

Aufgrund ihrer Vielseitigkeit sind Spiralspannstifte oftmals die idealen Befestigungsmittel, wenn es darum geht spezifische technische und ökonomische Zielsetzungen bei verstifteten Baugruppen einzuhalten. Sie sind in einer Vielfalt an Größen, Krafttypen, Oberflächengüten und Materialien verfügbar. Aufgrund seiner hohen Korrosionsbeständigkeit ist unter den für die Herstellung von Spiralspannstiften verwendeten Materialien häufig rostfreier Stahl zu finden. Spiralspannstifte werden am häufigsten aus rostfreiem Stahl X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 sowie X20Cr13 hergestellt, wobei jedoch auch X5CrNiMo17-12-2 verfügbar ist und typischerweise aufgrund seiner höheren Korrosionsbeständigkeit ausgewählt wird. Dieses Dokument nimmt den Unterschied zwischen X5CrNiMo17-12-2 und X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 genauer unter die Lupe und beschreibt verschiedene Anwendungsfälle und Einsatzumgebungen, in denen X5CrNiMo17-12-2 gegenüber den anderen Stählen im Vorteil ist.

Chemische Zusammensetzung

Selbst wenn die nichtrostenden Stähle X3CrNi17-8 und X5CrNi18-10 technisch gesehen zwei verschiedene Materialien sind, gibt es hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung und Eigenschaften starke Überschneidungen. Aus diesem Grund können die Stahlwerke das Material so schmelzen, dass er der Spezifikationen von X3CrNi17-8 und X5CrNi18-10 entspricht. Deshalb bezeichnen die Hersteller die austenitischen Spannstifte mit X3CrNi17-8/X5CrNi18-10, eine Namenskonvention, die in diesem Dokument beibehalten wird.

Tabelle 1 vergleicht die chemische Zusammensetzung der für Spiralspannstifte verwendeten austenitischen rostfreien Stähle. Der Begriff „austenitisch“ bezieht sich auf das Gefüge des Metalls und klassifiziert den rostfreien Stahl als nicht wärmebehandelbar, nicht magnetisch in vollständig vergütetem Zustand und er hat die Fähigkeit zur Kaltverfestigung.

Bevor näher auf die Besonderheiten von X5CrNiMo17-12-2 eingegangen wird, ist es hilfreich zuerst kurz den Legierungsvorgang von X3CrNi17-8 und X5CrNi18-10 und den Grund für ihre jeweilige Korrosionsbeständigkeit zu erläutern.



Tabelle 1. Chemische Zusammensetzung (%) der für die SPIROL-Spiralspannstifte verwendeten austenitischen rostfreien Stähle

Chemische Zusammensetzung (%)	X3CrNi17-8	X5CrNi18-10	X5CrNiMo17-12-2
C	0,15	0,08	0,08
Mo	--	--	2 – 3
Cr	17 – 19	18 – 20	16 – 18
Ni	8 – 10	8 – 10,5	10 – 14

*Einzelne Werte sind Maximalwerte

Jeder der in *Tabelle 1* aufgeführten austenitischen Chrom-Nickel-Stähle hat einen höheren Nickel- und Chromanteil als X20Cr13. (X20Cr13 verfügt über 0,5 % Nickel und 12–14 % Chrom.) Dadurch sind austenitischen Chrom-Nickel-Stähle korrosionsbeständiger gegenüber Lochfraß und Spannungsrissskorrosion. Zusätzlich weisen austenitische Chrom-Nickel-Stähle einen geringeren Kohlenstoffgehalt als einige andere rostfreie Stahlsorten auf. Hierdurch erhalten sie eine höhere Korrosionsbeständigkeit, da die Fähigkeit zur Bildung von Carbiden an den Korngrenzen, was letztendlich eine interkristalline Korrosion (bekannt als Sensibilisierung) verursacht, vermindert wird.

