



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 055 973 A1** 2008.05.29

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 055 973.8**

(22) Anmeldetag: **24.11.2006**

(43) Offenlegungstag: **29.05.2008**

(51) Int Cl.⁸: **C07C 7/00 (2006.01)**

C07C 11/04 (2006.01)

F28D 7/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Borsig GmbH, 13507 Berlin, DE

(74) Vertreter:

Radünz, I., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 40237 Düsseldorf

(72) Erfinder:

Birk, Carsten, Dipl.-Ing., 13156 Berlin, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 34 29 366 C3

DE 31 36 860 C2

DE 295 15 406 U1

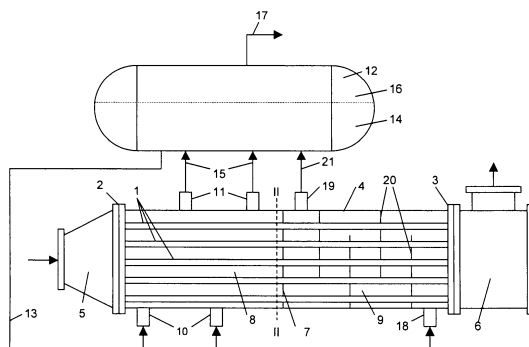
EP 02 72 378 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Wärmetauscher zur Kühlung von Spaltgas**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Wärmetauscher zur Kühlung von Spaltgas in einer Ethylenanlage sind von dem Spaltgas durchströmte Wärmetauscherrohre (1) an ihren jeweiligen Enden in jeweils eine Rohrplatte (2, 3) eingesetzt und von einem Mantel (4) umgeben, an dessen beiden Stirnseiten je eine teilweise durch eine der Rohrplatte (2, 3) begrenzte Endkammer (5, 6) für die Zuführung und die Abführung des Spaltgases vorgesehen ist. Der von dem Mantel (4) umschlossene Innenraum des Wärmetauschers ist von Wasser als Kühlmedium durchströmt und durch eine senkrecht zu den Wärmetauscherrohren (1) verlaufende und von den Wärmetauscherrohren (1) durchdrungene Trennwand (7) in zwei in Strömungsrichtung des Spaltgases hintereinander liegende Teilräume (8, 9) aufgeteilt, die mit jeweils eigenen Zuführungsstutzen (10, 18) und Abführungsstutzen (11, 19) für das Kühlmedium versehen sind. Der auf der Gaseintrittsseite des Spaltgases liegende Teilraum (8) ist von siedendem Wasser durchströmt. Der Teilraum (8) ist über eine Zuführungsleitung (13) und Abführungsleitungen (15) mit einer Wasser/Dampf-Trommel (12) verbunden. Der auf der Gasaustrittsseite des Spaltgases liegende Teilraum (9) ist von Speisewasser durchströmt. Der Teilraum (9) ist über eine Abführungsleitung (19) mit der Wasser/Dampf-Trommel (12) verbunden. Die Trennwand (7) zwischen den beiden Teilräumen (8, 9) ist für den Durchtritt des im Inneren des Wärmetauschers strömenden Kühlmediums durchlässig.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher zur Kühlung von Spaltgas mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1.

[0002] Pyrolyse- oder Ethylen-Spaltöfen bilden innerhalb einer Ethylenanlage die Schlüsselkomponenten zur Herstellung der Grundstoffe Ethylen, Propylen, Butadien und andere für die Kunststoff-Industrie. Als Ausgangsstoffe werden gesättigte Kohlenwasserstoffe, hauptsächlich Ethan, Propan, Butan, Erdgas, Naphta oder Gasöl verwendet. Die Umwandlung der gesättigten in die ungesättigten Kohlenwasserstoffe findet in den Spaltrohren des Spaltofens statt, und zwar bei Eintrittstemperaturen von 500-680°C und Austrittstemperaturen von 775-875°C in einem Druckbereich von 1,5-5 bar.

