

Verschmelzung zweier Welten

KOMPAKTE UND EFFIZIENTE PLATTENWÄRMETAUSCHER FUSIONIEREN MIT DER VERTRAUTEN, ERPROBTEN UND IM BEZUG AUF DRUCK UND TEMPERATURBESTÄNDIGKEIT UNÜBERTROFFENEN MANTELBAUWEISE.

Plattenwärmeübertrager haben mittlerweile ihren festen Platz in der Prozessindustrie und sind dort in einem gewissen Anwendungsspektrum nicht mehr wegzudenken. Rohrbündelwärmeübertrager sind das Mittel der Wahl bei starken Druck und Temperaturbeanspruchungen sowie bei vielen zweiphasigen Anwendungen. Die Verschmelzung dieser Welten im Plate & Shell Wärmeübertrager der GESMEX GmbH, bestehend aus Mantelrohr und runden Platten, bietet neue Einsatzmöglichkeiten der Plattenwärmeübertrager-Technik. Der Beitrag gibt einen Überblick über die Plate & Shell Technologie, zeigt wie eine kostengünstige Sanierung und Effizienzsteigerung von alten Rohrbündelwärmetauschern möglich ist und verdeutlicht wie Kettle Type Verdampfern neues Leben eingehaucht werden kann.

Plattenwärmeübertrager in runder Bauform werden etwa seit 1988 hergestellt. Sie bestehen ähnlich wie ihre rechteckigen Verwandten aus einem Paket aneinandergereihter Edelstahlplatten, die zwei Strömungskanäle voneinander trennen und die Wärmeübertragung von einem Fluid zum anderen ermöglichen. Runde Plattenwärmeübertrager der GESMEX GmbH werden generell lasergeschweißt ausgeführt. Durch das Laserschweißverfahren wird eine sehr hohe Schweißnahtgüte erreicht. Der Anbindequerschnitt beträgt bis zum 3,5-fachen der Plattenstärke. Dies führt zu größerer Druckstabilität und einer Verringerung der Empfindlichkeit gegenüber Temperatur- und Druckwechselbeanspruchungen. Die runde Form der Platte trägt durch die geometrisch homogene Verteilung der Spannungen im Material ebenfalls zu dieser Unempfindlichkeit bei. Hier zeigen sich Vorteile gegenüber rechteckigen, geschweißten Bauformen. Plate & Shell Apparate ermöglichen Anwendungen bei bis zu 550°C und 150 bar (siehe Abbildung 1).

Die Platten des Pakets besitzen nun nicht mehr vier Öffnungen wie bei rechteckigen Bautypen, sondern nur noch zwei, da ein Fluid über die Mantelöffnungen ein- und austritt. Eine einfache Parallel-

strömung ist in Abbildung 2 dargestellt. Zur gegenseitigen Abdichtung der Strömungskanäle werden die Platten am äußeren Umfang und an den Rändern der Plattenöffnungen wechselseitig verschweißt.

Die Möglichkeiten der Strömungsführung im Plate & Shell Wärmeübertrager sind genauso vielfältig, wie die in rechteckigen Plattenwärmeübertragern. Mehrere Durchgänge (Pässe) sowohl auf der Mantel- als auch auf der Plattenseite können durch entsprechende Vorrichtungen realisiert werden. Sowohl Gegenstrom- und Gleichstromführung als auch Kreuzstrom sind möglich. Für die Kreuzstromführung werden die Platten gegenüber der Strömungsrichtung im Mantelkanal um 90° gedreht. Die Platten sind wie bei Plattenwärmeübertragern üblich mit einem Winkel-Wellen Profil ausgestattet, das in verschiedenen Konfigurationen für den jeweiligen Anwendungsfall angepasst werden kann.