Der Hauptunterschied in der Zusammensetzung zwischen X5CrNiMo17-12-2 und X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 besteht darin, dass X5CrNiMo17-12-2 mit 2–3 % Molybdän legiert wird, was die Lochfraßbeständigkeit durch Verbesserung der Haltbarkeit der Passivschicht erhöht. Bei der Passivschicht handelt es sich typischerweise um ein Oxid, eine „klare, unsichtbare“ Schicht auf der Metalloberfläche, die den Korrosionsschutz verbessert. Das Hinzufügen von Molybdän erhöht auch die Belastung der kristallinen Gitterstruktur, wodurch die Moleküle enger zusammengerückt werden. Folglich ist die Energie zum Herauslösen der Eisenatome höher, damit diese an die Oberfläche gelangen. Molybdän hat eine ähnliche Wirkung wie Chrom auf die Mikrostruktur, weshalb X5CrNiMo17-12-2 nicht so viel Chrom benötigt wie X3CrNi17-8/X5CrNi18-10. Um die austenitische Struktur in molybdänhaltigen, rostfreien Stählen aufrechtzuerhalten, muss der Nickelanteil erhöht werden. Wie in *Tabelle 1* dargestellt, beträgt der Nickelanteil für X5CrNiMo17-12-2 10–14 % gegenüber 8–10,5 % für X5CrNi18-10 und 8–10 % für X3CrNi17-8.

