

Die beste Beschichtung für Ihre Verbindungselemente

White Paper

Die beste Beschichtung für Ihre Verbindungselemente

von Doug Jones

Assembly Technology Expert
Bossard United States

www.bossard.com

Alle Rechte vorbehalten © 2024 Bossard

Die erwähnten Empfehlungen und Hinweise sind im praktischen Einsatz durch den Leser hinreichend zu überprüfen und für deren Anwendung als geeignet zu erklären. Änderungen vorbehalten.



ASSEMBLY
TECHNOLOGY
EXPERT

DIE BESTE BESCHICHTUNG FÜR IHRE VERBINDUNGSELEMENTE

Einleitung

Viele Ingenieure machen sich Gedanken über die Wahl des richtigen Verbindungselements für ihre Konstruktion, übersehen dabei jedoch häufig die Bedeutung der Oberflächenbehandlung. Wenn Sie die beste Beschichtung für Ihre Verbindungselemente wählen, sollten Sie daher die folgenden Faktoren berücksichtigen:

- 1. Sicherheit**
Die falsche Oberflächenbehandlung kann zum Versagen der Verbindung führen
- 2. Korrosionsschutz**
Wie hoch ist die erwartete Lebensdauer des Bauteils und wie sind die Betriebsbedingungen?
- 3. Beständigkeit gegen Beschädigung durch unsachgemäße Handhabung**
Wie beeinträchtigen bei Handhabung oder Schraubvorgang verursachte Kratzer oder Schrammen die Oberflächenbeschichtung?
- 4. Bedeutung der Verbindung**
Kommt es bei einem Lösen der Verbindung zum Versagen der Baugruppe? Welche Konsequenzen hat ein Versagen der Baugruppe?
- 5. Funktionalität**
Wird die Beschichtung die Montage meiner Verbindungselemente aufgrund von vergrößertem Gewindedurchmesser oder gefülltem Innenantrieb verhindern?
- 6. Verfügbarkeit**
Ist die Oberflächenbeschichtung ohne Weiteres erhältlich?
- 7. Kosten**
Rechnet sich die Beschichtung für meine Baugruppe?

Es gibt jede Menge exotischer Beschichtungen, die für spezifische Anwendungen entwickelt wurden, und täglich werden weitere produziert. Hier soll nicht versucht werden, alle diese Optionen zu behandeln. Wir konzentrieren uns auf die folgenden, handelsüblichen Oberflächenbeschichtungen:

- Galvanische Verzinkung
- Galvanische Nickel-Zink-Beschichtung
- Mechanische Verzinkung
- Zinklamellenbeschichtung
- Tribologische Trockenbeschichtung
- Feuerverzinkung

DIE BESTE BESCHICHTUNG FÜR IHRE VERBINDUNGSELEMENTE

Sicherheit

Das Hauptanliegen bei der Wahl einer Oberflächenbeschichtung für Verbindungselemente ist die Vermeidung einer Wasserstoffversprödung. Bei der Wasserstoffversprödung handelt es sich um ein verzögertes Totalversagen eines hochfesten Verbindungselements, das mit Wasserstoff induziert und unter Zugbelastung gesetzt wurde.

Ein falsch beschichtetes hochfestes Verbindungselement kann Wasserstoffversprödung fördern. Doch bei welchen „hochfesten Verbindungselementen“ besteht nun genau Anlass zur Sorge wegen einer Wasserstoffversprödung?

„Gefährdete“ Verbindungselemente verfügen über eine Härte, die 380 HV übersteigt, zum Beispiel:

- Festigkeitsklasse 12.9
- Grade 8 bei Zoltschrauben
- Einsatzgehärtete Verbindungselemente wie beispielsweise gewindeformende Schrauben oder vergütete Schrauben mit geripptem Flansch
- Spannscheiben
- Sicherungsringe

Um bei diesen genannten Verbindungselementen das Risiko einer Wasserstoffversprödung zu verhindern, sollten Säurebeizen und/oder Galvanisierung wenn möglich vermieden werden. So können zwar Massnahmen zur Risikominderung ergriffen werden, wie beispielsweise das Einbrennen direkt nach der Galvanisierung. Diese Massnahmen dienen jedoch wie gesagt lediglich der Minderung des Risikos und können dieses nicht vollständig eliminieren.

Weitere Informationen zur Wasserstoffversprödung finden Sie in unserem Fachartikel (White Paper) „Wasserstoffversprödung – der stille Tod“ unter www.bossard.com.

DIE BESTE BESCHICHTUNG FÜR IHRE VERBINDUNGSELEMENTE

Korrosionsschutz

Wie hoch ist die erwartete Lebensdauer des Verbindungselements, und unter welchen Betriebsbedingungen (BB) wird es eingesetzt werden? In der Norm ASTM B633 werden die verschiedenen „Betriebsbedingungen“ folgendermassen klassifiziert:

BB 1

Gering – Exposition in Innenräumen mit geringer Kondenswasserbildung und geringem Verschleiss oder geringer Abnutzung. **Beispiele:** Schaltknöpfe, Drahtwaren, Verbindungselemente

BB 2

Moderat – Exposition in grösstenteils trockenen Innenräumen mit gelegentlicher Kondenswasserbildung, gelegentlichem Verschleiss oder gelegentlicher Abnutzung. **Beispiele:** Werkzeuge, Reissverschlüsse, Auszugsregale, Maschinenteile.