Effizienzsteigerung und Modernisierung von Anlagen leicht gemacht

In vielen Anlagen, die mit Rohrbündelwärmeübertragern ausgestattet sind, gestaltet sich die Umstellung auf rechteckige Plattenwärmeübertrager trotz der offensichtlichen Vorteile dieser Apparate wie verbesserter Wärmeübergang, verminderte Verschmutzungsneigung (Fouling) schwierig. Beim Austausch von Apparaten muss die Verrohrung geändert werden und das dynamische Verhalten der Anlage verändert sich auf Grund der verringerten Apparatvolumina. Runde Platten können oftmals direkt in vorhandene Mäntel eingebaut werden (Abbildung 3). Die oben genannten Vorteile sind dann immer noch vorhanden. Die Ausfallzeiten während der Umrüstung sind kurz und die Änderungen bezüglich der Verrohrung gering. In den Mantel wird durch die Umrüstung eine größere Wärmeübertragungsfläche installiert. Es erhöht sich die Effizienz der Wärmübertragung, wodurch z.B. höhere Wärmerückgewinnungsraten erzielt werden können. Die Energiekosten der Gesamtanlage verringern sich. Je nach

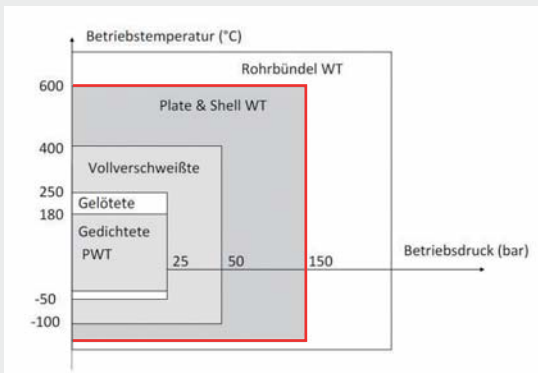


Bild 1: Druck und Temperaturstabilität der Plate & Shell Bauform

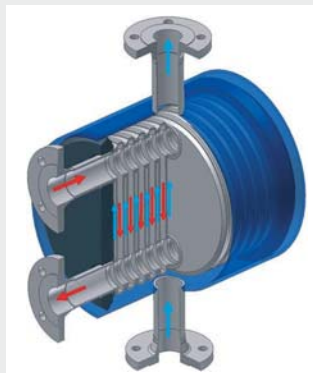


Bild 2: Aufbau des Plate & Shell Wärmeübertragers (Winkel-Wellen Profil nicht dargestellt)



Bild 3: Schematische Darstellung des Ersetzens eines Rohrbündels durch Plattenpakete.

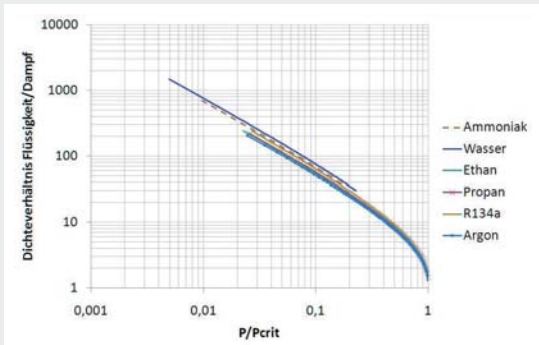


Bild 4: Verhältnis der Dichte der Flüssigkeit zur Dampfdichte einiger ausgewählter Fluide in Abhängigkeit vom Anteil des Betriebsdrucks am kritischen Druck des Fluids.



Bild 5: 2,3 MW Kettle-Type Verdampfer als Plate & Shell Wärmeübertrager für Fa. Gestra AG, Bremen



Bild 6: Herzstück des Plate & Shell Wärmeübertragers: Wärmeübertragerplatten zu einem Paket verschweißt

Funktion des umgerüsteten Wärmeübertragers und Kostenstruktur der Anlage können mit geringem Aufwand 20% der Betriebskosten eingespart werden.

Sollen komplette Rohrbündelwärmeübertrager inklusive Mantel ersetzt werden, so bietet sich die Möglichkeit beim Einsatz von Plate & Shell Wärmeübertragern das Bauvolumen zu verkleinern, ohne auf die gewohnte Anbindung der Apparate zu verzichten. Der kürzere Mantel kann meist mit den gleichen Anschlüssen versehen werden wie der alte Mantel. Das kleinere Bauvolumen bei gleicher installierter Wärmeübertragungsfläche bietet dynamische Vorteile beim Anlagenbetrieb und reduziert das Füllvolumen auf der Produktseite signifikant. Dies gilt sinngemäß nicht nur für einphasige Anwendungen sondern auch für Anwendungen mit Phasenwechsel.

