

Technical Bulletin

provided by



Copyright by Henkel 2003. All rights reserved.
Data shown is typical, and should not be construed
as limiting or necessarily suitable for design. Actual
data may vary from those shown herein.

ZUR BEURTEILUNG VON KORROSIONSRISKEN BEI AUSTENITISCHEN EDELSTAHLBAUTEILEN DURCH SCHWEISSZUNDER IN DER HITZEEINFLUSSZONE (HEZ) IM ANLAGENBETRIEB

Aufsatz Nr. 72 / Rev. 00

Dr.-Ing. Georg Henkel
Dipl.-Ing. Benedikt Henkel

*The component's
value is assured
by its surface*



ZUR BEURTEILUNG VON KORROSIONSRISKEN BEI AUSTENITISCHEN EDELSTAHLBAUTEILEN DURCH SCHWEISSZUNDER IN DER HITZEEINFLUSSZONE (HEZ) IM ANLAGENBETRIEB

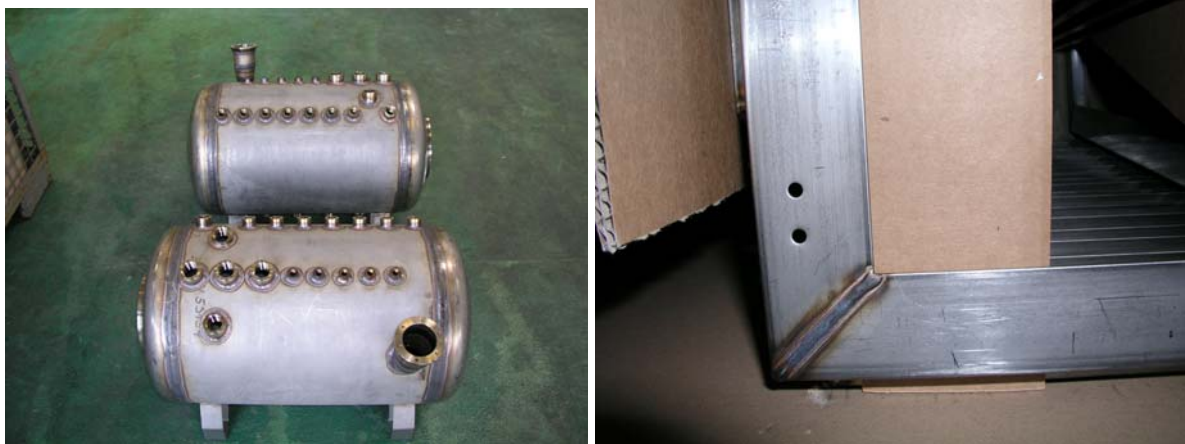
Einleitung

Bei der Herstellung von Schweißverbindungen von Edelstahlbauteilen 1.4301 ... 1.4404 ... 1.4539 etc. verursacht die Anwesenheit von Luftsauerstoff infolge der hohen Temperaturen (ca. 1.800 °C im Lichtbogenbereich, 600 – 800 °C in der HEZ) eine Zerstörung der Passivschicht und die Ausbildung einer mehr oder weniger dicken Eisenoxidschicht (Zunder). Der Übergang vom Begriff der HEZ-Colorierung zum Begriff der Schweißzunderbildung ist dabei fließend und hängt im Wesentlichen vom Schweißverfahren, eingebrachter Streckenenergie etc. ab.

Bild 1: *leichte Colorierung der HEZ (WIG-Schweißung)*

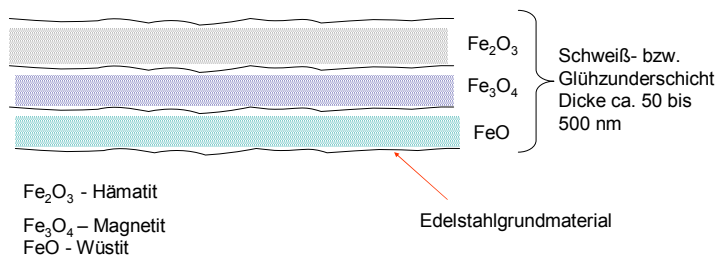


Bild 2: deutliche Schweißzunderbildung in der HEZ (MIG-Schweißung)



Die Analyse der colorierten bzw. verzünderten HEZ-Bereiche ergibt die typische Fe-Oxid-schichtstruktur.