BB 3

Stark – Kondenswasserbildung, Transpiration, gelegentlich Regen und Reinigungsverfahren ausgesetzt. **Beispiele:** Stahlrohrmöbel, Insektenschutzgitter, Fensterbeschläge, Beschläge, militärische Ausrüstung, Waschmaschinenteile, Fahrradteile.

BB 4

Extrem – Raue Bedingungen, häufig Feuchtigkeit, Reinigungsverfahren und Salzlösungen ausgesetzt, voraussichtliche Schäden durch Verbeulen, Zerkratzen oder abrasiven Verschleiss. **Beispiele:** Sanitärarmaturen, Rahmenelemente für elektrotechnische Gehäuse.

Die obigen Empfehlungen basieren auf der Annahme einer hauptsächlich natürlichen Umgebung. Sollte es sich um eine eher „industrielle“ Umgebung mit Schmutz, Dreck und/oder spezifischen Chemikalien handeln, wenden Sie sich bitte an Bossard. Wir beraten Sie gerne.

Weitere Informationen zur Korrosion finden Sie in unserem Fachartikel (White Paper) „Korrosionsschutz“ unter www.bossard.com.

DIE BESTE BESCHICHTUNG FÜR IHRE VERBINDUNGSELEMENTE

Beständigkeit gegen Beschädigung durch unsachgemäße Handhabung

Handhabung

Bei einigen Oberflächenbehandlungen von Verbindungselementen kann die Beschädigung durch unsachgemäße Handhabung, also beim Transport und/oder Schraubvorgang verursachte Einkerbungen oder Kratzer, ein Problem darstellen. Bei weicheren oder sehr spröden Oberflächenbeschichtungen setzt der Korrosionszyklus weitaus früher ein, wenn bei der Handhabung und der Montage dieser Verbindungselemente nicht mit der entsprechenden Vorsicht vorgegangen wird. Ein weiterer wichtiger Faktor für den Korrosionsschutz bei der Handhabung ist die Frage, wie gut die Beschichtung mit dem Verbindungselement verbunden ist.

Kritische Verbindungen

Kommt es bei einem Lösen der Verbindung zum Versagen der Baugruppe? Welche Konsequenzen hat ein Versagen der Baugruppe? Um eine festsitzende Verbindung zu erzielen und zu erhalten, muss die Vorspannkraft stimmen. Eine gut konstruierte Verbindung mit der richtigen Vorspannkraft sollte sich nicht lösen. Was das mit der Oberflächenbehandlung der Verbindungselemente zu tun hat? Die meisten Verbindungen werden unter Steuerung des Drehmoments montiert, die von einer einheitlichen Reibung abhängt, um eine vorhersagbare und wiederholbare Vorspannung erzeugen zu können. Nicht alle Oberflächenbehandlungen verfügen jedoch über bekannte Reibwerte. Wenn für die Sicherheit der Verbindung eine gleichbleibende und wiederholbare Vorspannkraft wichtig ist, sollten daher Beschichtungen verwendet werden, deren Reibwerte bekannt sind.

Wenn Sie an weiteren Einzelheiten zum Verhältnis von Drehmoment und Spannung interessiert sind, wenden Sie sich über unser Kontaktformular unter www.bossard.com an uns und sprechen Sie mit einem Kundendienstmitarbeiter von Bossard.

DIE BESTE BESCHICHTUNG FÜR IHRE VERBINDUNGSELEMENTE

Funktionalität









Verbindungselemente mit kleineren Durchmessern und Schrauben mit Innenantrieb könnten für bestimmte Oberflächenbearbeitungen ungeeignet sein.










Je nach Art der Beschichtung oder dem Verfahren kann sich in den Gewinden und/oder Innenantrieben überschüssiges Beschichtungsmaterial ansammeln. Einschränkungen und Empfehlungen finden Sie unten.