Anwendungen mit Phasenwechsel

Ein dominierender Effekt ist die Veränderung des Volumenstroms bei Phasenwechselvorgängen im Apparat. Bei vollständiger Verdampfung besitzt der Dampf eine um ein Vielfaches höhere Geschwindigkeit als die Flüssigkeit. Bei gleichem Strömungsquerschnitt entspricht der Faktor der Geschwindigkeitsvergrößerung dem Dichteverhältnis von Flüssigkeit und Dampf. Wie in Abbildung 4 erkennbar, kann dieses Verhältnis je nach Fluid und Betriebsdruck das 10- oder gar 1000-fache betragen. Abgebildet sind Daten im Bereich zwischen Umgebungsdruck und 50 bar. Entscheidend für das Dichteverhältnis ist der Abstand des Betriebsdrucks vom jeweiligen kritischen Druck des Fluids.

Durch die hohe Geschwindigkeit entstehen im Wärmeübertrager auch große Druckverluste. Der Druckverlustanstieg ist stärker ausgeprägt als der ebenfalls ansteigende Wärmeübergangskoeffizient, so dass Gegenmaßnahmen vorgenommen werden müssen. Bei konventionellen rechteckigen Plattenwärmeübertragern geht der Trend in Richtung großer Dampf-Austrittsöffnungen. Hierdurch wird der Druckverlust direkt am Umlenkpunkt der Strömung verringert. Durch die Dominanz des Druckverlustes muss der Apparat wärmetechnisch überdimensioniert werden, damit die Druckverlustanforderungen erfüllt werden können.

Bei Plate & Shell Apparaten findet die Verdampfung vorzugsweise im Mantelraum statt, da dort der Austrittsstutzen nahezu unabhängig von der Plattengröße gewählt werden kann. Außerdem entfallen

starke Strömungsumlenkungen, da der Dampf niemals längere Strecken entlang des Pakets geführt werden muss. Der Druckverlust kann zusätzlich bereits im Spalt zwischen den Platten verringert werden, indem ein größerer Strömungsquerschnitt zur Verfügung gestellt wird. Damit kann die notwendige wärmetechnische Überdimensionierung minimiert werden.

Kettle-Type Verdampfer neu erfunden

Viele Anlagenbetreiber verlassen sich lieber auf herkömmliche Technik, die schon lange Jahre erprobt wurde. Mit dem Plate & Shell Konzept kann diesen alt-ehrwürdigen Apparaten neues Leben eingehaucht werden. Kettle-Type Verdampfer z.B. bestehen aus liegenden, überfluteten Rohrbündeln. Meist wird Dampf zum Beheizen eingesetzt. Im Mantelraum findet die Verdampfung des Prozessfluids statt. Ausgeführt als Plate & Shell Wärmeübertrager bleibt der Mantel nahezu unverändert. Es sind diesmal nicht Rohre sondern vollverschweißte Plattenpakete, die überflutet werden. Der Mantelkanal im Plattenpaket wird so dimensioniert, dass freie Strömung und Blasensieden entstehen können. Abbildung 5 zeigt solch einen Verdampfer, der für die Gestra AG Bremen, dem international führenden Hersteller von Armaturen und Regelungstechnik für die Dampf- und Energiewirtschaft, als Sekundär-Dampferzeuger gebaut wurde. Die Leistung beträgt 2,3 MW. Es werden 3,5 t/h Dampf bei 12 bar Druck erzeugt. Hinter dem Flansch-Deckel ist ein halsförmiger Abschnitt erkennbar, dessen Durchmesser in der Größenordnung des Durchmessers des Plattenpakets liegt. Der größte Teil des Mantels hat einem größeren Durchmesser. Das größere Volumen ist, wie in Kettle-Type Verdampfern üblich, als Tropfenabscheider wirksam. Weiterhin können Stutzen zum Abziehen von Inertgas in konventioneller Bauweise vorgesehen werden.

Rohrbündel-Verdampfer bei denen die Verdampfung in den Rohren stattfindet, werden häufig als Naturumlauf- oder Zwangsumlaufverdampfer betrieben. Plate & Shell Verdampfer bei Naturumlauf oder Zwangsumlauf können je nach Heizmedium mit Verdampfung auf der Platten- oder auf der Mantelseite betrieben werden. Die Mantelseite bietet hier Vorteile bezüglich der oben erläuterten Druckverlust Optimierung.

Dipl. Ing. Thorsten Klahm

DIESER ARTIKEL ERSCHIEN IN LEICHT GEÄNDERTER FORM
IN DER FACHZEITSCHRIFT CITplus 5/09.