Bild 3: Fe-Oxide



Quelle: K. Vogeler, Dockweiler Neustadt-Gleiw

Bei der Fe-Oxid(-misch)-schicht handelt es sich im Gegensatz zur chromoxidreichen Passivschicht (Primärschicht) um eine typische korrosionsunsichere Sekundärschicht.

Eisenoxidbildungen im HEZ-Bereich der Schweißnaht im Decklagen- wie im Wurzelbereich können etwa durch Formieren vermieden werden. Unter Formieren versteht man hier den Vorgang, dass sauerstoffarme (< 20 ppm) oder sauerstofffreie Formiergase (etwa Ar, N₂ etc.) durch entsprechende kontinuierliche Spüloperationen den (Luft-) Sauerstoff verlässlich von der Schweißumgebung fernhalten und so eine unerwünschte Fe-Oxidation vermieden werden kann.

Bild 4: *formierte Schweißnahtausführung nach WIG (Formiergas Ar 4.6)*

Orbitalschweißnaht Rohr 50,80 × 1,65 mm, AISI 316L



Elektropoliertes Rohr 50,8 × 1,65 mm, AISI 316L, Formiergas Argon (8 ppm Restsauerstoffgehalt)

Quelle: T. Kopitzke, Arc Machines GmbH, *Orbitalschweißen in der Pharmaindustrie*, SLV Mannheim 26.01.00

In vielen Fällen ist die Formierungstechnik in der Produktion zu aufwendig, sodass allenfalls andere Techniken, wie chemisches Beizen, Strahlen, Schleifen etc., eingesetzt werden müssen, um die entstandenen Anlauffarben zu entfernen.

In diesem Zusammenhang entstehen regelmäßig Fragen, ob man die Anlauffarben aus korrosionstechnischer Sicht tatsächlich entfernen muss bzw. welche Techniken der Entfernung aus technischen, wirtschaftlichen und garantierechtlichen Gründen ein Optimum darstellen.

Die Schweißanlauffarben (Colorierung/Schweißzunder)

Die Analyse der typisch verfärbten HEZ einer Schweißnaht auf austenitischem Edelstahl zeigt eine deutliche Majorität an strukturell nicht dichtem Fe-Oxid (siehe Bild 3) mit typischen Einlagerungen anderer Legierungselemente, wie Cr, Ni (und je nach Legierungstyp Mo) etc. .

Die ursprünglich vorhandene chromoxidreiche Passivschicht ist als Korrosionsschutzfilm des Bauteils in diesem Bereich eindeutig nicht mehr vorhanden. Auch nicht unter der Fe-Oxidschicht.

Die Passivschicht als typische Sperrschicht für Ionen Transporte, also für das in Lösung Gehen von Metallionen aus dem Legierungsverbund (Korrosionsvorgang) in den umgebenden Elektrolyten (etwa Wasser), ist nun durch eine Eisenoxidschicht ersetzt, welche durch Hydratisierung in Eisenhydroxid und damit auch in eine Ionenlösung wandelbar ist.

Des Weiteren erlaubt die Nichtgeschlossenheit der Eisenoxidschicht (Zunderschicht) einen permanenten Lösungs- und Wanderungsvorgang mit dem Legierungsgrundmaterial, also einen kontinuierlichen Fortschritt des Korrosionsprozesses.

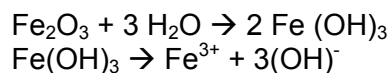
Korrosionsgesichtspunkte

Die Eisenoxidbelegungen in der HEZ der Schweißnaht von austenitischen Edelstahllegierungen verhalten sich hinsichtlich Korrosionsangriffen der atmosphärischen Umgebung im Prinzip ähnlich wie unlegierter Stahl.

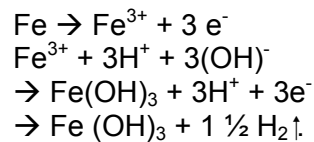
Im **trockenen** Umgebungsbereich ist eine Korrosionswirkung demnach **nicht** zu erwarten.

Im **nassen** Umgebungsbereich (etwa Wasser als elektrolytisches Medium) ist von einer sich entwickelnden Korrosionswirkung auszugehen.