Nutzen Sie die folgende Anleitung mit Informationen zu den geläufigsten Oberflächenbehandlungen, um eine gute Wahl zu treffen:









Galvanische Verzinkung

| | | |
|---|--|---|
|  | Sicherheit | Risiko der Wasserstoffversprödung bei hochfesten Verbindungselementen |
|  | Korrosionsschutz | gering bis moderat |
|  | Beständigkeit gegen Beschädigung durch unsachgemässe Handhabung | moderat |
|  | Kritische Verbindungen | schwer zu steuernde Reibung |
|  | Funktionalität | kleine Grössen – keine Probleme mit Gewinde- oder Innenantrieben |
|  | Kosten | niedrig |
|  | Verfügbarkeit | hoch |
|  | Empfohlen für | Alle Verbindungselemente, die geringe bis moderate Anforderungen an den Korrosionsschutz stellen und über eine Härte von weniger als 38 HRC verfügen. |









Galvanische Zink-Nickel-Beschichtung

| | | |
|---|--|---|
|  | Sicherheit | geringeres Risiko der Wasserstoffversprödung als bei galvanischen Verzinkung, ein kleines Risiko besteht jedoch |
|  | Korrosionsschutz | stark bis extrem |
|  | Beständigkeit gegen Beschädigung durch unsachgemässe Handhabung | gut |
|  | Kritische Verbindungen | schwer zu steuernde Reibung |
|  | Funktionalität | kleine Grössen – keine Probleme mit Gewinde- oder Innenantrieben |
|  | Kosten | hoch |
|  | Verfügbarkeit | niedrig |
|  | Empfohlen für | Alle Verbindungselemente, die anspruchsvolle bis extreme Anforderungen an den Korrosionsschutz stellen und über eine Härte von weniger als 38 HRC verfügen. Ist möglicherweise die beste Alternative für kleine, hochfeste Verbindungselemente ≤ M6. Voraussetzungen sind jedoch gute Kontrollen und ein nachfolgend durchgeführtes ordnungsgemässes Tempern. |









Mechanische Verzinkung

| | | |
|---|--|--|
|  | Sicherheit | kein Risiko der Wasserstoffversprödung |
|  | Korrosionsschutz | gering bis moderat |
|  | Beständigkeit gegen Beschädigung durch unsachgemässe Handhabung | moderat |
|  | Kritische Verbindungen | schwer zu steuernde Reibung |
|  | Funktionalität | mangelhafte Beschichtung in Innenantrieben oder Löchern – nicht empfohlen für Gewindeteile |
|  | Kosten | mittel/hoch |
|  | Verfügbarkeit | mittel/niedrig |
|  | Empfohlen für | Hochfeste Unterlegscheiben und Bolzen (Härte grösser als 38 HRC). Normalerweise nicht für Verbindungselemente mit Gewinde empfohlen. |









Zinklamellenbeschichtung

| | | |
|---|--|---|
|  | Sicherheit | kein Risiko der Wasserstoffversprödung |
|  | Korrosionsschutz | stark bis extrem |
|  | Beständigkeit gegen Beschädigung durch unsachgemässe Handhabung | moderat |
|  | Kritische Verbindungen | ausgezeichnete Reibungskontrolle |
|  | Funktionalität | Normalerweise nicht empfohlen für Verbindungselemente < M8 oder für Verbindungselemente mit Innenantrieb. |
|  | Kosten | mittel |
|  | Verfügbarkeit | mittel |
|  | Empfohlen für | Grössere Verbindungselemente (> M6), die anspruchsvolle bis extreme Anforderungen an den Korrosionsschutz stellen und/oder in Verbindungen verwendet werden, wo die Vorspannkraft für den Bestand der Verbindung von grosser Bedeutung ist. |

Tribologische Trockenbeschichtung

| | | |
|---|--|--|
|  | Sicherheit | kein Risiko der Wasserstoffversprödung |
|  | Korrosionsschutz | moderat bis stark |
|  | Beständigkeit gegen Beschädigung durch unsachgemässe Handhabung | moderat |
|  | Kritische Verbindungen | ausgezeichnete Reibungskontrolle |
|  | Funktionalität | kleinere Grössen – normalerweise kein Problem mit Verfüllungen bei Gewinden \geq M4 |
|  | Kosten | hoch |
|  | Verfügbarkeit | niedrig |
|  | Empfohlen für | Gewindeformende Schrauben oder Schrauben, die ein einwandfreies schwarzes äusseres Erscheinungsbild erfordern. |

Feuerverzinkung

| | | |
|---|---|---|
|  | Sicherheit | Niedriges Risiko der Wasserstoffversprödung für hochfeste Verbindungselemente, nicht für Schrauben der Festigkeitsklasse 12.9 verwenden, da durch die Beschichtungstemperaturen die Festigkeit verringert wird. |
|  | Korrosionsschutz | stark bis extrem |
|  | Beständigkeit gegen Beschädigung durch unsachgemäße Handhabung | ausgezeichnet |
|  | Kritische Verbindungen | schwer zu steuernde Reibung |
|  | Funktionalität | Normalerweise nicht empfohlen für Verbindungselemente < M8 oder für Verbindungselemente mit Innenantrieb – Mutter- und Innengewinde müssen nach der Beschichtung nachgeschnitten werden. |
|  | Kosten | mittel |
|  | Verfügbarkeit | mittel |
|  | Empfohlen für | Verwendung bei Konstruktion im Aussenbereich. |



Wenn Sie noch Fragen zum Thema Oberflächenbehandlungen haben, können Sie sich jederzeit direkt an uns wenden. Wir sind Ihnen gerne behilflich. Kontaktieren Sie uns unter: www.bossard.com.