima (climi desertici e tropicali). Il ciclo comprende una fase sottozero (-15 °C) dopo lo stoccaggio in condizioni di umidità per creare uno stress termico negli adesivi e nelle vernici. Vengono presi in considerazione anche i risultati corretti della corrosione delle flange (corrosione nelle aree di giunzione).

CONCLUSIONI

Gli elementi di fissaggio svolgono un ruolo importante in molti sistemi ingegneristici, in quanto devono garantire precisione, resistenza meccanica e durata quando sono esposti a vari ambienti. Per soddisfare quest'ultimo requisito è necessario applicare rivestimenti adeguati, le cui prestazioni possono essere verificate in diversi test su scala di laboratorio. Il test in nebbia salina neutra (NSS) è il più comune, ma non sempre è sufficiente per valutare la durata degli elementi di fissaggio, soprattutto in condizioni atmosferiche difficili, come quelle di alcune applicazioni automobilistiche. In questi casi, i test di corrosione ciclica (CCT) risultano più appropriati per riprodurre i meccanismi di rottura del rivestimento e migliorare la qualità del prodotto.

A proposito di Cotec Labs

Cotec Labs è un centro di prova su scala mondiale specializzato in prove di corrosione e analisi delle superfici. Il laboratorio, nato originariamente nel settore dei rivestimenti, ha una profonda conoscenza nella scelta del rivestimento e del metodo di prova più adatto all'applicazione dei clienti. Cotec Labs è specializzato in prove di corrosione cicliche adattate per gli OEM globali e gli utenti finali in diversi settori industriali. Sin dall'inizio nel 2007, i fattori di successo sono stati la conoscenza dei requisiti degli

Fig. 5 - Cotec Labs, Global Test Center situato in Svezia. Il controllo della temperatura, dell'umidità relativa e della luce è essenziale per l'accuratezza dei risultati. L'elevato numero di cabine di prova, il personale dedicato e altamente specializzato permettono di eseguire 1500 progetti all'anno / *Cotec Labs, Global Test Center situated in Sweden. The controlled temperature, relative humidity and light settings are essential for accuracy of the results. The large number of cabinets, dedicated, and highly experienced staff are what makes the 1500 tests annually even possible*

corrosion test and is already used by many Automotive OEMs in Europe, and for vehicle applications and fasteners in general.
There are many advantages of the new VDA 233-102 test: the test duration is generally reduced from 10 to 6 weeks and real temperature and climate relationships (desert and tropical climates) are considered. The cycle includes a sub-zero phase (-15 °C) after storage under humid conditions to create thermal stress in adhesives and paints. Correct results in flange corrosion (corrosion in jointed areas) are taken into account as well.

CONCLUSIONS

Fasteners play a significant role in many engineering systems, as they must ensure precision, mechanical resistance, and durability when exposed to various environments. Achieving the latter requirement involves applying proper coatings, whose performance can be verified in several laboratory-scale tests. While the Neutral Salt Spray test (NSS) is the most common, it may not always suffice for assessing fastener durability, particularly in increasingly harsh atmospheric conditions, such as those found in some automotive applications. In such cases, a Cycling Corrosion Test (CCT) is more appropriate for replicating coating failure mechanisms and enhancing product quality.

About Cotec Labs

Cotec Labs is a Global Test Center specializing in corrosion testing and surface analysis. The laboratory, originally established in the coating industry, has deep knowledge of choosing the right coating and test method for your application. Cotec Labs specializes in cyclic corrosion testing adapted for global OEMs and end-users in different industry

OEM, la vicinanza all'industria dei rivestimenti, la capacità di testing e i tempi di consegna rapidi.
Oggi Cotec Labs è un partner con clienti in tutto il mondo. Dal 2022, Cotec Labs e MaterialScan, con sede a Trieste, in Italia, hanno sviluppato una proficua collaborazione volta a fornire al mercato italiano un servizio di indagine sui rivestimenti senza pari, ufficialmente approvato da aziende OEM leader come Volvo, Scania, Mercedes e Ford.

Questo articolo è stato scritto in lingua inglese da Joakim Ekström, esperto di prove di corrosione presso Cotec Labs in Svezia.
Il laboratorio (Figura 5) ha consegnato più di 20000 rapporti di prova negli ultimi 15 anni e ha gestito progetti di corrosione nel campo dell'edilizia, dell'automotive, dei veicoli industriali e dei trasporti. Le richieste da parte di clienti OEM come IKEA, Volvo, Scania, Mercedes, Ford e VW vengono soddisfatte su base settimanale. L'articolo è stato successivamente tradotto e riadattato in lingua italiana da Alessio Ferluga, CEO di MaterialScan, con sede a Trieste.

sectors. Since its inception in 2007, the success factors have been knowledge of OEM requirements, proximity to the coating industry, capacity, and fast lead times.
Today, Cotec Labs is a global partner with customers all over the world. Since 2022, Cotec Labs and MaterialScan, based in Trieste, Italy, have developed a fruitful partnership aimed at providing the Italian market with an unmatched coating investigation service, officially authorized by leading OEM companies such as Volvo, Scania, Mercedes, and Ford.

This article is originally written in English by Joakim Ekström, Corrosion Test Expert at Cotec Labs in Sweden.
The laboratory (Figure 5) has delivered more than 20000 test reports in the last 15 years and managed corrosion projects in the field of construction, automotive, heavy trucks and transportation. Customer OEMs and demands for IKEA, Volvo, Scania, Mercedes, Ford and VW are met on a weekly basis. This article is restructured and translated into the Italian language by Alessio Ferluga, CEO at MaterialScan, located in Trieste.