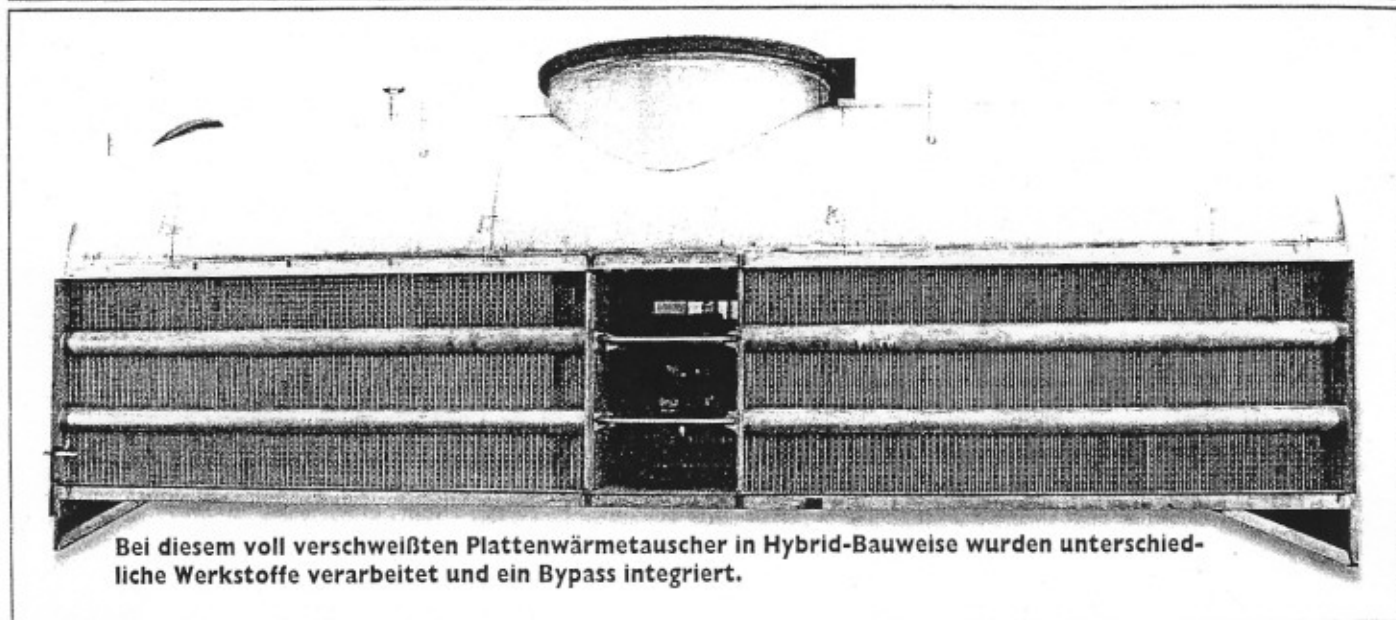


# Das Material ist entscheidend

Wärmetauscher: Anspruchsvolle Werkstoffe für schwierige Prozesse



Bei diesem voll verschweißten Plattenwärmetauscher in Hybrid-Bauweise wurden unterschiedliche Werkstoffe verarbeitet und ein Bypass integriert.

Bild: Otto Heat GmbH, Kreuztal

*In der Chemie- und Verfahrenstechnik beruhen viele Vorgänge auf der Übertragung von Wärme. Gibt es schon sehr viele Formen von Wärmetauschern, so ist die Anzahl der Werkstoffe und deren Legierungen kaum zu überschauen. Denn hier gilt: Erst die richtige Mischung führt neben der optimalen Wärmeübertragung auch zu Werkstoffen, die gegenüber aggressiven Medien resistent sind.*

OSAMA NASSER

Hauptsächlich werden Wärmetauscher nach drei Verfahren betrieben, im Gegenstromverfahren, im Gleichstromverfahren oder im Kreuzstromverfahren. Abhängig vom jeweiligen Prozeß gibt es spezifische Varianten, wobei der Rohrbündelwärmetauscher in den verschiedensten Bauformen den Hauptanteil einnimmt. An zweiter Stelle liegt, mit steigender Tendenz, der Plattenwärmetauscher. Auch hier gibt es inzwischen eine große An-

Der Autor ist Mitarbeiter der Otto Heat GmbH, Kreuztal.

zahl von verschiedenen Bautypen. Besonders durch die kompakte und platzsparende Bauweise eroberte sich der Plattenwärmetauscher in zunehmendem Maße neue Einsatzgebiete. Durch den höheren k-Wert ist der Materialanteil eines Plattenwärmetauschers, bei gleichen verfahrenstechnischen Vorgaben, gegenüber dem Rohrbündelwärmetauscher wesentlich geringer.

