

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.

KONDITIONIERUNG UND REKONDITIONIERUNG VON WÄRMEÜBERTRAGERPLATTEN AUS AUSTENITISCHEN EDELSTAHLLEGIERUNGEN, NICKEL / NICKELLEGIERUNGEN, TITAN U.A.

Aufsatz Nr. 62 / Rev. 00

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

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



KONDITIONIERUNG UND REKONDITIONIERUNG VON WÄRMEÜBERTRAGERPLATTEN AUS AUSTENITISCHEN EDELSTAHLLEGIERUNGEN, NICKEL / NICKELLEGIERUNGEN, TITAN U.A.

1. Einleitung

Die Konstruktion von Plattenwärmetauschern ist in der Regel die strömungstechnische Hintereinanderschaltung von speziell geformten Platten zwischen denen alternierend Medium A und B strömt und Wärmeenergie ausgetauscht wird. Der Austausch der Energie erfolgt dabei durch Wärmeleitung + Wärmekonvektion = Wärmedurchgang.

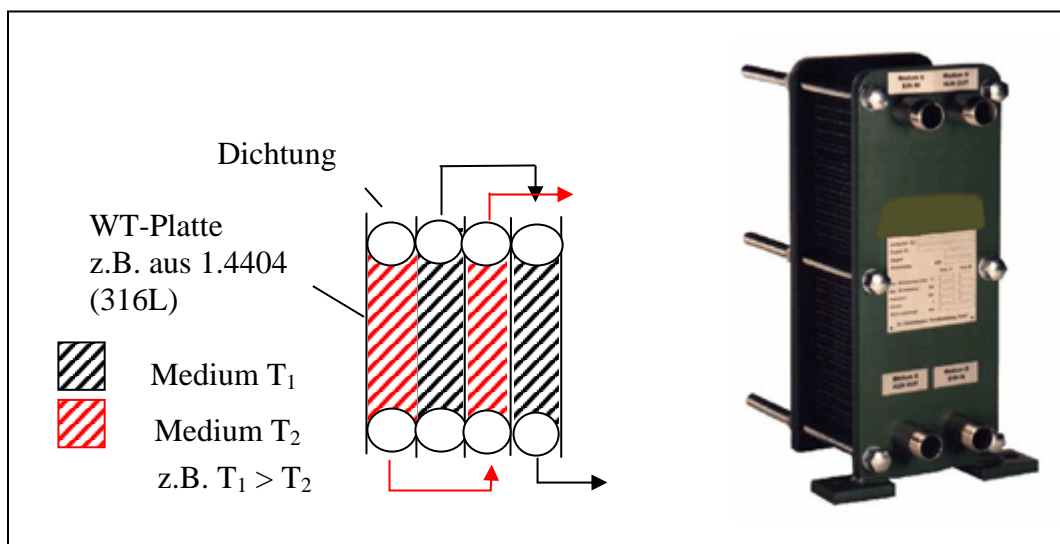


Abb. 1 : Plattenwärmeübertrager

Die Konstruktion ermöglicht die Hintereinanderschaltung einer nahezu beliebigen Anzahl von Platten.

Die Effektivität des Wärmeübertragungsvorgangs (Kühlung oder Heizung) wird beeinflusst von

- .) Plattenfläche
- .) Strömungsgeschwindigkeit
- .) Plattensauberkeit (Belegungsgrad)
- .) Temperaturdifferenz (T_1/T_2)
- .) Plattenanzahl

Während die konstruktiven Apparategrößen vorgegeben sind, ist v.a. der Faktor der Plattensauberkeit von besonderem Einfluss auf den Wirkungsgrad des Platten-Wärmeträgers im Praxisbetrieb. Jegliche Belegung der Wärmetauscher-Plattenfläche reduziert den Wärmedurchgang deutlich:

