

In allen Dimensionen variabel

Hochtemperatur-Plattenwärmetauscher in Hybrid-Bauweise

Osama Nasser

Durch die prozeßbedingte Notwendigkeit, Fluide zu erhitzen, zu kühlen, zu verdampfen oder zu kondensieren, ist der Einsatz von Wärmetauschern in verfahrenstechnischen Prozessen unumgänglich. Mit der Entwicklung des Hybrid-Wärmetauschers ist es gelungen, die Temperatur- und Druckfestigkeit des Rohrbündelwärmetauschers mit der kompakten und materialsparenden Bauweise des Plattenwärmetauschers zu kombinieren.

Die Temperaturgrenzen des Hybrid-Plattenwärmetauschers liegen in der Regel bei -200 °C bis +900 °C. Der Druckbereich hat seinen momentanen oberen Grenzwert mit 60 bar Absolutdruck. Er wird in allen Gebieten der Verfahrenstechnik als Kreuzströmer oder Kreuzgegenströmer in geschlossenen Systemen bei Übertragungen von Wärmeenergie zwischen den verschiedensten Medien eingesetzt. Heizflächen-

dichten bis zu 250 m² Austauschfläche pro m³ Bauvolumen sind realisierbar. Einzelapparate bis zu 7000 m² Heizfläche können gebaut werden.

Erweiterter Einsatz im Hochtemperaturbereich

Durch gezielte Weiterentwicklung der Konstruktion konnte der Hybrid-Wärmetauscher im Hochtemperaturbereich neue Anwen-

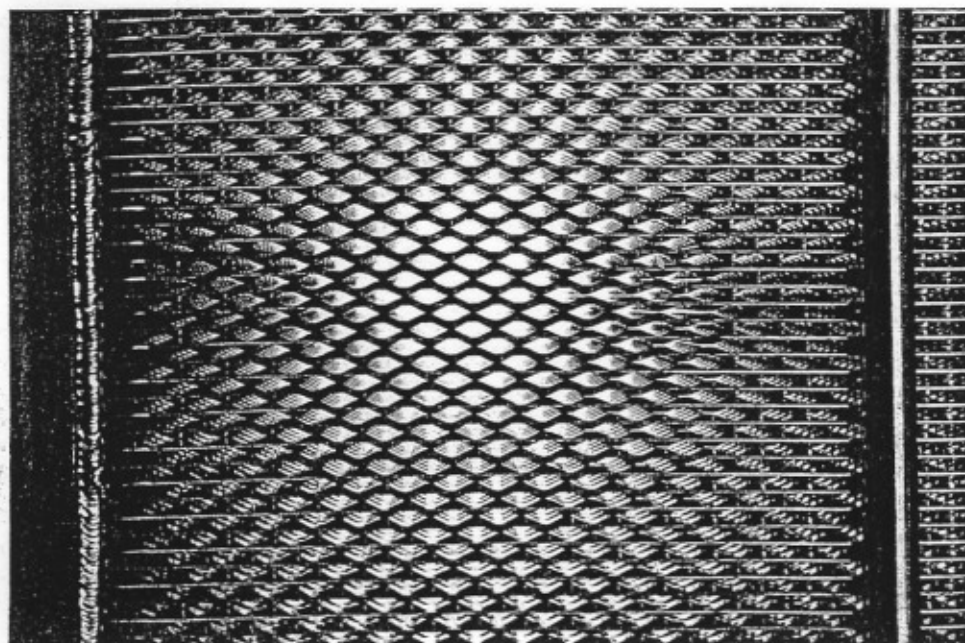
dung finden. In einem großen chemische Unternehmen in Deutschland wurde der Hybrid-Wärmetauscher in einer Dehydrationsanlage eingebaut. Mittels überhitzten Dampf von 750 °C wird ein Reaktionsgemisch von 580 °C auf über 600 °C erhitzt. Als Material dient der Werkstoff 1.4958, das auch unter der Bezeichnung Alloy 800 bekannt ist.

Aufbau des Hybrid-Wärmetauschers

Grundelement für alle Bauformen des Hybrid-Wärmetauschers ist ein geprägtes Formblech mit einer Breite von 320 mm und Blechdicken von 0,4 bis 0,8 mm. Zwei identische Formbleche seitenverkehrt übereinandergelegt und an den Seiten durch eine Rollnaht druckdicht verschweißt, ergeben ein Formblechelement. Es werden sechs rechteckige Strömungskanäle mit wellenförmigem Verlauf gebildet, die die plattenseitige Strömung ermöglichen. Die Abgrenzung der sechs separaten Strömungskanäle ist durch Querprägungen gegeben, auf denen die Formbleche aufeinanderliegen. Der wellenförmige Verlauf bewirkt große Turbulenzen und somit gute Wärmeübergangsverhältnisse. Das Hybrid-Paket entsteht, indem mehrere Formblechelemente gestapelt und an den Stirnseiten mit Quernähten verschweißt werden. Durch die spezielle Prägung werden elliptische Rohre senkrecht zu den plattenseitigen Strömungskanälen gebildet. Abbildung 1 zeigt, daß nahezu die gesamte Blechfläche für den Wärmeaustausch zur Verfügung steht. Das eingesetzte Material wird also optimal genutzt. Die Möglichkeit, sehr geringe Blechdicken zu verwenden, hat neben der Materialeinsparung den Vorteil, daß der Wärmedurchgang bei Werkstoffern mit geringer Wärmeleitfähigkeit weniger beeinflusst wird. Jede Querprägung unterbricht den Rohrquerschnitt und schafft eine neue Anströmkante.

