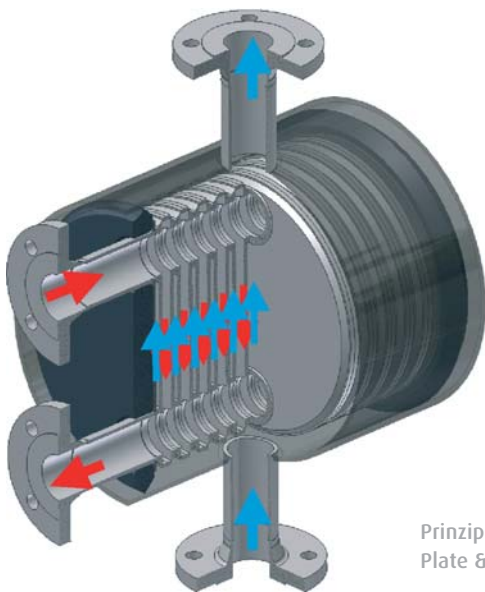


Den Platten-Rohrbündel-Wärmetauscher wörtlich genommen ENERGIEEINSPARUNG IN 300 BAR HYDRIERUNGSPROZESSEN

Vollverschweißte Plattenwärmeübertrager im Plate & Shell Design verbinden Produktvorteile von Rohrbündelwärmetauschern mit denen gedichteter Plattenwärmeübertrager. Die Cognis GmbH und GESMEX GmbH haben das wörtlich genommen und in Kooperation die Energieeinsparung für Hydrierungsprozesse maßgeschneidert.



Prinzipdarstellung
Plate & Shell Design

Katalytisch initiierte Prozesse sind zumeist sehr energieintensiv. In Zeiten steigender Energiekosten wird auch in der chemischen Industrie ständig nach Möglichkeiten der Energieeinsparung gesucht. Eine derzeit noch vergleichsweise selten genutzte Möglichkeit ist der möglichst vollständige Transfer des Energieüberschusses eines Mediums nach exothermer Reaktion auf das gleiche Medium vor der Reaktion. Vollverschweißte Plattenwärmetauscher im Plate & Shell Design sind aufgrund ihrer kompakten Bauform und enormen Anwendungsbandbreite gerade hierfür sehr gut geeignet. Ab einem Betriebsdruck > 100 bar gab es aber in der Vergangenheit kaum Alternativen zu den bestehenden Rohrbündelwärmetauschern. Dieser Mangel wurde mit einer Gemeinschaftsentwicklung zwischen der Cognis GmbH, Düsseldorf, und der GESMEX GmbH, Schwerin, behoben.

Die Cognis GmbH, ein führendes und weltweit agierendes Spezialchemie-Unternehmen, produziert am Standort Düsseldorf – Holt hausen zahlreiche Produkte auf Basis nachwachsender Rohstoffe wie z.B. Palmkernöl und Kokosöl. Im Geschäftsbereich Derivate Betriebe wird Methylester mit Hilfe eines Katalysators (Nickel, Palladium, Platin) und Wasserstoff in einen gesättigten Fettalkohol überführt.

Die thermodynamische Aufgabenstellung an die GESMEX GmbH als innovativem Hersteller von Wärmetauschern im Plate & Shell Design, bestand dabei in der Konzeption eines Wärmeübertragers für die

Rückgewinnung der Energie aus einem exothermen Reaktionsprozess zur Vorheizung des der Reaktion zuzuführenden Stoffgemisches auf ein höchstmögliches Temperaturniveau.

Aufgabenstellung

Medium primär: Wasserstoff/Methylester-Gemisch
 Medium sekundär: Wasserstoff/Fettalkohol-Gemisch
 Prozessdruck: 200 – 300 bar
 Prozesstemperatur: 50 – 300°C
 Volumenstrom: 50 – 640 Dm³/h

In einem Prozess zur Herstellung von Fettalkoholen wird Wasserstoff als Kreisgas verwendet. Der Wasserstoff erfüllt dabei eine doppelte Funktion, nämlich die des Reaktionspartners und die eines Transportmittels. Er transportiert den eingesetzten Methylester, mit dem er über Festbettkatalysatoren im Schachtreaktor reagiert, und er fördert die gewonnenen Fettalkohole aus dem Reaktor. Daher wird der Wasserstoff im stöchiometrischen Überschuss eingesetzt. Darüber hinaus führt er die Energie des exothermen Verfahrens ab.