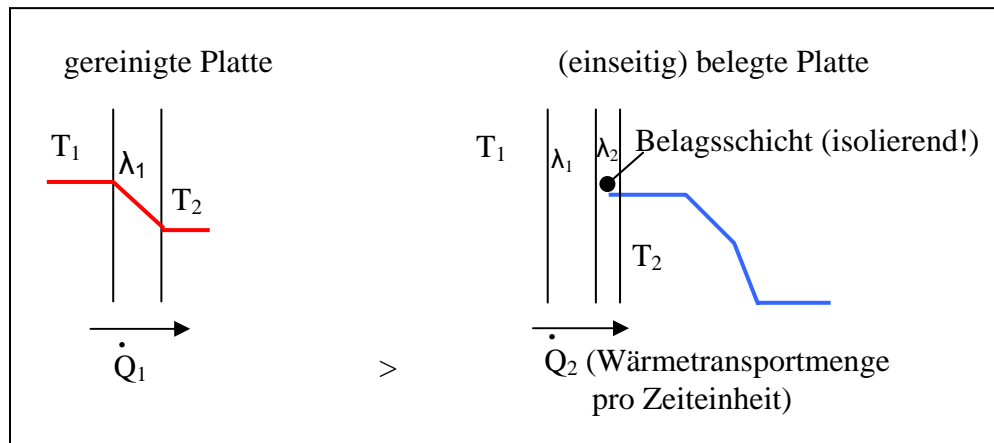


Abb.2 : Wärmedurchgang gereinigte und belegte (verunreinigte) Platte

2. Problemstellung

Die Tauscherblechelemente sind i.A. aus austenitischem Edelstahl (z.B. 316L), Nickel/Nickellegierungen, Titan/Titanlegierungen oder ähnlich bei Blechdicken von 0,3 – 0,8 mm, um den Wärmeleitwiderstand möglichst klein zu halten.

Zur Plattenversteifung der Elemente mit $l \times b = 1,2 \dots 2,5 \times 0,3 \dots 1$ m und zur Vergrößerung der wahren makrogeometrischen Flächenausdehnung sind die Bleche nicht eben, sondern entsprechend dreidimensional stanztechnisch profiliert.

Diese Profilierung verursacht beim Durchströmen durch die Blechberandungen zudem entsprechende Strömungsturbulenzen zur Optimierung der Energieaufnahme/-abgabe der Flüssigkeiten A und B.

Die Herstellung der Wärmetauscher(WT)-Bleche erfolgt bei Werkstoff 316L i.A. aus kaltgewalzten Blechen Qual. IIIc oder III d durch entsprechende stanztechnische Kaltformungsprozesse, wobei die Edelstahloberflächen partiell kaltplastisch verformt werden.

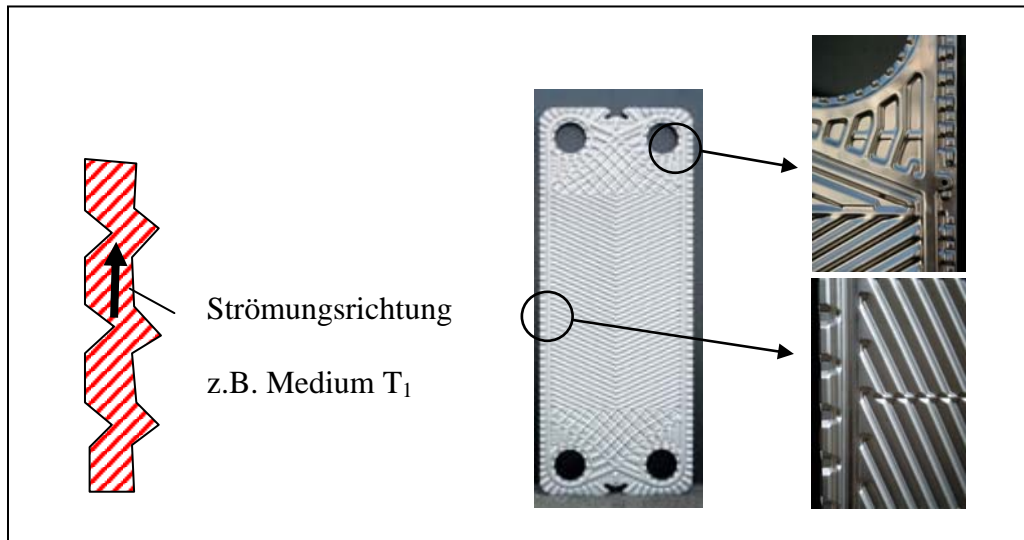


Abb. 3 : Wärmetauscherplatte

Diese Verformungsbereiche sind i.A. aus der Sicht Topographie, Morphologie und Energieniveau merklich nachteilig verändert und sind insohin meist die Bereiche in denen Anlagerungsprozesse aus den berührenden Medien bzw. gar (lokale) Korrosionsprozesse starten.

Die grundsätzlichen Probleme bei den WT-Platten sind also

- .) lokale Korrosionswirkungen und
- .) lokale/flächige Belegungen mit entsprechender Reduzierung des Wirkungsgrades des Energietransports.