Neben den großen Turbulenzen in der Grenzschicht durch die Querprägungen (Stolperstellen) und den damit verbundenen positiven Einflüssen auf den Wärmeübergang und die Verschmutzungsneigung wirkt sich der Rohrdurchmesser derart aus, daß für die gegebene Wärmeübertragungsaufgabe eine sehr kurze Rohrlänge ausreicht und damit der Druckverlust gering bleibt. Dieses kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn große Ströme gekühlt oder erwärmt werden sollen.

Abb. 1 Schnittdarstellung eines Hybrid-Wärmetauscher-Blocks



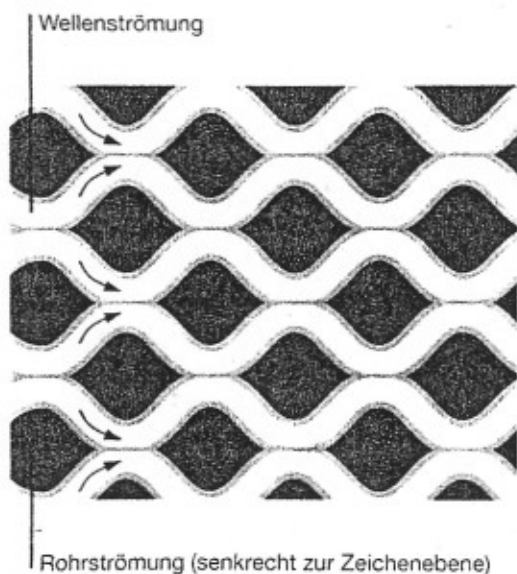


Abb. 2 Strömungsverlauf

Besonderheiten des wellenseitigen Strömungsquerschnittes

Die Strömungsgeometrie der Wellenseite ergibt einen wellenförmigen Spalt ohne tote Strömungsecken mit sehr guter Wärmeübertragung bei gleichzeitig niedrigen Druckverlusten. Der Druckbereich der Wellenseite liegt je nach Blechstärke und Prägeform bei 0 bis ca. 60 bar Absolutdruck. Mögliche Querprägungen zwischen den Wellen ergeben auch bei ungünstigen Anströmverhältnissen eine gleichmäßige Auslastung der Heizfläche. Durch die große spaltseitige Strömungsfläche ist die Einteilung in mehrere Strömungswege und damit eine gute Näherung an das Gegenstromprinzip möglich. Für Medien mit besonders ungünstigen Verschmutzungseigenschaften kann die Spaltgröße für eine mechanisch-physikalische Reinigung entsprechend erweitert werden.

Besonderheiten des rohrseitigen Strömungsquerschnittes

Die Strömungsgeometrie der Rohrseite wird durch rohrförmige Querschnitte von 320 mm langen Strömungskanälen gebildet (Abb. 2). Regelmäßige Querprägungen in einem Abstand von 50 mm erzeugen sogenannte Stolperstellen für die Strömung,

wobei jede Querprägung eine neue Anströmkante mit großen Turbulenzen in der Grenzschicht der Strömung bildet. Diese wesentliche Erniedrigung des Wärmeübergangswiderstandes wird im Gegensatz zu anderen Möglichkeiten (Umlenkung der Strömung) mit einem geringen Druckverlust erreicht.

Individuelle Problemlösungen

Das Wärmetauscherpaket ist in seinen Abmessungen durch die Länge der eingesetzten Formbleche (Plattenlänge) sowie die Anzahl der übereinandergestapelten Formblechelemente (Stapelhöhe) gekennzeichnet. Durch die Möglichkeit, mehrere Pakete hintereinander anzuordnen, ist der Wärmetauscher-

Block in allen Dimensionen variabel. Neben der Variation der äußeren Abmessungen kann die Geometrie der Strömungskanäle den jeweiligen Anforderungen anpaßt werden.

Der Wärmetauscher kann als reiner Kreuzströmer oder Kreuzgegenströmer eingesetzt werden. Mehrere Durchgänge sind sowohl auf der Rohr-, als auch auf der Plattenseite realisierbar. Die Rohrquerschnitte sind durch unterschiedliche Prägetiefen im Bereich von 6,0 mm bis 9,0 mm veränderbar. Die plattenseitigen Strömungskanäle können durch eine spezielle seitliche Prägung erweitert werden.

Auf der Plattenseite sind durch die Querprägungen sechs Strömungswege voneinander getrennt. Auf der Rohrseite wird bei Bedarf eine Trennung von Strömungswegen durch Flachprägungen erreicht. Die vielfache Umlenkung des Fluids führt zu einer Kreuz-gegenstrom-Konfiguration, die eine weitgehende Annäherung an das Gegenstromprinzip bedeutet. Zur Umlenkung der Stoffströme müssen lediglich Umlenkbleche in den Hauben und dem Paket installiert werden (Abb.3).

Somit können Wärmetauscher für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle angeboten werden, wobei das Ausgangsmaterial stets ein Blech mit identischen Abmessungen bleibt. Die sich daraus ergebenden Vorteile hinsichtlich der Fertigung ermöglichen maßgeschneiderte Problemlösungen.

Weitere Informationen cav-202

▼ Abb. 3 Hybrid-Wärmetauscher als Kreuzgegenströmer