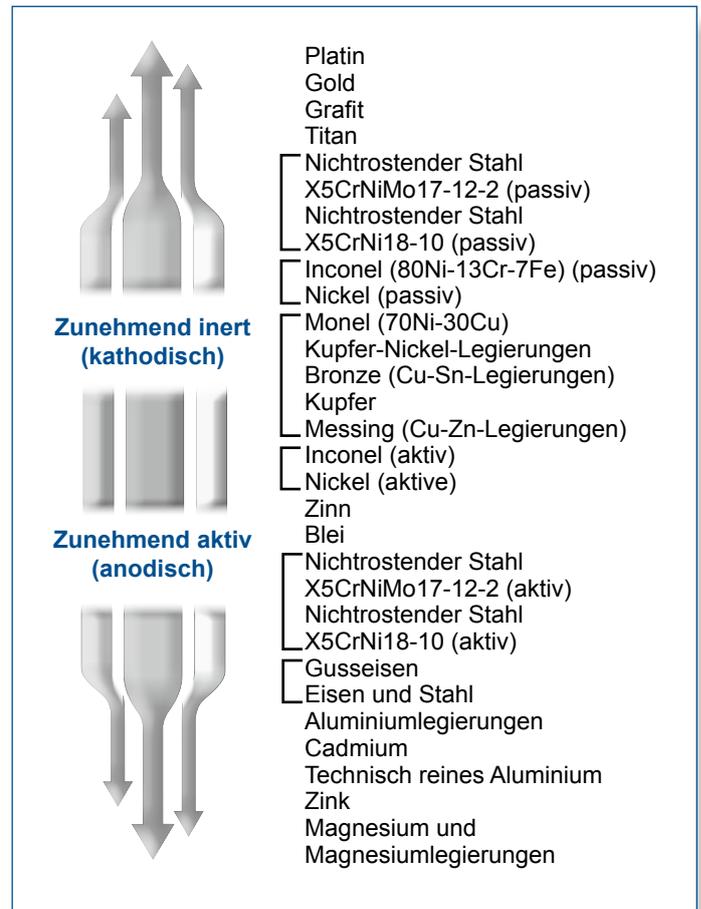
Korrosionsbeständigkeit

Austenitische Chrom-Nickel-Stähle verfügen über physikalische und Festigkeitseigenschaften, aufgrund derer sie sich für viele Anwendungen eignen. Als wichtigster und hauptsächlichster Grund für ihre Auswahl wird üblicherweise ihre Fähigkeit in verschiedenen korrosiven Umgebungen zu bestehen, sowohl chemisch als auch atmosphärisch, angesehen. Alle austenitischen Chrom-Nickel-Stähle weisen eine hohe Korrosionsbeständigkeit auf, wobei X5CrNiMo17-12-2 als einer der korrosionsbeständigsten erachtet wird. Obwohl die Korrosionsbeständigkeit von X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 den meisten Anwendungsanforderungen entspricht, neigen sie zur Korrosion in anspruchsvolleren Umgebungsbedingungen, die X5CrNiMo17-12-2 nichts anhaben können, wie z. B. in Meerwasser- und petrochemischen Umgebungen. Es gibt mehrere Arten von Korrosion und es ist wichtig die einzelnen Arten zu kennen und zu wissen welche Vorteile X5CrNiMo17-12-2 hierbei bietet.

Galvanische Korrosion

Diese Art der Korrosion tritt zwischen zwei unterschiedlichen Metallen auf, wenn diese miteinander in Kontakt stehen und sich in einem Medium befinden, in dem sie elektrisch und chemisch miteinander reagieren. Es ist wichtig, die Spannungsreihe (*siehe Tabelle 2*) zu beachten, um sicherzustellen, dass das Material nicht korrodiert, wenn es dem Gegenwerkstoff ausgesetzt wird. Wenn sich zum Beispiel zwei Legierungen in Meerwasser berühren, wird die in der Spannungsreihe tiefer stehende Legierung korrodieren. Je weiter zwei Metalle in der Spannungsreihe auseinanderliegen, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie korrodieren, sobald sie in ein Elektrolyt eingetaucht werden.

Tabelle 2. Die Spannungsreihe¹



Lochfraß

Lochfraß ist eine stark eingegrenzte Korrosionsform, die zur Bildung kleiner Punkte und schließlich zu Löchern im Material führen. Jede Art von Riss oder selbst ein kleiner Kratzer kann Lochfraß verursachen und zu einem Defekt führen (*siehe Abbildung 1*). Lochfraß kann bei X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 schon in Meerwasser auftreten, weshalb häufig X5CrNiMo17-12-2 verwendet wird. Durch das Hinzufügen von Molybdän wird die Lochfraßbeständigkeit erheblich erhöht.

Die Vorteile von X5CrNiMo17-12-2 gegenüber X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 in Umgebungen mit hohem Chloridgehalt wie Meerwasser sind bekannt, weshalb X5CrNiMo17-12-2 oft als meerwasserbeständiger, rostfreier Stahl bezeichnet wird. In *Tabelle 3* sind mehrere ätzende Umgebungen aufgeführt, in denen X5CrNiMo17-12-2 eine bessere Korrosionsbeständigkeit aufweist.

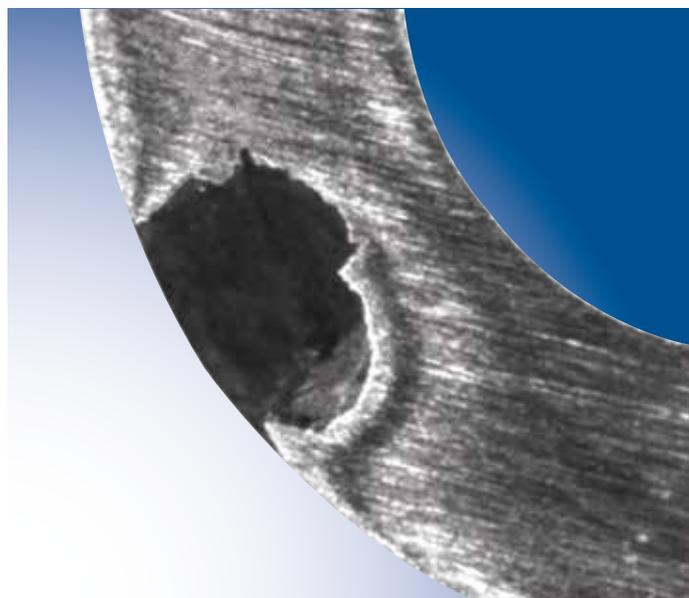


Abbildung 1. Querschnitt durch den Lochfraß, der die Auswirkungen auf die Querschnittsfläche und die Festigkeitsreduzierung veranschaulicht