Um das vor der Reaktion mit ca. 50°C bereitgestellte Wasserstoff/Methylester-Gemisch auf eine Reaktionstemperatur von bis zu 300°C aufzuheizen, werden zwei Heizstufen verwendet. In der ersten Stufe wird das Wasserstoff/Methylester-Gemisch gegen das durch die exotherme Reaktion dann heiße Wasserstoff/Fettalkohol-Gemisch vorgewärmt. In einer zweiten Stufe wird die Temperatur dieses vorgewärmten Kreisgas-Gemisches dann mittels Hochdruckdampf auf die letztendliche Reaktionstemperatur angehoben. Je mehr Wärmeenergie also in dem so genannten Vorwärmer in das Wasserstoff/Methylester-Gemisches übertragen werden kann, desto geringer ist anschließend der Bedarf an kostenintensivem Hochdruckdampf. Bei der Planung von Neuanlagen können daher die erforderlichen Wärmeübertragungsflächen des Vorwärmers sowie die des nachfolgenden Spitzenerhitzers entsprechend kleiner und damit kostengünstiger ausgeführt werden.

Die konstruktive Aufgabenstellung bestand also im Ersatz des Glattrohrbündels eines bestehenden Hochdruck Rohrbündelwärmetauschers unter Weiterverwendung des bestehenden Wärmetauschermantels (Ø 615 mm, Länge 15.700 mm).

Entwickelter Wärmetauscher

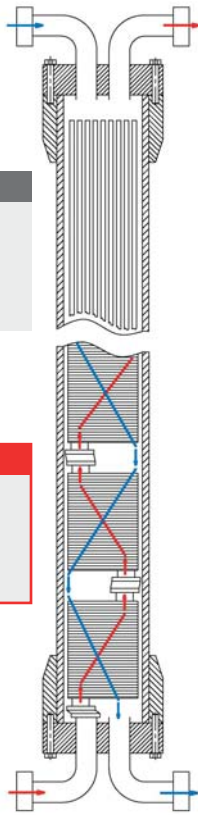
GESMEX XPS 100 – 172 G11

Vollverschweißtes Plattenpaket im Plate & Shell Design
 Wärmeübertragungsfläche: ca. 300 m²
 Plattenmaterial: 1.4404 / AISI 316L
 Plattenstärke: 0,8 mm

Gemeinsam mit den Cognis Betriebsingenieuren hat GESMEX speziell für derartige Anwendungen ein komplett neues Plattendesign entwickelt und so die Konstruktion ihrer zuverlässigen vollverschweißten Plattenwärmetauscher Typ XPS an die Erfordernisse der bestehenden Hochdruck Wärmetauschermäntel angepasst.

Neben der weiterhin gewünschten hohen Wärmeübertragungsleistung des Plattendesigns, mussten zusätzlich die Forderungen hinsichtlich eines nicht zu hohen Druckverlusts sowie der Gewährleistung einer Durchleitung von Feststoffanteilen (Abnutzungspartikel des

Katalysators) in die Neuentwicklung einfließen. Plattenmuster wurden erstellt, Simulationen unterschiedlicher Strömungszustände verglichen, Konzepte optimiert und Fertigungsverfahren für das Prägen und Verschweißen der Plattenpakete sowie deren Verbindungselemente entwickelt. Die gesamte Entwicklungsarbeit erfolgte dabei in enger Zusammenarbeit zwischen dem im Einsatz von Plate & Shell Wärmetauschern sehr erfahrenen Betriebspersonal der Cognis Derivate Betriebe und den Entwicklungsingenieuren der GESMEX GmbH. Die material- und schweißtechnische Beratung lag zu großen Teilen bei der Cognis Schweiß- und Werkstofftechnik. Am Ende dieser Produktentwicklung stand die XPS-Gasplatte welche sich infolge ihrer 45% tieferen sowie 100% breiteren Medienkanäle hervorragend für den Wärmeaustausch zwischen zwei gasförmigen Medien eignet. Auch für die ablagerungsarme Durchleitung von Feststoffpartikeln ist sie durch den großen Kanalquerschnitt wesentlich besser geeignet als die bisher verfügbaren Standardplatten des Plate & Shell Designs.



