

(19)



(11)

EP 4 530 330 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.04.2025 Patentblatt 2025/14

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
C10G 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **24000120.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
C10G 9/002; C10G 2400/20; F28D 2021/0075

(22) Anmeldetag: **26.09.2024**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
GE KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Borsig GmbH**
13507 Berlin (DE)

(72) Erfinder:
• **Birk, Carsten**
16548 Glienicke (DE)
• **Drus, Sebastian**
15366 Hoppegarten (DE)

(30) Priorität: **01.10.2023 DE 102023004053**

(74) Vertreter: **Radünz, Ingo**
Schumannstrasse 100
40237 Düsseldorf (DE)

(54) **QUENCHSYSTEM UND VERFAHREN FÜR EIN QUENCHSYSTEM ZUM KÜHLEN VON SPALTGAS AUS EINEM SPALTGASOFEN**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Quenchsystem und ein Verfahren für ein Quenchsystem zum Kühlen von Spaltgas aus einem Spaltgasofen mit unterschiedlichen Ausgangsstoffen, welches einen Spaltgasofen (10), einen Primary-Quench-Exchanger oder PQE (12) und einen Secondary-Quench-Exchanger umfasst, die in Reihe verbunden sind. Ein Transfer-Line-Exchanger oder TLX für ein Kühlmedium aus einem Gasgemisch und Wasserdampf oder ein TLX-G/G (14) ist als ein Secondary-Quench-Exchanger angeordnet und ausgebildet. Der TLX-G/G (14) ist mit dem Primary-Quench-Exchanger oder PQE (12) über eine Gas-Transfer-Line (13) in Reihe verbunden. Am TLX-G/G (14) ist eine das Kühlmedium aus Gasgemisch und Wasserdampf leitende Zuführungsleitung (15) am unteren Teil vor Austrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G angeordnet. Der TLX-G/G (14) ist über eine Rückführungsleitung (16) mit dem Spaltgasofen (10) zum Zurückführen von im TLX-G/G vorgewärmtem Kühlmedium verbunden. Der TLX-G/G (14) ist über eine Rohrleitung (19) von auf Temperaturen von 450°C bis 300°C abgekühltes Spaltgas zur weiteren Verarbeitung ausgerüstet. Am oberen Ende hinter Eintrittskopf des Spaltgases in den TLX-G/G (14) ist ein Kompensator (39) vorgesehen.

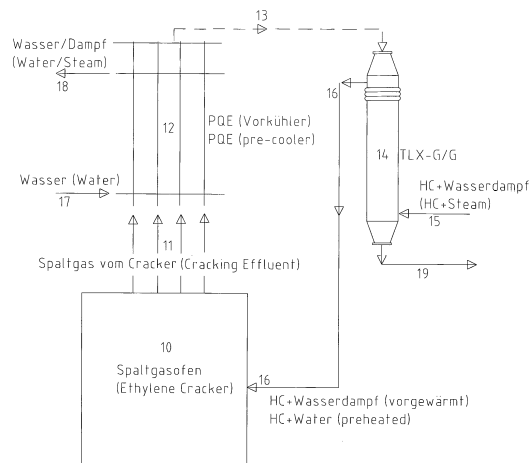


Fig. 1

EP 4 530 330 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Quenchsystem und ein Verfahren für ein Quenchsystem zum Kühlen von Spaltgas aus einem Spaltgasofen.

[0002] Für das Betreiben eines Ethylen-Ofens, der auch Spaltgasofen oder Cracking-Furnace genannt wird, gibt es unterschiedliche Ausgangsstoffe, die in einem Cracking-Furnace weiterverarbeitet werden. Solche Ausgangsstoffe werden in einem Cracking-Furnace hoch erwärmt und anschließend mit einem Quenchsystem, das auch kurz mit QS bezeichnet wird, schlagartig abgekühlt.

[0003] Je nach Ausgangsstoff wird ein speziell ausgelegtes Quenchsystem oder QS benötigt, weil die physikalischen Eigenschaften der Ausgangsstoffe unterschiedlich sind. Gas als Ausgangsstoff kann weiter herunter gekühlt werden, etwa von 900°C auf 150°C, als ein flüssiger Ausgangsstoff, der von etwa 900°C auf 350°C herunter gekühlt wird, weil die Kondensation von Gas erst bei deutlich geringeren Temperaturen einsetzt.