Tabelle 3. Umgebungen, in denen X5CrNiMo17-12-2 eine bessere Korrosionsbeständigkeit gegenüber X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 aufweist

Meerwasser	Schweflige Säure
Leitungswasser	Weinsäure
Grubenwasser	Essigsäure
Kesselwasser	Ameisensäure
Alkalichloride	Milchsäure
Saure Salze	Versch. organische Säuren
Halogensalze	Korrosion durch
Phosphorsäure	Lebensmittel

Spannungsrissskorrosion

Die Spannungsrissskorrosion (SpRK) ist ein Rissbildungsprozess, der nur auftreten kann, wenn das Material einer korrosiven Umgebung und dauerhafter Zugspannung ausgesetzt ist. Fehlt eine dieser Bedingungen, kann keine SpRK auftreten. Bei austenitischen Chrom-Nickel-Stählen ist die chloridbedingte Spannungsrissskorrosion einer der häufiger auftretenden Schadenstypen und bekannt für ihre Auswirkung auf die strukturelle Integrität des Materials. Es gibt zahlreiche Faktoren, die sich auf die SpRK auswirken, darunter aufgebrachte Spannung und Restspannung, Temperatur und zyklische Bedingungen der Anwendung.

In vielen Berichten und Studien wurden die Auswirkungen der SpRK auf austenitische nichtrostende Stähle behandelt, aber aufgrund der vielen Variablen und Faktoren wie Spannungen, chemische Zusammensetzung und Umgebungsbedingungen ist es schwierig einen „Einheitsgröße“-Zusammenhang zwischen den verschiedenen Sorten nichtrostender Stähle und ihrer Reaktionsweise herzustellen. Daher ist es wichtig Tests hinsichtlich der jeweiligen Anwendungsanforderungen durchzuführen.

Hier ist eine Liste einiger Chloridlösungen, die eine SpRK bei austenitischen Chrom-Nickel-Stählen verursachen können²:

- Ammoniumchlorid
- Kalziumchlorid
- Kobaltchlorid
- Lithiumchlorid
- Magnesiumchlorid
- Quecksilberchlorid
- Natriumchlorid
- Zinkchlorid

Interkristalline Korrosion

Dieser Art der Korrosion ist für austenitische Chrom-Nickel-Stähle normalerweise nicht von Bedeutung, da die Stifte hierbei über längere Zeiträume hohen Temperaturen (über 800°F/430°C) ausgesetzt sein müssen. Spiralspannstifte aus austenitischen Chrom-Nickel-Stählen können bei Temperaturen von -185°C (-300°F) bis 400°C (750°F) verwendet werden.

Mechanische Eigenschaften

Da austenitische Chrom-Nickel-Stähle (und alle austenitischen, rostfreien Stähle) durch Kaltverfestigung härter werden können, verfügen Sie über eine große Bandbreite an mechanischen Eigenschaften. Durch die Kaltverfestigung des Materials ändern sich Härte und Magnetismus der austenitischen Chrom-Nickel-Stähle. *Tabelle 4* unten zeigt die mechanischen Eigenschaften für die austenitischen rostfreien Stähle X3CrNi17-8, X5CrNi18-10 und X5CrNiMo17-12-2 in vergütetem Zustand.

