



PROFI-GUIDE	Branche	Anlagenbau	●
		Chemie	● ● ●
		Pharma	● ● ●
		Ausrüster	
	Funktion	Planer	●
		Betreiber	● ● ●
		Einkäufer	
		Manager	●

ENTSCHEIDER-FACTS

Für Betreiber

- Auch nichtrostende Stähle neigen zu Korrosion, dem sogenannten Rouging. Dieses führt zwar nicht unmittelbar zu Undichtigkeiten, kann aber trotzdem gefährlich für den Prozess sein. Denn die Ablagerungen können sich lösen und damit das Produkt verunreinigen.
- Der Anbieter hat ein Verfahren entwickelt, bei dem ein umweltfreundliches Derouging-Medium zum Einsatz kommt. Dieses ermöglicht das selektive Eliminieren des Rougings und ist auch für die CIP-Reinigung im Sprühverfahren geeignet.

1

Nachhaltiges Derouging für die Prozessindustrie

Das Ende der goldenen Zeit

Rot heißt Stopp: Auf Oberflächen der austenitischen, nichtrostenden Stähle in Rohrleitungen, Installationen und Behältern der Prozessindustrie, die in längerem Kontakt mit warmgehaltenen gereinigten Wässern stehen, sind häufig gelbe bis rötliche Korrosionsprodukte zu beobachten. Das auftretende sogenannte Rouging [1-3] mit der Bildung von kristallinen Eisenoxiden mit Eisen in dreiwertiger Oxidationsstufe sollten Betreiber aufgrund problematischer Sicherheits- und Produktrelevanz periodisch vollkommen eliminieren. Moderne, milde Derougingverfahren reinigen betroffene Edelstahloberflächen selektiv, umweltfreundlich und nachhaltig. Solche Verfahren ermöglichen Anwendern gleich zwei Vorteile: Einerseits

eliminieren sie die Korrosion vollständig; andererseits können sie mit dem erzeugten quasi Neuzustand der gereinigten Anlage einen deutlichen Mehrwert erreichen.

Bildung von Rouging

Die Korrosion eines nichtrostenden, austenitischen Stahls, üblicherweise vom Typ CrNiMo, die zur Ausbildung des sogenannten Rougings führt, ist ein komplexer Vorgang, der von den gegebenen Systembedingungen abhängig ist. Sie setzen sich im Allgemeinen aus dem Elektrolyten Wasser, den Legierungsbestandteilen, der Oberflächenqualität des Werkstoffes sowie den Prozessparametern Druck, Temperatur und Zeit etc. zusammen. Ionenfreies Wasser

Der Autor:

Dr. Michael Göbel,
Geschäftsführer,
Beratherm



1 Ein Behälter im Frühstadium der Korrosion mit „Golding“.

2 Wischprobe mit alkoholfuchtem Tuch vor einem Derouging.

hat bei einer Temperatur von 25 °C und einem Druck von 1.013 mbar definitionsgemäß einen pH-Wert von 7. Bei diesen Systembedingungen liegt das Wasser minimal dissoziiert vor, wobei die Stoffmengenkonzentration c an freien Protonen H_3O^+ die der konjugierten Base OH^- mit je 10^{-7} mol/L entspricht. Es ist ein amphoterer Stoff mit einem Redoxpotenzial von $E^0 = 0$ mV und kann somit erstmal keine Reaktion mit einem nichtrostenden Stahl eingehen. Das Wasser besitzt des Weiteren als gutes polares Lösungsmittel die Eigenschaft, viele feste, flüssige und gasförmige Stoffe zu lösen. Die Eigenschaften des Wassers verändern sich allerdings selbst beim Auflösen geringster Mengen an bestimmten Gasen drastisch. Speziell beim Auflösen von Kohlendioxid CO_2 aus der Atmosphäre sinkt der pH-Wert und es reagiert zu Kohlensäure. Die Löslichkeit von Gasen nimmt in der Regel mit zunehmenden Druck zu und mit steigender Temperatur ab. Sauerstoff hingegen löst sich molekular, wobei aber eine Erhöhung des Redoxpotenzials beob-

achtet wird. Das Redoxpotenzial E^0 einer wässrigen Lösung nimmt mit abnehmenden pH-Werten in der Regel zu. Überschreitet das Redoxpotenzial als Beispiel den Wert, bei dem elementares Eisen zur zweiwertigen Oxidationsstufe oxidiert werden kann, so handelt es sich bei Metallen um Korrosion. Wasser fungiert hierbei als Elektrolyt eines galvanischen Elementes aus Sauerstoff und Eisen des nichtrostenden Stahls. Die entstehenden primären Eisen(II)verbindungen sind in reinem Wasser besonders gut löslich und verteilen sich als Ionen, unterstützt durch ihre Diffusionseigenschaft, in einem Reinstwasser-Kreislauf problemlos.

