

Korrosionsbeständigkeit von EDELSTAHL-ROSTFREI

1. Allgemeines

Bekanntlich weisen die nichtrostenden Stähle eine im Vergleich zu den unlegierten und niedriglegierten Stählen deutlich verbesserte Korrosionsbeständigkeit auf. Sie sind gegen zahlreiche aggressive Medien beständig und bedürfen keines weiteren Oberflächenschutzes. Diese Passivität wird durch Zulegieren von min. 10,5 % Cr zum Eisen bewirkt. Bei mechanischer Beschädigung der Passivschicht bildet sich diese spontan wieder aus.

Die Korrosionsbeständigkeit von Edelstahl Rostfrei ist vorrangig abhängig von der Legierungszusammensetzung des Stahls, daneben von seiner Oberfläche und vom Gefügestand. Daher ist die Wahl der richtigen Stahlsorte im richtigen Wärmebehandlungszustand mit der richtigen Oberflächenbearbeitung wesentlich für die Korrosionsbeständigkeit.

2. Korrosionsarten

Abtragende Flächenkorrosion

Abtragende Flächenkorrosion ist durch einen gleichmäßigen oder annähernd gleichmäßigen Abtrag gekennzeichnet. In der Regel wird eine Abtragungsrate unter 0,1 mm/Jahr als ausreichende Beständigkeit gegen Flächenkorrosion angesehen. Für die Massenverluste pro Flächeneinheit gilt für nichtrostende Stähle die Beziehung $1\text{g/h} \times \text{m}^2 = 1,1\text{ mm/a}$. Gleichmäßige Flächenkorrosion kann bei nichtrostenden Stählen nur in Säuren und starken Laugen auftreten. Sie wird wesentlich von der Legierungszusammensetzung bestimmt. So sind z. B. die 17%- Chromstähle wesentlich beständiger als die 13%-Chromstähle. Eine noch höhere Beständigkeit gegen Flächenkorrosion zeigen die austenitischen Chrom-Nickel-Stähle. Zusätzlich kann die Beständigkeit durch Zulegieren von Molybdän in vielen Fällen weiter erhöht werden.

Lochkorrosion (Pitting)

Lochkorrosion kann auftreten, wenn die Passivschicht örtlich durchbrochen wird. Wenn Chloridionen, besonders bei erhöhten Temperaturen, vorliegen, können an diesen Stellen -häufig nur nadelstichartig- Löcher entstehen. Durch Ablagerungen, Fremdrost, Schlackenreste und Anlauffarben auf der Oberfläche wird die Gefahr einer Lochkorrosion verstärkt.

Durch weitere Erhöhung des Chromgehalts, insbesondere durch Zusatz von Molybdän und z. T. von Stickstoff, wird die Beständigkeit der nichtrostenden Stähle gegenüber Lochkorrosion erhöht. Dies kommt in der sogenannten

$$\text{Wirksamkeit: } W = \% \text{ Cr} + 3,3 \times \% \text{ Mo}$$

zum Ausdruck. Für sehr hochlegierte austenitische Stähle wird auch das Legierungselement Stickstoff mit unterschiedlichen Faktoren in die Wirksamkeit einbezogen.

Spaltkorrosion

Spaltkorrosion ist -wie der Name schon sagt- an das Vorhandensein von Spalten gebunden. Diese können konstruktiv oder betriebsbedingt (z. B. Ablagerungen) sein. Da die Spaltkorrosion im Wesentlichen den gleichen Mechanismen unterliegt wie Lochkorrosion, gelten die oben gemachten Ausführungen einschließlich Legierungseinfluss und Wirksumme auch hier.

Spannungsrissskorrosion

Bei dieser Korrosionsart entstehen Risse, die bei nichtrostenden Stählen im Allgemeinen transkristallin verlaufen. Nur wenn die folgenden drei Bedingungen gleichzeitig vorliegen, ist Spannungsrissskorrosion möglich:

- a) die Oberfläche des Bauteils steht unter Zugspannungen,
- b) Einwirkungen eines spezifisch wirkenden Mediums (meist Chloridionen),
- c) Neigung des Werkstoffs zur Spannungsrissskorrosion.

Bei Zugspannungen ist gleichgültig, ob sie von außen durch Zug- oder Biegespannungen aufgebracht werden oder als Eigenspannungen (z. B. durch Schweißen, Kaltwalzen oder Tiefziehen) vorliegen. Die Zugspannungen lassen sich durch Strahlen abbauen.

Die austenitischen CrNi- und CrNiMo-Standardstähle sind in Chloridlösungen empfindlicher gegen Spannungsrissskorrosion als die ferritischen und austenitisch-ferritischen Stähle. Bei den austenitischen Stählen lässt sich die Spannungsrissskorrosionsbeständigkeit durch Erhöhen des Nickelgehalts ganz wesentlich verbessern.