Die erwarteten Beanspruchungen für die Plattenwärmetauscher resultieren aus den Gegebenheiten der Prozessabläufe. Zu den wichtigsten Parametern, die im Vorfeld zu klären sind, gehört die Frage der Werkstoffwahl. Um die richtige Auswahl zu treffen, sind folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Temperatur
- Druck
- Konstruktion
- Medium

In erster Linie ist nun entscheidend, wie die zur Verfügung stehenden Werkstoffe mit den zu erwartenden Medien harmonisieren. Die Konstruktion des Apparates ist in die Konzeption einzubeziehen. Beispielsweise ist die Intensität des Korrosionsangriffes auf der Anströmseite des Apparates am stärksten und nimmt in Strömungsrichtung deut-

lich ab. Für beanspruchte Plattenwärmetauscher ist die Basis ein rostfreier Edelstahl, Nickellegierungen, Titan und untergeordnet Aluminium. Neben den mechanisch-technologischen und physikalischen Eigenschaften der nichtrostenden Stähle und Nickellegierungen ist die chemische Zusammensetzung von besonderer Bedeutung. Denn durch sie wird die Korrosionsbeständigkeit in den unterschiedlichen Wärmetauschermedien im wesentlichen bestimmt.

Die geforderten Eigenschaften werden, je nach Mediumszusammensetzung und Arbeitstemperatur, weitgehend durch nichtrostende Stähle nach DIN 17441 oder höherlegierte, ferritische, austenitische, austenitisch-ferritische Stähle, Nickellegierungen und Titan abgedeckt.

## Die Macht der Korrosion

Die Korrosion der Metalle wird bei nicht zu hohen Temperaturen fast immer durch ein wäßriges Medium verursacht, wobei reines Wasser nicht gefährlich ist. Schon geringe Anteile an Chloridionen verursachen bereits Korrosionsschäden. Dies um so mehr, wenn es bei höheren Temperaturen

## Anhaltsangaben bezüglich der Beständigkeit der Werkstoffe in Wasser mit steigendem Cl-Anteil bei Raumtemperatur.

Wasser mit Cl in mg/l	Beständige Werkstoffe bei Raumtemperatur (Anhaltsangaben)				
max. 200	1.4301	1.4541	1.4306		Edelstahl
max. 800	1.4401	1.4571	1.4404	1.4521	Edelstahl
max. 1200	1.4435	1.4435			Edelstahl
max. 10 000	1.4439	1.4575	1.4462		Edelstahl
max. 20 000	1.4539				Edelstahl
max. 25 000	SMD 254	1.4529	AL6X		Edelstahl
> 25 000	Alloy C4, Alloy 625, Alloy C 276, Alloy C22, Alloy 622, Alloy 59, Alloy 686, Titan				Nickellegierungen und Titan

Alle Angaben mit zunehmender theoretischer Beständigkeit. Die oberen Grenzwert sollten beim Lieferanten erfragt werden.

## Chemische Zusammensetzung der Nickellegierungen für den Hochtemperaturbereich in % (Mittelwerte).

Werkstoff	Cr	Ni	Mo	Fe	Sonstige
ALLOY 800	21	32,5		46	C = 0,05
ALLOY 800 H	21	32,5		46	Al + Ti = 0,3 - 1,2 C = 0,08
ALLOY 800 HT	21	32,5		46	Al + Ti = 0,85 - 1,2 C = 0,08
ALLOY 825	21,5	42	3,0	28	Cu = 2,0 Ti = 1,0

oder Taupunktunterschreitungen in Tauschersystemen zu Aufkonzentrationen von Chloridionen kommen kann. Es ist also wichtig, bei der Werkstoffauswahl alle wesentlichen Aspekte des Systems zu berücksichtigen.

Da Chloridionen in Wärmetauschermedien sehr häufig vorkommen, sollen sie hier als allgemeiner Maßstab der Korrosionsbeständigkeit zu Grunde gelegt werden. Liegen andere Medien vor, sollte man den Werkstoff nach Beständigkeitstabellen der DECHEMA oder von Werkstoffherstellern bestimmen.

Hierbei muß man jedoch darauf hinweisen, daß in den seltensten Fällen reine Agenzien vorliegen. In der Praxis bedeutet dies, daß oft geringe Beimengungen an oxidierenden und reduzierenden Stoffen die Korrosionsgefahr verstärken oder aber auch abschwächen können. Wie bereits vermerkt, können Taupunktunterschreitungen und Kondensatbildung zu erheblichen Aufkonzentrationen des kritischen Mediums führen. Wichtig ist auch, daß jedes Kühlwasser so aufbereitet sein sollte, daß es im Tauschersystem nicht zu Ablagerungen wie Kalk kommen kann. Denn dadurch kann die Betriebstemperatur des Tauschers soweit erhöht werden, daß der eingesetzte Werkstoff Schaden nehmen kann. Ist eine Aufbereitung des Wassers nicht möglich, so müssen entsprechend höherlegierte Werkstoffe eingesetzt werden.