[0003] In nachgeschalteten Spaltgaskühlern am Austritt des Spaltofens werden die ungesättigten Kohlenwasserstoffe, die sogenannten Spaltgase, von 775-875°C unter Bildung von Hoch- oder Niederdruckdampf auf ca. 350-450 °C abgekühlt. Das "Kühlwasser" hat hierbei Siedetemperatur bei einem entsprechenden Druck. Die Kühlung findet aufgrund des Phasenüberganges von flüssig nach gasförmig statt. Der Dampf wird in der Ethylenanlage z. B. für Dampfturbinen genutzt.

[0004] Die Abkühlung des Spaltgases unter Bildung von Dampf geschieht entweder in einstufigen Systemen, wobei die vollständige Abkühlung auf ca. 350-450 °C in nur einem Spaltgaskühler stattfindet oder in zweistufigen Systemen, bei denen in zwei hintereinander geschalteten Spaltgaskühlern eine schrittweise Abkühlung erfolgt; z. B. im ersten Schritt von 875 °C auf 550 °C und im zweiten Schritt von 550 °C auf 350 °C. Die Spaltgaskühler haben die entsprechende Bezeichnung Primär- und Sekundär-Kühler.

[0005] Zusätzlich erfolgt eine weitere Abkühlung des Spaltgases in Kesselwasserspeisevorwärmern sowohl im einstufigem als auch im zweistufigen System. Hierbei wird kein Dampf mehr erzeugt, sondern das "Kühlwasser", das Kesselspeisewasser, wird für die Primär- und Sekundärkühler möglichst nahe der Siedetemperatur vorgewärmt. Die Zufuhr des vorgewärmten Kesselspeisewassers zu den Primär- und Sekundärspaltgaskühlern erfolgt indirekt über eine Dampftrommel, in der das Kesselspeisewasser auf Siedetemperatur erhitzt wird.

[0006] Aus der EP 0 272 378 B1 ist ein Spaltgaskühler bekannt, bei dem das Spaltgas in einer ersten, einen Verdampfer darstellenden Kühlstufe durch siedendes Wasser und in einer zweiten, einen Überhitzer darstellenden Kühlstufe durch Dampf gekühlt wird. Wie üblich ist dem Spaltgaskühler ein zusätzlicher Kühler nachzuschalten, in dem das Spaltgas

durch Speisewasser weiter heruntergekühlt wird. Bei einer Variante des aus der EP 0 272 378 B1 bekannten Spaltgaskühlers sind der Verdampfer und der Überhitzer in einem gemeinsamen Mantel angeordnet und durch eine Trennwand voneinander getrennt, die ein Überströmen des Kühlmediums von einer Kühlstufe in die andere verhindert.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den gattungsgemäßen, zwei Teilräume innerhalb eines gemeinsamen Mantels umfassenden Wärmetauschers zum Kühlen von Spaltgas derart zu gestalten, dass die Kühlung innerhalb des auf der Gasaustrittsseite des Spaltgases liegenden Teilraumes effektiver und der apparative Aufbau reduziert wird.

[0008] Die Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Wärmetauscher erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Der auf der Gaseintrittsseite des Spaltgases liegende Teilraum des Wärmetauschers dient als Verdampfer und kühlt das Spaltgas bis nahe an die Siedetemperatur des siedenden Wassers ab. Anschließend gelangt das Spaltgas in den auf der Gasaustrittsseite des Spaltgases liegenden und als Vorwärmer dienenden Teilraum, wo das Spaltgas durch das kühlere Speisewasser deutlich unter die Siedetemperatur des Wassers weiter abgekühlt wird. Dadurch wird die Kühlung des Spaltgases insgesamt effektiver. Das sich dabei erwärmende Speisewasser wird entweder der Dampftrommel zugeführt, wo es auf Siedetemperatur erhitzt wird, oder es strömt direkt durch die wie ein "leckender" Rohrboden wirkende Trennwand in den Verdampferabschnitt. Die für das Kühlmedium absichtlich durchlässig gestaltete Trennwand sorgt für einen Druckausgleich zwischen den Teilräumen.