Tabelle 4. Mindesteigenschaften bei Raumtemperatur, vergüteter Zustand³

	X3CrNi17-8	X5CrNi18-10	X5CrNiMo17-12-2
Zugfestigkeit, MPa (ksi)	515 (75)	515 (75)	515 (75)
Streckgrenze, MPa (ksi)	205 (30)	205 (30)	205 (30)
Härte, max. (HRB)	88	88	95

² The International (Nickel) Company, Inc. 1963. „Corrosion Resistance of the Austenitic Chromium-(Nickel) Edelstahl in Chemical Environments.“

³ *Metals Handbook, Desk Edition, 2nd Edition, 1998. ASM International*

Magnetismus

Wenn austenitische Chrom-Nickel-Stähle vollständig vergütet sind, sind sie nicht magnetisch und erhöhen ihren Magnetismus durch Kaltverfestigung. X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 weisen infolge der Kaltverfestigung eine höhere magnetische Permeabilität auf.

Kosten und Verfügbarkeit

Bei Spannstiften ist X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 der am häufigsten verwendete austenitische, nichtrostende Stahl und aus diesem Grund werden sie in größeren Mengen produziert als Spannstifte aus X5CrNiMo17-12-2. Folglich kosten Spannstifte aus X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 üblicherweise weniger und sind leicht verfügbar.

Anwendungen

Es gibt viele Anwendungen, die eine höhere Korrosionsbeständigkeit als bei X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 erfordern. Einige von ihnen sind in *Tabelle 5* aufgeführt. Spiralspannstifte aus X5CrNiMo17-12-2 reduzieren den in diesen Anwendungen auftretenden Lochfraß, da sie verschiedenen starken Chemikalien ausgesetzt sind (*siehe Tabelle 3*).

Tabelle 5. Anwendungen und Branchen, in denen Spiralspannstifte aus X5CrNiMo17-12-2 zum Einsatz kommen (Hinweis: X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 kann ausreichend sein)

Anwendungen

Baugruppen, die Meerwasser ausgesetzt werden
Schiffsbeschlüge
Abgaskrümmen
Triebwerksteile
Pharmazeutische Geräte
Ofenteile
Fotoausrüstung
Papier- und Zellstoffanlagen
Gittersiebe für den Bergbau und die Wasserfiltrierung
Wärmetauscher
Baugruppen in chemischen Anlagen
Medizinische Ausrüstung

Branchen

Chemische, pharmazeutische Industrie
Kocher, Verdampfer und Fördereinrichtungen für die Papierindustrie
Medizinindustrie
Textilveredlungsanlagen
Fotofilme
Erdölraffinationsanlagen

Fazit

Spiralspannstifte können aus vielen Materialtypen hergestellt werden, einschließlich mehrerer Güten von rostfreien Edelstählen. Die rostfreien Edelstähle X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 werden aufgrund ihrer hohen Korrosionsbeständigkeit häufig ausgewählt. In Umgebungen, in denen die Korrosionsbeständigkeit von X3CrNi17-8/X5CrNi18-10 nicht mehr ausreicht, z. B. in einer Meerwasserumgebung, wo der Stift Chloriden ausgesetzt ist, kann X5CrNiMo17-12-2 die bessere Wahl sein, damit Lochfraß nicht so leicht auftritt. X5CrNiMo17-12-2 316 ist normalerweise teurer als X3CrNi17-8/X5CrNi18-10, aber die zusätzliche Korrosionsbeständigkeit stellt sicher, dass kritische Komponenten intakt bleiben und keinen zusätzlichen Schaden an den umgebenden Teilen verursachen. Vielen Engineering-Teams ist die zusätzliche Sicherheit die höheren Komponentenkosten wert, vor allem dann, wenn gefährliche Chemikalien im Spiel sind.

Aufgrund der Komplexität und vieler Variablen, die für korrosive Umgebungen charakteristisch sind (z. B. Art der Chemikalie und Konzentration, Materialbelastung, atmosphärische Bedingungen, Zeit und Temperatur), ist es immer wichtig, dass bei der Materialauswahl für Befestigungsmittel wie Spiralspannstifte, Tests durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass das Material die gewünschten Ergebnisse zeigt.