- a) Hydratisierung von Eisenoxid



- b) Weitere Metallauflösung von der passivschichtfreien Edelstahloberfläche „in der Tiefe“ der nicht komplett deckenden Rostschicht:



Die Praxis zeigt dabei unzweifelhaft, dass Edelstahlbauteile mit unbehandelten Schweißanlauffarben in der HEZ der Schweißnaht in der ungeschützten feuchten Atmosphäre in den meisten Fällen eindeutig korrosive Tendenzen zeigen und in vielen Fällen zur Zerstörung des Bauteils führen.

Aus diesem Grunde ist es unbedingt zu empfehlen, Schweißanlauffarben gesichert und vor allem rückstandsfrei zu entfernen, bevor die Teile in den Praxiseinsatz gehen. Diese Empfehlung ist auch vielen einschlägigen Fachbeiträgen und nationalen Standards zu entnehmen.

Maßnahme zur Entfernung von Schweißanlauffarben

Die Entfernung der eisenoxidischen Schweißanlauffarben in der HEZ der Schweißnaht ist prinzipiell durch folgende Verfahren möglich:

- a) mechanische Verfahren wie: Schleifen, Bürsten, Strahlen
b) chemische Verfahren wie: chemisches Beizen
c) elektrochemische Verfahren wie: (lokales) Elektropolieren

Mechanische Verfahren:

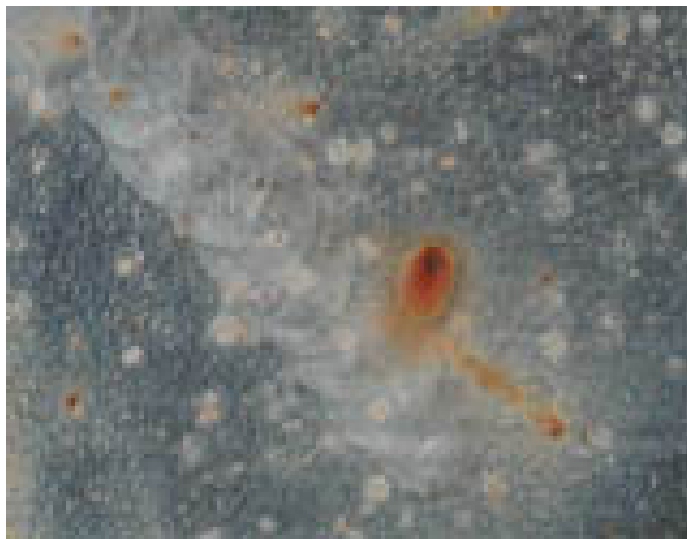
Die mechanischen Verfahren zur Entfernung der Schweißanlauffarben in der HEZ der Schweißnaht erscheinen auf den ersten Blick aufgrund der kostengünstigen Komponente von wesentlichem Vorteil.

Eine genauere Prüfung zeigt allerdings, dass alle mechanischen Verfahren aus technischer Sicht den eklatanten Nachteil einer **unvollständigen Entfernung** der Eisenoxidpartikel haben.

Beim Schleifen/Bürsten bzw. beim Strahlen ist eindeutig **nicht** sicherzustellen, dass alle Fe-oxidischen Substanzen entfernt werden – vielmehr ist davon auszugehen, dass beim Prozess ein erheblicher Anteil an Fe-Oxiden in die (weiche) Edelstahloberfläche eingepresst wird. Des Weiteren wird die Edelstahloberfläche durch den mechanischen Prozess hinsichtlich Topografie, Morphologie und Energieniveau lokal korrosionstechnisch erheblich geschwächt.

Die inkorporierten Fe-Oxidpartikel sind nun bei korrosiver Belastung im (nassen) Einsatz aus lokalkorrosiver Sicht äußerst bedenklich und oft Ausgangspunkt von ernsthaften Lokalkorrosionsschäden (IK, LK und SRK).

Bild 5: *Korrosionsstellen in der Schweißnahtumgebung aufgrund von Fe-Oxidresten vom Schweißzunder*



Chemische Verfahren:

Das chemische Beizen auf Basis HF + HNO₃ bzw. HF + H₂SO₄ oder H₂SO₄ + H₃PO₄ etc. ist geeignet, die eisenoxidischen Schichten schonend und sicher an- und aufzulösen und so die optimalen Bedingungen für eine effektive Neu- bzw. Repassivierung der Edelstahloberfläche zu schaffen.