Vom Golding zum Rouging

Bei vollständiger Oxidation entsteht zunächst das nahezu wasserunlösliche Eisen(III)oxidhydroxidhydrat Limonit $FeOOH \cdot nH_2O$ mit amorpher Kristallstruktur, welches sich gleichmäßig in Form feinsten Partikel mit gelbem Farbton auf der Edelstahloberfläche ablagert. Bei



Bilder: Beratherm

**Klarer Unterschied:
ein Reaktionsbehälter
vor und nach dem
Derouging.**

dieser Redoxreaktion fungiert die Säure als Katalysator und verbraucht sich nicht. Entsprechend den Prozessparametern Zeit und Temperatur können diese agglomerierten Partikel mit amorpher Kristallstruktur kristalline Schichten aufbauen. In diesem Frühstadium der Korrosion ist häufig eine goldgelbe Färbung des nichtrostenden Stahls zu beobachten, das als Phänomen „Golding“ bekannt ist. Durch Dehydratation des Limonits entsteht zunächst das ebenfalls gelb-braune, wasserunlösliche, kristalline Eisen(III)oxidhydroxid Goethit FeOOH . Unter weiterer Wasserabspaltung wandelt sich der Goethit in das rote, praktisch wasserunlösliche, kristalline Eisen(III)oxid Hämatit Fe_2O_3 um. Die Edelstahloberfläche verfärbt sich zunehmend rot, und es entsteht nichtwischbares Rouging. Erfolgt diese Reakti-

Das Verfahren eliminiert die Korrosion vollständig und erzeugt quasi den Neuzustand der gereinigten Anlage.

on direkt an gelben Goethitpartikeln, so bilden sich die klassischen wischbaren Rougingpartikel aus. Goethit und Hämatit sind nachweislich die kristallinen Hauptbestandteile des Rougings. Keine Reaktion läuft hierbei alleine und vollständig ab, sodass in der Praxis alle Formen und Farben von dreiwertigen Eisen(III)oxidhydroxidhydraten zu beobachten sind. Aufgrund der unterschiedlichen und wechselnden Systembedingungen und der Vielzahl an möglichen kristallinen Verbindungen ist jeder Korrosionsvorgang einzigartig.

Auswirkungen auf Werkstoff und Produkt

Haben sich Korrosionsprodukte als wischbare oder nichtwischbare Ablagerung erst einmal gebildet, so besteht die Gefahr von produktgefährdenden und damit ökonomischen Folgen. In der pharmazeutischen Industrie beispielsweise sind Korrosionsrückstände im Produkt nicht zugelassen oder unterliegen streng limitierten gesetzlich festgelegten Grenzwerten [4,5]. Des Weiteren ist in der Folge mit anfänglich nur optisch erkennbarem Angriff des Werkstoffs zu rechnen. Zunehmend kann sich dann jedoch die Rauigkeit der Oberfläche verändern und damit die Oberflächenqualität insgesamt verschlechtern. Mit der zunehmenden Rauigkeit

nimmt auch die wahre Oberfläche des Werkstoffs zu, was in der Folge den Korrosionsvorgang weiter beschleunigen kann. Im fortgeschrittenen Stadium des Korrosionsprozesses ist auch eine Loch- und Spaltkorrosion möglich, die dann eine Beeinträchtigung der Sicherheit eines installierten Anlagensystems nicht mehr ausschließen lässt.

Mögliche Korrekturmaßnahmen

Treten solche Veränderungen am Werkstoff auf, lassen Betreiber in der Regel Wischproben nehmen. Mittels einer Risikoanalyse lässt sich dann die Dringlichkeit einer Intervention abschätzen. Mit einem chemischen Derouging, das das vollständige Eliminieren der Korrosionsprodukte des nichtrostenden Stahls gewährleisten muss, lässt sich im Frühstadium des Korrosionsvorganges der Ausgangszustand der betroffenen Anlage wieder herstellen und die Gefahr einer Kontamination von wertvollen Produkten bannen. Durch die Ablation der Eisenoxide profitieren die Oberflächen am Ende durch das Stoppen der Korrosion und nachfolgende Repassivierung durch den Aufbau eines neuen defektfreieren Passivfilms. Ein unvollständiges Derouging kann hingegen in der Folge zu einem temporärem, deutlich erhöhten Partikelauflaufen im System führen [6] und verhindert gleichzeitig die vollständige Erneuerung eines schützenden Passivfilms [7].

Die nachhaltige Lösung

Beratherm hat für das Derouging ein Reinigungsverfahren mit abschließender Passivierung entwickelt: Bei einer vom Anbieter garantierten Materialbeständigkeit gegenüber allen in den betroffenen Anlagen eingesetzten Werkstoffen führt das Verfahren zu einem selektiven Eliminieren des Rougings. Dabei kommt das Derouging-Medium Bera-Dent [8] mit hoher Umweltverträglichkeit aller Komponenten und sämtlicher Edukte auf Basis von Lebensmittelzusatzstoffen zum Einsatz. Die unkomplizierte Verwendung des Mediums in normaler Umgebungsatmosphäre ermöglicht das Optimieren des Verfahrens als CIP-Reinigung im Sprühverfahren mit minimiertem Mengenansatz. Dies führt zusammen mit kurzen Behandlungszeiten zu hocheffizienten und damit kostengünstigen Derouging-Operationen. ●



Das Literaturverzeichnis, einen Link zum Unternehmen sowie weitere Beiträge zur Reinigungstechnik finden Sie unter www.chemietechnik.de/1611ct611 – einfach den QR-Code scannen.