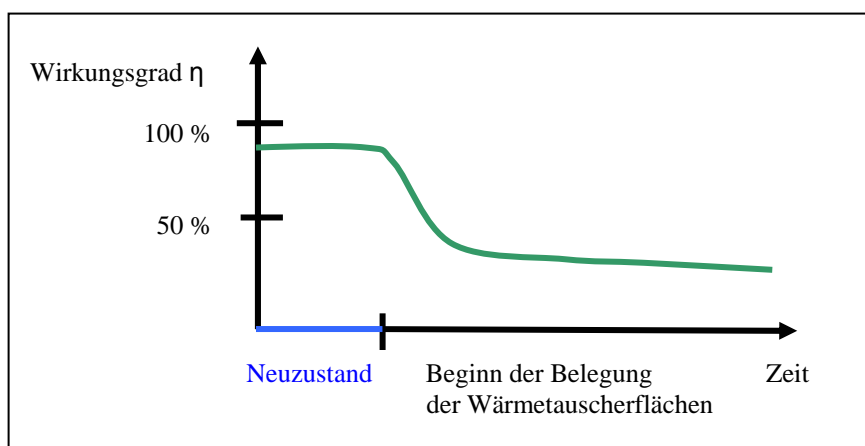


Abb. 4 : Änderung des Wirkungsgrades des Wärmetauschers durch Belegung

3. Aufgabenstellung

Aufgabenstellung ist demnach, die WT-Bleche zu beiden Medienseiten so zu konditionieren, dass eine (lokale) Korrosionswirkung und auch eine Belegung mit Medium (z.B. auskristallisierende Salze, etc.) möglichst vermieden wird, und über möglichst lange Betriebszeiten ein befriedigender Wirkungsgrad η (90 – 95 %) gehalten werden kann.

Eine weitere Aufgabenstellung ist, sich belegende WT-Platten durch entsprechend kontrollierte Behandlungen zu reinigen und so zu konditionieren, dass praktisch ein Neuzustand der Platte erreicht wird.

4. Oberflächentechnische Gesichtspunkte



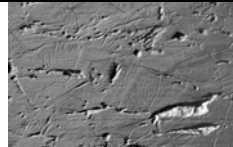

Mechanisch gefertigte Oberflächen – ob kaltgewalzt oder mechanisch geschliffen – zeigen Oberflächeneigenschaften bezüglich

- Topographie,
- Morphologie und
- Energieniveau 1),

die eine Adhäsionswirkung von Fremdmedien - und damit eine Kontamination - weit mehr unterstützen, als etwa fachgerecht elektrochemisch polierte Oberflächen.

Die zusätzlich durchgeführte kaltplastische Profilierung der WT-Bleche schafft zumindest lokale Verformungszonen, welche hinsichtlich Topografie, Morphologie und Energieniveau noch weiter verschlechtert werden und in diesen Bereichen auch oft die Ursachen für verminderte Korrosionsbeständigkeit darstellen.

Tabelle 1 : Vergleich Topografie, Morphologie und Energieniveau für verschiedene Oberflächenzustände am Beispiel von WT-Platten aus 316L

Zustand	Topografie	Morphologie	Bildbeispiel (500-fach)	Energie- niveau
kalt gewalzt	Ra ≈ 0,4 µm wahrer Oberflächenfaktor 10	amorphe- kristalline Mischstruktur		~ 70 mN/m
geschliffen K 240	Ra ≈ 0,4 µm wahrer Oberflächenfaktor 17	amorphe Schmierstruktur		~ 100 mN/m
lokal kaltverformt	Ra ≈ 0,6 µm wahrer Oberflächenfaktor 15	amorphe Schmierstruktur		~ 120 mN/m
elektrochemisch poliert über > 300 Amin/dm² und konditioniert	Ra ≈ 0,3 µm wahrer Oberflächenfaktor 5	kristallografische Austenitstruktur		~ 50 mN/m

¹⁾ Unter Energieniveau versteht man aus oberflächentechnischer Sicht den inneren Spannungs- bzw.

Die elektrochemisch polierte und (re-)konditionierte Oberfläche ist betreffend Morphologie, Topografie und Energieniveau optimiert, wobei sich strukturell reine und ungestörte Legierungsverhältnisse auf der Oberfläche ergeben mit einer ideal ausgebildeten korrosionsresistenten Passivschicht und einem absoluten Minimum der Oberflächenspannung (Energieniveau) bei einem Rauheitswert Ra von ca. 0,3 ... 0,5 µm.

Die elektrochemisch konditionierte WT-Oberflächen zeigen somit nicht nur den Vorteil, die Kontamination der Blechfläche im WT-Betrieb (und auch lokale Korrosionsprozesse) zu vermeiden bzw. hintan zu halten - und damit den Abfall des Wärmedurchgangswirkungsgrades zu vermeiden - sondern zeigen auch einen wesentlichen Vorteil bei allfälligen wartungsspezifischen Anlagenreinigungsarbeiten. Darüber hinaus stellt das Elektropolieren auch eine probate Methode zur Reinigung (Dekontamination) von WT-Blechflächen dar, womit die Rekonditionierung von WT-Blechen auf optimalem Wege erreicht werden kann.