Zur richtigen Werkstoffauswahl muß man deshalb die genauen Betriebsbedingungen kennen. Können keine exak-

ten Angaben seitens des Anlagenbetreibers gemacht werden, empfiehlt sich ein Korrosionsversuch im Praxis-Medium. Für solche Fälle stehen Werkstoffhersteller in der Regel gerne zur Verfügung.

### Legierungen gegen Lochfraß

In der Gruppe der Edelstahlwerkstoffe weiß man, daß Molybdän die Beständigkeit gegen flächig abtragenden Korrosionsangriff erhöht und damit für die allgemeine Korrosionsbeständigkeit der Werkstoffe von wesentlicher Bedeutung ist. Zusammen mit Chrom ist Molybdän zudem von überragendem Einfluß auf die Lochfraß- und Spaltkorrosionsbeständigkeit. Ausnahmen der besseren Beständigkeit in Bezug auf steigenden Molybdängehalt stellen in der Edelstahlgruppe die Werkstoffe 1.4462 und 1.4575 dar. Bei Werkstoff 1.4462 dürfte dies auf die günstige Wirkung von Stickstoff auf die Lochkorrosionsbeständigkeit zurückzuführen sein und bei 1.4575 auf den relativ hohen Cr-Gehalt. In der Gruppe der Nickellegierungen ist eine ähnliche Linearität in der Wirkung des Molybdäns und des Chromgehaltes zu erkennen. Zusätzlich wirkt sich das Zulegieren von Wolfram und auch Niob aus. Hervorzuheben sind die hervorragenden Beständigkeiten von ALLOY 59 und ALLOY 686 in relativ hohen Salz- und Schwefelsäurekonzentrationen.

Es sei nochmals vermerkt, daß sich die Angaben auf die Beständigkeit bei Raumtemperaturen beziehen. Bei höheren Temperaturen und kritischen

Konstruktionen, z.B. mit vielen Spalten, müssen stets Abstriche in der Beständigkeit gemacht werden. Diesbezüglich empfiehlt es sich, die genauen Beaufschlagungskriterien an den Werkstofflieferanten zu geben und sich von ihm eine Empfehlung aussprechen zu lassen. Dies gilt insbesondere auch für Tauscher, die im Hitzebeständigen- und Hochtemperaturbereich eingesetzt werden. Hier muß neben Korrosionsbeständigkeit auf die Oxydations- und Aufkohlungsbeständigkeit sowie die Warmzeitstandfestigkeit geachtet werden. Ebenfalls sind die Praxis-Temperaturintervalle von höchster Bedeutung, da materialspezifisch intermetallische Phasen ausscheiden können, welche die Eigenschaften beeinträchtigen können.

Im Temperaturbereich größer als 540°C haben sich spezielle Nickellegierungen wie z.B. ALLOY 800, 800 H und HT sowie ALLOY 825 bestens bewährt, wobei ALLOY 825 z.B. bei Medien mit Schwefelsäure, Flußsäure, Laugen sowie Salzlösungen und Meerwasser gegenüber den ALLOY 800-Legierungen allgemeine Vorteile bietet.

### **Guter Verschleißwert**

Jede Oberfläche kann verschleifen, wenn feste Teilchen mit ihr in Kontakt kommen. Erosion wird gewöhnlich durch eine hohe Teilchengeschwindigkeit begünstigt. Erosion durch „verflüssigte Teilchen“ wirft im Wärmetauscher nur dort ernsthafte Probleme auf, wo hohe Strömungsgeschwindigkeiten anzutreffen sind oder wo Richtungsänderungen oder andere Faktoren Turbulenzstörungen verursachen. Entsprechend muß bei der Konstruktion auf ein System mit möglichst wenig Schikanen geachtet werden.

Grundsätzlich ist jedoch zu sagen, daß die erwähnten Werkstoffe einen relativ guten Verschleißwert haben und zwar auch bei höheren Temperaturen. Dies schließt nicht aus, daß hinsichtlich Werkstoffauswahl auf ausreichende Festigkeits- und Härtewerte im entsprechenden Temperaturbereich geachtet werden muß.

Die Vielzahl heutiger Werkstoffe macht deutlich, daß die Auswahl eine sehr diffizile Angelegenheit ist. Daher sollten solche Aufgaben von entsprechenden Werkstoffspezialisten bearbeitet werden. Es empfiehlt sich also immer mit dem Werkstoffhersteller zusammenzuarbeiten, da dieser über in der Praxis und im Labor gesammelte Erfahrungen verfügt.