[0004] Ein Quenchsystem für Liquid-Feed-Modus besteht aus einem Primary-Heat-Exchanger oder kurz PQE und einem Secondary-Heat-Exchanger oder kurz SQE, die in Reihe verbunden sind. Dabei werden PQE und SQE jeweils als Verdampfer und Evaporator geschaltet und als solche auch betrieben.

[0005] Als ein Stand der Technik ist EP 3 032 209 B1 zu nennen. Aus EP 3 032 209 B1 ist ein Quenchkühlsystem bestehend aus einem Primär-Quenchkühler als Doppelrohrwärmetauscher und einem Sekundär-Quenchkühler als Rohrbündel-Wärmetauscher umfassend mindestens ein Rohrbündel bekannt. Das Rohrbündel ist von einem Mantel unter Bildung eines Mantelraumes umschlossen, der zwischen zwei mit Abstand voneinander angeordneten Rohrböden ausgebildet ist, zwischen denen jeweils Bündelrohre des Rohrbündels beidseitig in den Rohrboden gehalten sind.

[0006] Aus US 8,158,840 B2 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Cracken von flüssigen Kohlenwasserstoffrückständen mit Dampf bekannt, wobei eine Trennvorrichtung für Dampf/Flüssigkeit verwendet wird, um aufgeheiztes Dampf-/Flüssigkeitsgemisch zu behandeln und für einen Dampfstrom mit reduziertem Rückstandsinhalt zu sorgen. Das Verfahren umfasst ein indirektes Wärmetauschen von flüssigen Destillationsrückständen mit Speisewasser oder Boiler-Feed-Water, um flüssige Destillationsrückstände und vorgewärmtes Speisewasser zu liefern; ein Ableiten zumindest eines Teils des vorgewärmten Speisewassers an eine Dampftrommel und ein Rückgewinnen von Dampf mit einem Dampfdruck von mindestens etwa 4100 kPa aus der Dampftrommel. Die Vorrichtung umfasst unter anderem einen Liquid-Feed-Cracking-Furnace, eine Trennvorrichtung für Dampf/Flüssigkeit sowie einen Primär-Wärmetauscher und einen Sekundär-Wärmetauscher.

[0007] Aus EP 1 939 412 B1 ist ein Wärmetauscher zur Kühlung von Spaltgas in einer Ethylenanlage bekannt, bei dem vom Spaltgas durchströmte Wärmetauscherrohre an ihren jeweiligen Enden in jeweils eine Rohrplatte eingesetzt und von einem Mantel umgeben sind, an dessen beiden Stirnseiten je eine teilweise durch eine der Rohrplatten begrenzte Endkammer für die Zuführung und Abführung von Spaltgas vorgesehen ist. Der von dem Mantel umschlossene Innenraum des Wärmetauschers ist von Wasser als Kühlmedium durchströmt und durch eine senkrecht zu den Wärmetauscherrohren verlaufende und von den Wärmetauscherrohren durchdrungene Trennwand in zwei in Strömungsrichtung des Spaltgases hintereinander liegende Teilräume aufgeteilt, die mit jeweils eigenen Zuführungsstutzen und Abführungsstutzen für das Kühlmedium versehen sind.

[0008] Nachteile der angewendeten Anordnung eines Quenchsystems zum Kühlen von Spaltgasen aus einem Spaltgasofen sind darin zu sehen, dass der Wärmehaushalt beim Abkühlen von Spaltgasen bisher unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten noch nicht befriedigend gelöst worden ist.

[0009] Ein Spaltgas verlässt einen Spaltgasofen in einem Temperaturbereich von 800°C bis 900°C bei einem Druck von 0,5 bis 2 barg oder 0,05 bis 0,2 MPa. Ein direkt hinter dem Spaltgasofen angeordneter Wärmetauscher müsste aus hoch legierten Stählen gefertigt werden, wenn eine solche Bauweise realisiert werden sollte. Eine solche Bauart würde technisch zu einem hohen Aufwand führen und ökonomisch im Vergleich zur konventionellen Technologie sehr teuer werden. Es ist von 5fach bis 10fach höheren Kosten auszugehen. Daher ist es durchaus zweckmäßig, Spaltgase aus einem Spaltgasofen in einem herkömmlichen mit Wasser/Dampf gekühlten Primary-Quench-Exchanger oder PQE vorzukühlen.