[0010] Außerdem wird durch die Zusammenfassung von Verdampfer und Vorwärmer zu einem gemeinsamen Aggregat der apparative Aufbau der Spaltgaskühlung reduziert, indem der bisher separate Speisewasservorwärmer in den Verdampfer integriert wird, wodurch ein kompletter Kühler innerhalb der Abkühlungsreihe sowie die Spaltgasleitung zwischen dem Verdampfer und dem Speisewasservorwärmer entfallen und kürzere Rohrleitungen zur Dampftrommel möglich werden.

[0011] Durch den Wegfall der Verbindung Verdampfer zum Vorwärmer entfallen die gaseitigen Druckverluste; welche sonst durch Rohrauströmung Verdampfer und Rohreinströmung Vorwärmer sowie durch die Strömungen in der Gasaustrittskammer und der Gaseintrittskammer verursacht worden wären. Dadurch wird der gesamte Druckverlust des Spaltgases im Kühler reduziert, was sowohl die Aus-

beute an Ethylen, Propylen, Butadien und andere im Spaltgas erhöht, als auch die Laufzeit des Kühlers verlängert.

[0012] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher erläutert. Es zeigen:

[0013] [Fig. 1](#) schematisch den Längsschnitt durch einen Wärmetauscher zum Kühlen von Spaltgas und

[0014] [Fig. 2](#) den Schnitt II-II nach [Fig. 1](#).

[0015] Der gezeigte Wärmetauscher dient zum Kühlen von Spaltgas in einer Ethylenanlage. Der Wärmetauscher besteht aus einem Rohrbündel aus geraden Wärmetauscherrohren **1**, die in jeweils einer Rohrplatte **2, 3** zu beiden Seiten des Rohrbündels gehalten sind. In der Zeichnung sind der Übersichtlichkeit wegen nur einige der Wärmetauscherrohre **1** dargestellt. Jede Rohrplatte **2, 3** ist von Bohrungen durchdrungen, in die jeweils eines der Wärmetauscherrohre **1** eingesetzt und durch eine Schweißnaht mit der Rohrplatte **2, 3** verschweißt ist. Das Rohrbündel ist von einem äußeren Mantel **4** umschlossen, der zusammen mit den jeweiligen Rohrplatten **2, 3** einen von einem Kühlmedium durchflossenen Innenraum begrenzt.

[0016] An die Rohrplatten **2, 3** schließt sich auf der Gaseintrittsseite und auf der Gasaustrittsseite jeweils eine Endkammer, die Eintrittskammer **5** und die Austrittskammer **6** an. Die Eintrittskammer **5** und die Austrittskammer **6** sind jeweils mit einem Stutzen zur Zuführung oder Abführung des Spaltgases versehen. Alle Teile des Wärmetauschers sind aus einem warmfesten Stahl gefertigt.

[0017] Das durch die Eintrittskammer **5** herangeführte, heiße Spaltgas trifft auf die Rohrplatte **2** und strömt durch die Bohrungen der Rohrplatte **2** in die Wärmetauscherrohre **1** und verlässt durch die Rohrplatte **3** am anderen Ende den gekühlten Bereich des Wärmetauschers. Über die Austrittskammer **6** wird das abgekühlte Spaltgas abgeführt. Die gezeigten Pfeile geben die Strömungsrichtung an.

[0018] Der Innenraum des Wärmetauschers ist durch eine Trennwand **7** in zwei Teilräume **8, 9** aufgeteilt, so dass innerhalb des Wärmetauschers zwei Kühlabschnitte entstanden sind, die jeweils mit einem eigenen Kühlmedium beaufschlagt werden und als Verdampferabschnitt bzw. als Vorwärmerabschnitt dienen.