Schwingungsrissskorrosion

Bei reiner Schwingungsbeanspruchung (ohne Korrosionsbelastung) gibt es eine untere Wechsellastspannung, unterhalb der kein Bruch mehr beobachtet wird: die Dauerschwingfestigkeit. Demgegenüber fehlt bei der Schwingungsrissskorrosion meist eine Dauerschwingfestigkeit, und der Stahl kann auch unterhalb dieser Grenze zu Bruch gehen.

Im Unterschied zur Spannungsrissskorrosion, die nur in spezifisch wirkenden Medien auftritt (siehe oben), kann Schwingungsrissskorrosion grundsätzlich in allen korrosiv wirkenden Medien in Verbindung mit Wechselbelastungen auftreten. Die Beständigkeit gegen Schwingungsrissskorrosion nimmt zu

- mit zunehmender Korrosionsbeständigkeit des Werkstoffs in dem gegebenen Medium,
- mit zunehmender Festigkeit des Stahls.

Diese Korrosionsart tritt in vielen Bereichen, z. B. im Bauwesen und im Konsumgüterbereich, praktisch nicht auf.

Interkristalline Korrosion

Die interkristalline Korrosion stellt heute bei geeigneter Werkstoffwahl kein Problem mehr dar. Interkristalline Korrosion kann in sauren Medien auftreten, wenn sich durch Wärmeeinwirkung (zwischen 450 und 850 °C bei den austenitischen Stählen, oberhalb 900 °C bei den ferritischen Stählen) Chromcarbide an den Korngrenzen ausscheiden. Solche Wärmeeinwirkung tritt z. B. beim Schweißen in der Nähe der

Schweißnaht auf (Wärmeeinflusszone). Sie bewirkt örtliche Chromverarmung in der Umgebung der ausgeschiedenen Chromcarbide.

In der Praxis wird der interkristallinen Korrosion bei den austenitischen Stählen dadurch begegnet, daß man den Kohlenstoffgehalt stark absenkt oder den Kohlenstoff durch Zugabe von Titan oder Niob abbundet.

Die Löslichkeit des Kohlenstoffs in den ferritischen Stählen ist weitaus geringer. Daher lässt sich bei Abkühlung von Lösungsglühtemperatur bei diesen Stählen eine Chromcarbidausscheidung nicht unterdrücken. Eine Chromverarmung an den Korngrenzen und die Neigung zur interkristallinen Korrosion lässt jedoch durch eine stabilisierende Glühung bei 750 bis 800 °C rückgängig machen. Da diese Werkstoffe mit einer derartigen Wärmebehandlung geliefert werden, sind sie beständig gegen interkristalline Korrosion, es sei denn, es kommt durch eine Wärmebehandlung (z. B. Schweißen) zu einer nachträglichen Ausscheidung von Chromcarbiden. Aber auch dem kann durch Zusatz von Titan oder Niob vorgebeugt werden. Eine ausreichende Beständigkeit gegenüber interkristalliner Korrosion kann bei den ferritischen Stählen durch eine Absenkung des Kohlenstoffs allein nicht erreicht werden.

Kontaktkorrosion

Kontaktkorrosion kann entstehen, wenn sich unterschiedliche metallische Werkstoffe miteinander in Kontakt befinden und von einem Elektrolyten benetzt werden. Der weniger edle Werkstoff (Anode) wird an der Kontaktstelle angegriffen und geht in Lösung. Der edlere Werkstoff (Kathode) wird nicht angegriffen. In der Praxis sind die nichtrostenden Stähle gegenüber vielen anderen metallischen Werkstoffen, wie unlegierten und niedriglegierten Stählen sowie Aluminium, die edleren Werkstoffe. Kontaktkorrosion kann insbesondere dann auftreten, wenn die Oberfläche des edleren Werkstoffes im Verhältnis zur Oberfläche des weniger edlen Werkstoffes groß ist.

3. Anwendungshinweise

Die Stähle 1.4301 und 1.4541 sind in normaler Außenatmosphäre beständig und deshalb für Innen- und Außenanwendungen gleichermaßen geeignet.

Der Stahl 1.4571 ist bis zu einem gewissen Grade auch in chloridhaltiger bzw. schwefeldioxidhaltiger Atmosphäre bei Raumtemperatur weitgehend beständig und daher auch für den Einsatz in Industrieatmosphäre sowie in Küstennähe geeignet.

[Quelle: Obiger Text wurde dem Merkblatt 821 der Informationsstelle Edelstahl Rostfrei entnommen]