ALT

Shell & Tube

100 % Fläche
100 % Leistung

NEU

Plate & Shell

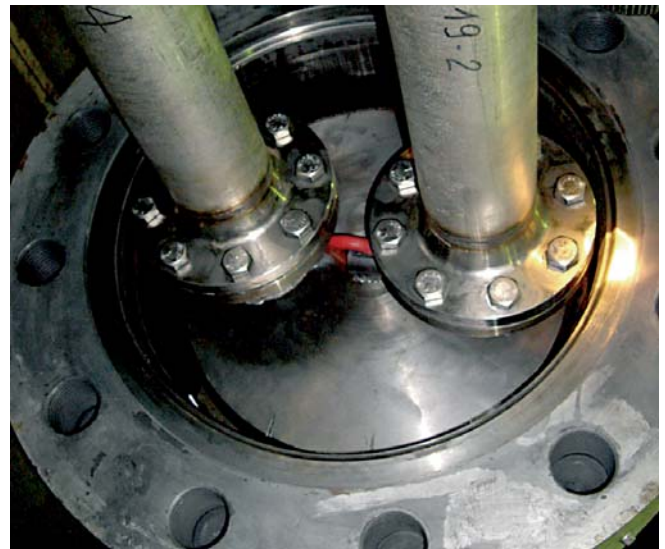
250 % Fläche
400 % Leistung

Prinzipische Skizze vor Umbau vs. nach Umbau

Vorteile

- + Mögliche Erhöhung der Wärmeübertragungsfläche verglichen mit den zuvor genutzten Rohrbündeln um das 2,5-fache
- + Mögliche Erhöhung der übertragenen Wärmeleistung verglichen mit den zuvor genutzten Rohrbündeln um das 4-fache
- + Bei Neubeschaffungen kann der kostenintensive Hochdruckmantel kleiner ausgeführt werden
- + Signifikante Erhöhung der Energieeffizienz und damit Einsparungen an Energiekosten in nachgeschalteten Heizprozessen
- + Thermodynamisch sichere Auslegung von Übertragungsleistung und Druckverlust

Wesentlichen Anteil an der nachgewiesenen Druck- und Temperaturfestigkeit der Plattenpakete unter den aktuellen Betriebsbedingungen von 273 bar und 226°C haben ohne Zweifel die einzigartigen Laserschweißnähte. Sie sorgen für die extrem verlässlichen Anbindequer-schnitte von bis zum 3,5-fachen der Plattenstärke ohne Einschränkungen in der Elastizität der Schweißverbindung hinnehmen zu müssen.



Einbau der miteinander in Reihe verbundenen Plattenpakete in den S&T-Mantel

Im Ergebnis können die alten Glattrohrbündel nun gegen mehrere in Reihe geschaltete vollverschweißte Plattenpakete ausgetauscht werden ohne negative Auswirkungen hinsichtlich unverhältnismäßiger Druckverlustserhöhung oder größerer Ablagerungsneigung befürchten zu müssen.

Durch den Einsatz dieser mittlerweile patentierten Neuentwicklung konnte der Verbrauch an zusätzlichem Hochdruckdampf im nachfolgenden Spitzenerhitzer im Betriebsvergleich bereits um ca. 50-80% reduziert werden. Bei höheren Exothermien sind Einsparungen bis zu 100% realisierbar. Die Regelwerk konforme Auslegung der vollverschweißten Plattenpakete erfolgt nach dem aktuellen Stand der Technik (DGRL 97/23/EG - AD2000) und kann auf Anfrage auch nach anderen Standards wie z.B. ASME XIII Div.1 erfolgen. Für besondere Anwendungen (z.B. bei korrosiven Medien) kann als Plattenmaterial eine höhere Werkstoffgüte gewählt und verarbeitet werden.

Der Umbau des Rohrbündel Wärmetauschers auf die vollverschweißten Plattenpakete wurde von einem versierten Hochdruckapparatbauer im Rahmen eines geplanten Anlagenstillstandes durchgeführt. Für baugleiche, artverwandte Wärmetauscher innerhalb der Hydrierbetriebe wurden die benötigte Anzahl und Größe der erforderlichen Plattenpakete bereits ermittelt. Seit der Inbetriebnahme der vollverschweißten Plattenpakete innerhalb des alten Wärmetauscher-mantels im Januar 2009 arbeitet die Anlage zuverlässig und störungsfrei.

Fazit

Durch den mit kalkulierbarem Aufwand durchzuführenden Austausch des Rohrbündels eines bestehenden Hochdruck Rohrbündel-Wärmeübertragers gegen ein vollverschweißtes Plattenpaket im Plate & Shell Design konnte die Wirtschaftlichkeit von Hydrierungsprozessen wesentlich verbessert werden. Das Einsparungspotential einer derartigen Maßnahme ist umso größer einzuschätzen, da das Ergebnis direkt auch auf artgleiche Prozesse übertragbar ist.

Dipl. Ing. Mike Hallmann

DIESER ARTIKEL ERSCHEINTE IN LEICHT GEÄNDERTER FORM
IN DER FACHZEITSCHRIFT PROCESS 5/09.