[0019] Der auf der Gaseintrittsseite des Spaltgases liegende Teilraum **8** des liegend angeordneten Wärmetauschers ist auf der Unterseite mit mehreren Zuführungsstutzen **10** und auf der Oberseite mit mehreren Abführungsstutzen **11** für ein Kühlmedium verse-

hen. Als Kühlmedium dient siedendes, unter hohem Druck stehendes Wasser, das einer der Trennung von Wasser und Dampf dienenden Wasser/Dampf-Trommel **12** entnommen wird. Dazu ist an die Zuführungsstutzen **10** eine Zuführungsleitung **13** angeschlossen, die von dem Wasserraum **14** der Wasser/Dampf-Trommel **12** ausgeht. Die Abführungsstutzen **11** sind mit Abführungsleitungen **15** verbunden, die an einer anderen Stelle in den Wasserraum **14** der Wasser/Dampf-Trommel **12** einmünden und den im Wärmetausch mit dem Spaltgas erzeugten Satttdampf abführen. Der in der Wasser/Dampf-Trommel **12** abgetrennte Dampf wird über eine von dem Dampfraum **16** der Wasser/Dampf-Trommel **12** ausgehenden Dampfleitung **17** abgeführt.

[0020] Der auf der Gasaustrittsseite liegende Teilraum **9** des liegend angeordneten Wärmetauschers ist an der Unterseite mit einem oder mehreren Zuführungsstutzen **18** in der Nähe des Rohrbodens **3** und an der Oberseite mit einem oder mehreren Abführungsstutzen **19** in der Nähe der Trennwand **7** versehen. Über den Zuführungsstutzen **18** wird Speisewasser in den Teilraum **9** eingespeist. In dem Teilraum **9** sind Umlenklebche **20** voneinander beabstandet und parallel und unten und oben versetzt zueinander angeordnet, die als Schikanen wirken und das Speisewasser im Gegenstrom zu dem Spaltgas durch den Teilraum **9** führen. Das Speisewasser wird im Wärmetausch mit dem Spaltgas vorgewärmt und über eine an den Abführungsstutzen **19** angeschlossene Abführungsleitung **21** in den Wasserraum **14** der Wasser/Dampf-Trommel **12** geleitet.

[0021] Die Zusammenfassung von Verdampferabschnitt und Vorwärmerabschnitt zu einem gemeinsamen Wärmetauscher-Aggregat verkürzt die Zu- und Abführungen zwischen dem Wärmetauscher und der Wasser/Dampf-Trommel **12**. Diese Anordnung macht es möglich, die Wasser/Dampf-Trommel **12** direkt auf dem Mantel **4** des Wärmetauschers zu montieren. Dadurch entsteht eine kompakte Baueinheit, durch die Rohrleitungen sowie die Zeiten zu deren Montage eingespart werden können.

[0022] Die Trennwand **7** zwischen den beiden Teilräumen **8, 9** ist ein nichttragendes Bauteil, das lediglich die Aufgabe hat, die Strömungen in den Teilräumen **8, 9** auseinander zu halten. Die Trennwand **7** ist mit Bohrungen **22** versehen, deren Durchmesser geringfügig größer ist als der Außendurchmesser der Wärmetauscherrohre **1**, so dass die Wärmetauscherrohre **1** durch die Trennwand **7** mit Spiel **23** hindurchgeführt sind. Der Außendurchmesser der Trennwand **7** ist geringer als der Innendurchmesser des Mantels **4**, so dass im eingebauten Zustand ein Spalt **24** zwischen Trennwand **7** und Mantel **4** besteht. Die Trennwand **7** kann mit dem aus den Wärmetauscherrohren **1** bestehenden Rohrbündel in den Mantel **4** hinein

geschoben werden. Bei einem Wärmetauscher üblicher Größe beträgt der Spalt **24** zwischen der Trennwand **7** und dem Mantel **4** wenige Millimetern, beispielsweise 2 mm, und das Spiel **23** zwischen den Wärmetauscherrohren **1** und den Bohrungen **22** in der Trennwand **7** weniger als 1 mm, z. B. 0,6 mm. In der [Fig. 2](#) sind der Spalt **24** und das Spiel **23** überproportional groß dargestellt.