[0010] Bei einem mit Wasser/Dampf gekühlten Quenchkühler sind die Materialtemperaturen auf Grund des unter anderem höheren Wärmeüberganges deutlich niedriger als bei einem mit Gas gekühlten Quenchkühler. Die Vorkühlung von Spaltgasen sollte einen Temperaturwert von 700°C bis 550°C aufweisen, so dass niedrig bis mittel legierte Stähle bei einem Quenchkühler für die weitere Abkühlung von Spaltgasen eingesetzt werden können, um Kosten signifikant zu senken und die Ökologie zu schonen. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Quenchsystem und ein Verfahren für ein Quenchsystem zum Kühlen von Spaltgasen aus einem Spaltgasofen mit unterschiedlichen Ausgangsstoffen zu schaffen, welches die hohen Anforderungen an technische und ökologische Anordnung und Betriebsweise hinsichtlich Zuverlässigkeit und Kosten verbessert und eine einfache Möglichkeit hinsichtlich erforderlicher Reparatur- und Wartungsarbeiten gewährleistet.

[0011] Die vorliegende Aufgabe der Erfindung wird gattungsgemäß durch ein Quenchsystem gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 6 gelöst, wobei ein Transfer-Line-Exchanger für ein Kühlmedium aus Gasgemisch+Was-

serdampf oder kurz ein TLX-G/G als Secondary-Quench-Exchanger angeordnet und ausgebildet ist, dass der TLX-G/G mit einem Primary-Quench-Exchanger oder PQE über eine Gas-Transfer-Line in Reihe geschaltet ist, die am Eintrittsende eines Spaltgases in den TLX-G/G angebracht ist, und dass der TLX-G/G über eine Rückführleitung von vorgewärmtem Kühlmedium mit dem Spaltgasofen verbunden ist.

[0012] Weiterhin ist der TLX-G/G mit einer Zuführungsleitung für ein Kühlmedium aus HC+Wasserdampf ausgerüstet. Eine Abführungsleitung für abgekühltes Spaltgas ist am Austrittsende des TLX-G/G angeordnet.

[0013] Weiterhin ist der TLX-G/G über eine Rückführleitung von vorgewärmtem Kühlmedium mit dem Spaltgasofen verbunden. Weiter ist am TLX-G/G eine das Kühlmedium aus Gasgemisch und Wasserdampf leitende Zuführungsleitung am unteren Teil vor Austrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G angeordnet.

[0014] Der TLX-G/G ist vorteilhaft über eine Rückführungsleitung mit dem Spaltgasofen zum Zurückführen von im TLX-G/G vorgewärmtem Kühlmedium bestehend aus Kohlenwasserstoffgas+Wasserdampf oder Hydrocarbon+Steam oder kurz HC+Wasserdampf verbunden.

[0015] Außerdem ist der TLX-G/G mit einer Rohrleitung für Weiterleitung von auf Temperaturen von 450°C bis 300°C abgekühltem Spaltgas zur weiteren Verarbeitung ausgerüstet.

[0016] Am oberen Ende des TLX-G/G ist hinter Eintrittskopf des Spaltgases bevorzugt ein Kompensator vorgesehen.

[0017] Am Mantel des TLX-G/G ist ein Gaseintrittsstutzen für die Zuführungsleitung eines Kühlmediums vorteilhaft angeordnet. Im Mantelraum des TLX-G/G ist bevorzugt eine Anzahl von Umlenklechen angebracht, deren Anzahl abhängig vom jeweiligen vorbestimmten Lastfall und demgemäß bestimmt ist. Das Kühlmedium ist um die Umlenkleche des TLX-G/G im Gegenstromverfahren abwechselnd um 180° um die Außenseite von Bündelrohren geführt.

[0018] Weiterhin ist am Mantel des TLX-G/G am oberen Ende vor dem Eintrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G ein Gasaustrittsstutzen für die Rückführungsleitung des vorgewärmten Kühlmediums bevorzugt angeordnet. Im Mantelraum des TLX-G/G sind in Bereichen der Umlenkleche vorteilhaft Segmente frei von Rohrbündeln vorgesehen.

[0019] Die Größe des frei zu durchströmenden Segmentes ist bevorzugt zwischen 10% bis 20% der Querschnittsfläche des Innendurchmessers des Mantels des TLX-G/G bemessen.