Bild 6: *komplett gebeiztes und repassiviertes Bauteil zur Erzielung reiner und korrosionsfester Schweißnahtbereiche*



Elektrochemische Verfahren (elektrochemisches oder anodisches Beizen):

Das (lokale) elektrochemische Polieren (Beizen) auf Basis H_2SO_4/H_3PO_4 ist ebenfalls gut geeignet, die korrosionstechnisch störenden Fe-Oxidschichten in der HEZ der Schweißnaht rückstandsfrei zu entfernen und optimale Bedingungen für eine Repassivierung zu schaffen.

Bild 7: *komplett elektropoliertes Bauteil zur Erzielung reiner, formschöner und passiver Oberflächen*



Zusammenfassung

Schweißnahtanlauffarben in der HEZ der Schweißnaht bei austenitischen Edelstahlbauteilen bestehen aus Eisenoxiden und sind unter (fallweise) feuchten bzw. nassen Betriebsbedingungen unzweifelhaft korrosionsgefährdend für den Bauteil.

Aus diesen Gründen empfehlen einschlägige Regelwerke (DIN, ASTM etc.) bzw. die Fachliteratur zu diesem Thema eine nachhaltige Entfernung der Schweißnahtanlauffarben und eine fachgerechte Repassivierung dieser Bereiche.

Für die Entfernungstechniken der Schweißnahtanlauffarben werden mechanische, chemische und elektrochemische Methoden empfohlen und bezüglich der Vor- und Nachteile beurteilt.

Für weitere Auskünfte stehen wir Ihnen gern zur Verfügung

Technical Bulletin

Procedures for the treatment of metal surfaces

- ▶ Electrochemical polishing
- ▶ Electrochemical and chemical deburring
- ▶ Chemical polishing
- ▶ Chemical pickling
- ▶ Passivation
- ▶ Derouging and professional repassivation

All services can be carried out on the premises of the customer

Development and supply of

- ▶ chemicals for pickling, electropolishing and passivation of metal surfaces
- ▶ chemicals for derouging and repassivation of stainless steel surfaces
- ▶ turnkey constructions/equipments for the chemical and electrochemical surface treatment of metals

Technical consultation

- ▶ for the surface treatment of
 - Stainless steel (i.e. 1.4435 / 1.4404 / 316l, 1.4539 / 904l, etc.)
 - Nickel and Nickel Alloys (i.e. Alloy 59, Hastelloy, Inconel)
 - Aluminium
 - Copper
 - Niobium
 - Titanium
 - Zirkonium
 - C-steel
- ▶ for apparatus, tubes and fittings in the food, beverage, chemical, cosmetic and pharmaceutical industries, bio and medical technology, plant, refrigeration and heat technology
- ▶ for surface treatment specifications for apparatus and tube systems
- ▶ concerning corrosion of stainless steel

Further services

- ▶ Colouring of stainless steel
- ▶ Clean room treatment
- ▶ Waste water technology
- ▶ Research & Development

We are member of VDMA, EHEDG und ISPE

For further information please contact us

info@henkel-epol.com
www.henkel-epol.com



Certified according to EN ISO 9001:2000
Certificate no : A06/0007



HENKEL Beiz- und Elektropolieretechnik
GmbH & Co. KG
Stoissmühle 2
A – 3830 Waidhofen / Thaya
Tel : + 43 (0) 28 42 / 543 31 - 0*
Fax : + 43 (0) 28 42 / 543 31 - 30
info@henkel-epol.at
www.henkel-epol.com

HENKEL Beiz- und Elektropolieretechnik
GmbH & Co. KG
An der Autobahn 12
D – 19306 Neustadt-Glewe
Tel : + 49 (0) 387 57 / 66 - 0*
Fax : + 49 (0) 387 57 / 66 - 122
info@henkel-epol.com
www.henkel-epol.com

HENKEL Kémiai és Elektrokémiai
Felületkezelő Kft
H – 9172 Györzámoly, Központi Major
Tel : + 36 (0) 96 / 352 - 035
Fax : + 36 (0) 96 / 585 - 035
info@henkel-epol.hu
www.henkel-epol.com

*The component's
value is assured
by its surface*