Die richtige Materialauswahl ist eines der wichtigsten Konstruktionskriterien für die Ingenieure, da durch sie die endgültigen Kosten, die Gebrauchsdauer und Leistungsfähigkeit des Endprodukts vorgegeben werden. Man kann aus viele Arten von Materialien auswählen. Bei der Auswahl von Materialien für Befestigungsmittel können die Unternehmen mit Erfahrung auf dem Gebiet der Befestigungsmittel bei der Festlegung des am besten geeigneten Materials helfen.



Spiralspannstift aus X5CrNiMo17-12-2 in abschließbarer Edelstahl-Klinke eines Bootes

Europa SPIROL Deutschland

Ottostr. 4
80333 München, Deutschland
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 -71
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 -72

SPIROL Frankreich

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin
18 Rue Léna Bernstein
51100 Reims, Frankreich
Tel. +33 (0)3 26 36 31 42
Fax. +33 (0)3 26 09 19 76

SPIROL Vereinigtes Königreich

17 Princewood Road
Corby, Northants NN17 4ET
Vereinigtes Königreich
Tel. +44 (0) 1536 444800
Fax. +44 (0) 1536 203415

SPIROL Spanien

08940 Cornellà de Llobregat
Barcelona, Spanien
Tel. +34 93 193 05 32
Fax. +34 93 193 25 43

SPIROL Tschechische Republik

Sokola Tümy 743/16
Ostrava-Mariánské Hory 70900,
Tschechische Republik
Tel/Fax. +420 417 537 979

SPIROL Polen

ul. M. Skłodowskiej-Curie 7E / 2
56-400, Oleśnica, Polen
Tel. +48 71 399 44 55

Amerika SPIROL International Corporation

30 Rock Avenue
Danielson, Connecticut 06239 USA
Tel. +1 (1) 860 774 8571
Fax. +1 (1) 860 774 2048

SPIROL Shim Division

321 Remington Road
Stow, Ohio 44224 USA
Tel. +1 (1) 330 920 3655
Fax. +1 (1) 330 920 3659

SPIROL Kanada

3103 St. Etienne Boulevard
Windsor, Ontario N8W 5B1 Kanada
Tel. +1 (1) 519 974 3334
Fax. +1 (1) 519 974 6550

SPIROL Mexiko

Carretera a Laredo KM 16.5 Interior E
Col. Moises Saenz
Apodaca, N.L. 66613 Mexiko
Tel. +52 (01) 81 8385 4390
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

SPIROL Brasilien

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brasilien
Tel. +55 (0) 19 3936 2701
Fax. +55 (0) 19 3936 7121

Asien SPIROL Asien

Pazifik

1st Floor, Building 22, Plot D9, District D
No. 122 HeDan Road
Wai Gao Qiao Free Trade Zone
Shanghai, China 200131
Tel. +86 (0) 21 5046 1451
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

SPIROL Südkorea

160-5 Seokchon-Dong
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Südkorea
Tel. +86 (0) 21 5046-1451
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

eMail: info-de@spirol.com

SPIROL.com



Bitte sehen Sie aktuelle Spezifikationen und das
Standard-Produktangebot auf www.SPIROL.com ein.

Die Anwendungsingenieure von **SPIROL** werden jede Möglichkeit in Betracht ziehen, um für Sie die kostengünstigste Lösung zu konstruieren. Eine Möglichkeit diesen Prozess zu beginnen ist, unser Portal der **optimalen technischen Anwendungsberatung** wahrzunehmen unter www.SPIROL.com.

ISO/TS 16949 Zertifiziert
ISO 9001 Zertifiziert

© 2017 SPIROL International Corporation

Es ist verboten Teile dieser Publikation in jeder möglichen Form oder mit irgendwelchen Mitteln zu reproduzieren, elektronisch oder mechanisch, ausgenommen wie per Gesetz erlaubt, ohne die schriftliche Erlaubnis von SPIROL International Corporation.