Empfehlung/Ausblick

Für die sachgerechte Konditionierung von leistungsfähigen WT-Platten empfiehlt sich insohin die fertigungstechnische Maßnahme der gezielten elektrochemischen Flächenkonditionierung der WT-Platten vor Inbetriebnahme der Anlage ebenso, wie die kontrollierte Sanierung von gebrauchten WT-Platten durch kontrolliertes elektrochemisches Polieren.

Bild 6: Gegenüberstellung von Edelstahlwärmetauscherplatten

Bild 6.1: elektrochemisch polierte WT-Platte (jeweils Bildausschnitt links) und WT-Platte aus kaltgewalztem Blech Qual. IIIc oder III d (unbearbeitet bzw. metallblank; jeweils Bildausschnitt rechts)

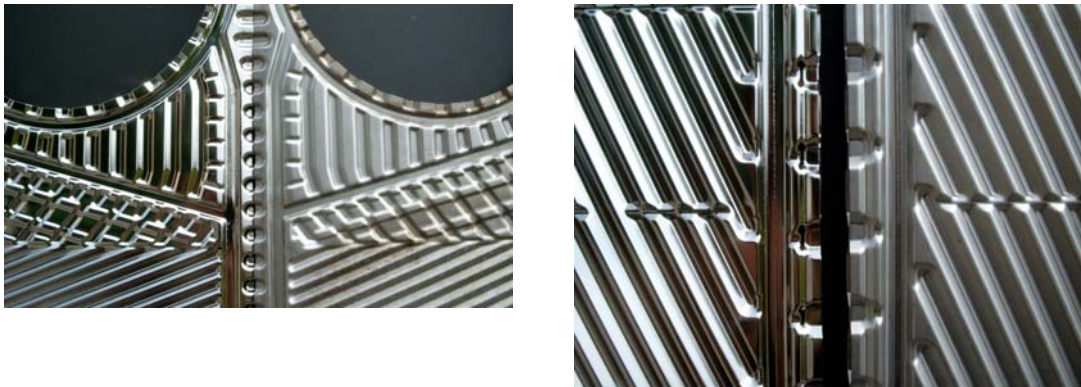
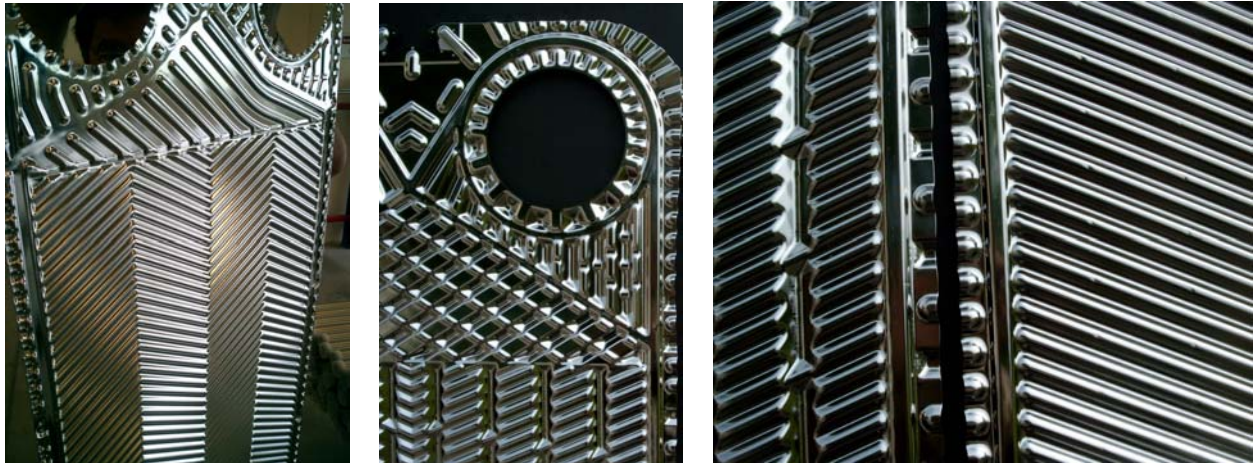


Bild 6.2: gebrauchte, verunreinigte WT-Plate



Bild 6.3: durch kontrolliertes, fachgerechtes elektrochemisches Polieren nach HENKEL-Verfahren®HE155 sanierte WT-Platte



Langjährige Erfahrungen in diesem Bereich lassen die Prognose zu, dass sachgerecht elektrochemisch polierte Wärmetauscher die störungsfreien Betriebszeiten von Wärmetauschern um den Zeitfaktor 20 ... 100 erhöhen lassen. Die Sanierung kontaminierter Platten erlaubt die erfolgreiche Neunutzung der Platten unter analog günstigen Bedingungen.

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*