[0020] Die Bündelrohre des TLX-G/G sind vorteilhaft in einer Dreiecksteilung für eine Durchströmung eines Kühlmediums angeordnet, wobei die Seitenlänge des Dreiecks das 1,2-fache bis 1,3-fache eines Rohrdurchmessers eines Bündelrohres aufweist.

[0021] Um den Mantel des TLX-G/G ist am oberen Ende hinter dem Eintrittskopf des Spaltgases vom TLX-G/G ein unterschiedliche Wärmeausdehnungen zwischen Bündelrohr und Mantel ausgleichender Kompensator vorteilhaft verbaut.

[0022] Im Bereich des Mantelraumes des TLX-G/G sind Reinigungsstutzen nahe am Rohrboden des Austrittskopfes des Spaltgases eines vertikal ausgerichteten TLX-G/G bevorzugt angeordnet. Dabei sind im Bereich des Mantelraumes des TLX-G/G zwei bis vier verschleißbare Reinigungsstutzen mit jeweils 200mm bis 500mm Durchmesser bevorzugt vorgesehen, wobei die Reinigungsstutzen mit einem Abstand von 100mm bis 200mm vom unteren Rohrboden angebracht sind.

[0023] Bei einem horizontal ausgerichteten TLX-G/G sind nach vorbestimmtem Verunreinigungsgrad durch Koksablagerungen zwei bis vier Reinigungsstutzen mit jeweils 200mm bis 500mm Durchmesser im unteren Bereich des Mantelraumes der Länge nach vorgesehen.

[0024] Bei einem Verfahren für ein Quenchsystem zum Kühlen von Spaltgas aus einem Spaltgasofen mit unterschiedlichen Ausgangsstoffen, welches einen Spaltgasofen, einen Primary-Quench-Exchanger und einen Secondary-Quench-Exchanger umfasst, die in Reihe verbunden sind, ist als besonders vorteilhaft anzusehen, wenn ein Transfer-Line-Exchanger für ein Kühlmedium aus einem Gasgemisch und Wasserdampf oder ein TLX-G/G als ein Secondary-Quench-Exchanger angeordnet und ausgebildet wird. Dabei wird der TLX-G/G mit dem Primary-Quench-Exchanger oder PQE über eine Gas-Transfer-Line in Reihe verbunden.

[0025] Vorteilhaft wird am TLX-G/G eine das Kühlmedium auf Gasgemisch und Wasserdampf leitende Zuführungsleitung am unteren Teil vor Eintrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G angeordnet. Über eine Rückführungsleitung wird der TLX-G/G mit dem Spaltgasofen zum Zurückführen von im TLX-G/G vorgewärmtem Kühlmedium bevorzugt verbunden. Weiterhin wird der TLX-G/G über eine Rohrleitung von auf Temperaturen von 450°C bis 300°C abgekühltes Spaltgas zur weiteren Verarbeitung ausgerüstet.

[0026] Von Vorteil besteht insbesondere darin, dass am oberen Ende hinter Eintrittskopf des Spaltgases in den TLX-G/G ein Kompensator vorgesehen wird.

[0027] Weiterhin besteht ein Vorteil darin, dass am Mantel des TLX-G/G am unteren Teil vor Austrittskopf eines vertikal ausgerichteten TLX-G/G ein Gaseintrittsstutzen für die Zuführungsleitung eines Kühlmediums angeordnet wird.

[0028] Weiter ist vorteilhaft, wenn im Mantelraum des TLX-G/G eine Anzahl von Umlenklechen angebracht wird, deren Anzahl vom jeweiligen vorbestimmten Lastfall abhängig ist und bestimmt wird. Dabei wird das Kühlmedium um die Umlenkleche des TLX-G/G im Gegenstromverfahren abwechselnd um 180° um die Außenseite von Bündelrohren vorteilhaft geführt. Am Mantel des TLX-G/G wird am oberen Ende vor dem Eintrittskopf eines vertikal ausgerichteten TLX-G/G ein Gasaustrittsstutzen für die Rückführungsleitung des vorgewärmten Kühlmediums besonders vorteilhaft ange-

ordnet.

[0029] Weiter werden im Mantelraum des TLX-G/G in Bereichen der Umlenkbliche vorteilhaft Segmente frei von Rohrbündeln vorgesehen.