[0023] Der Spalt **24** zwischen der Trennwand **7** und dem Mantel **4** sowie das Spiel **23** zwischen dem Umfang der Wärmetauscherrohre **1** und den Bohrungen **22** in der Trennwand **7** bewirken, dass die Trennwand **7** durchlässig ist für den Durchtritt des jeweiligen Kühlmediums von dem einem Teilraum **8**, **9** in den anderen. Die Trennwand **7** wirkt damit wie ein "leckender" Rohrboden.

[0024] Das Speisewasser wird dem auf der Gasaustrittsseite liegenden Teilraum **9** über Pumpen zugeführt und steht unter einem Druck, der zwar leicht schwankend oder immer höher ist als der Druck in dem auf der Gaseintrittsseite liegenden Teilraum **8**. Es herrscht in der Regel also immer ein Druckunterschied. Dieser Druckunterschied wird dadurch ausgeglichen, dass Wasser aus dem auf der Gasaustrittsseite liegenden Teilraum **9** durch die bewusst undicht gehaltene Trennwand **7** in den auf der Gaseintrittsseite liegenden Teilraum **8** übertritt. Das aus dem auf der Gasaustrittsseite liegenden Teilraum **9** austretende Leckwasser verdampft in dem auf der Gaseintrittsseite liegenden Teilraum **8** und gelangt ebenfalls in die Wasser/Dampf-Trommel **12**.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher zur Kühlung von Spaltgas in einer Ethylenanlage, bei dem von dem Spaltgas durchströmte Wärmetauscherrohre (**1**) an ihren jeweiligen Enden in jeweils eine Rohrplatte (**2**, **3**) eingesetzt und von einem Mantel (**4**) umgeben sind, an dessen beiden Stirnseiten je eine teilweise durch eine der Rohrplatten (**2**, **3**) begrenzte Endkammer (**5**, **6**) für die Zuführung und die Abführung des Spaltgases vorgesehen ist, bei dem der von dem Mantel (**4**) umschlossene Innenraum des Wärmetauschers von Wasser als Kühlmedium durchströmt und durch eine senkrecht zu den Wärmetauscherrohren (**1**) verlaufende und von den Wärmetauscherrohren (**1**) durchdrungene Trennwand (**7**) in zwei in Strömungsrichtung des Spaltgases hintereinander liegende Teilräume (**8**, **9**) aufgeteilt ist, die mit jeweils eigenen Zuführungsstutzen (**10**, **18**) und Abführungsstutzen (**11**, **19**) für das Kühlmedium versehen sind, und bei dem der auf der Gaseintrittsseite des Spaltgases liegende Teilraum (**8**) von siedendem Wasser durchströmt ist und der Teilraum (**9**) über eine Zuführungsleitung (**13**) und Abführungsleitungen (**15**) mit einer Wasser/Dampf-Trommel (**12**) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der auf der Gasaustrittsseite

des Spaltgases liegende Teilraum (**9**) von Speisewasser durchströmt ist, dass der Teilraum (**9**) über eine Abführungsleitung (**21**) mit der Wasser/Dampf-Trommel (**12**) verbunden ist und dass die Trennwand (**7**) zwischen den beiden Teilräumen (**8**, **9**) für den Durchtritt des im Inneren des Wärmetauschers strömenden Kühlmediums durchlässig ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck des Speisewassers in dem auf der Gasaustrittsseite des Spaltgases liegenden Teilraum (**9**) größer ist als der Druck des siedenden Wassers in dem auf der Gaseintrittsseite des Spaltgases liegenden Teilraum (**8**).

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand (**7**) als ein nichttragendes Bauteil ausgebildet ist.

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Außenumfang der Trennwand (**7**) und dem Innendurchmesser des Mantels (**4**) ein Spalt (**24**) besteht.

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die von dem Spaltgas durchströmten Wärmetauscherrohre (**1**) mit Spiel (**23**) durch Bohrungen (**22**) in der Trennwand (**7**) hindurchgeführt sind.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