[0030] Die Größe des frei zu durchströmenden Segmentes wird bevorzugt zwischen 10% bis 20% der Querschnittsfläche des Innendurchmessers des Mantels des TLX-G/G bemessen. Die Bündelrohre des TLX-G/G werden bevorzugt in einer Dreiecksteilung für eine Durchströmung eines Kühlmediums angeordnet, wobei die Seitenlänge des Dreiecks das 1,2-fache bis 1,3-fache eines Rohrdurchmessers eines Bündelrohres aufweisen soll.

[0031] Um den Mantel des TLX-G/G wird am oberen Ende hinter dem Eintrittskopf des Spaltgases vom TLX-G/G ein unterschiedliche Wärmespannungen zwischen Bündelrohren und Mantel ausgleichender Kompensator vorteilhaft verbaut.

[0032] Weiterhin werden im Bereich des Mantelraumes des TLX-G/G bevorzugt Reinigungsstutzen nahe am Rohrboden des Austrittskopfes des Spaltgases eines vertikal ausgerichteten TLX-G/G angeordnet.

[0033] Bevorzugterweise werden zwei bis vier verschließbare Reinigungsstutzen mit jeweils 200mm bis 500mm Durchmesser im Bereich des Mantelraumes des TLX-G/G vorgesehen, wobei die Reinigungsstutzen mit einem Abstand von 100mm bis 200mm vom unteren Rohrboden des Austrittskopfes des TLX-G/G angebracht.

[0034] Ein weiterer Vorteil besteht bei einem horizontal ausgerichteten TLX-G/G darin, dass nach vorbestimmtem Verunreinigungsgrad durch Koksablagerungen zwei bis vier Reinigungsstutzen mit jeweils 200mm bis 500mm Durchmesser im unteren Bereich des Mantelraumes der Länge nach vorgesehen werden.

[0035] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung sind anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Anordnung eines Quenchsystems zum Kühlen eines Spaltgases aus einem Spaltgasofen für einen mit Gas gekühlten Quenchkühler nach der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Anordnung im Schnitt mit der Einzelheit A-A für einen mit mantelseitiger Gasführung im Gegenstromprinzip gekühlten Quenchkühler eines Quenchsystems nach der Erfindung;

Fig. 3 eine schematische Anordnung der Bündelrohre im Rohrfeld nach Fig. 2 mit Einzelheit A-A in vergrößertem Maßstab für einen Quenchkühler eines Quenchsystems nach der Erfindung;

Fig. 4 eine schematische Anordnung eines Kompensators für einen Quenchkühler eines Quenchsystems nach der Erfindung;

Fig. 5 eine schematische Anordnung von Reinigungsstutzen am Mantel eines vertikal ausgerichteten Quenchkühlers eines Quenchsystems nach der Erfindung und

Fig. 6 eine schematische Anordnung von Reinigungsstutzen am Mantel eines horizontal ausgerichteten Quenchkühlers eines Quenchsystems nach der Erfindung.

[0036] In Fig. 1 ist eine schematische Anordnung eines Quenchsystems zum Betreiben eines Spaltgasofens 10 für einen mit Gas gekühlten Quenchkühler gezeigt. Der Quenchkühler ist als Transfer-Line-Exchanger oder TLX für ein Kühlmedium aus einem Gasgemisch und Wasserdampf oder kurz ein TLX-G/G 14 als Secondary-Quench-Exchanger angeordnet und ausgebildet. Der TLX-G/G 14 ist mit einem Primary-Quench-Exchanger oder PQE 12 und dem Spaltgasofen 10 in Reihe geschaltet.

[0037] Vor dem Spaltgasofen 10 sind Coils 11 angeordnet, die zu dem angedeuteten Primary-Quench-Exchanger oder PQE 12 als Vorkühler führen. In dem konventionellen PQE 12 als Vorkühler werden Spaltgase auf ca. 700°C bis 550°C oder tiefer vorgekühlt. Der PQE 12 ist mit einem Zuführungsstutzen 17 und einem Abführungsstutzen 18 versehen. Über den Zuführungsstutzen 17 wird Kühlwasser eingespeist, und über den Abführungsstutzen 18 wird bei der Vorkühlung entstandenes Wasser/Dampfgemisch weitergeleitet.

[0038] Im folgendem wird auf eine bekannte Funktion des PQE 12 nicht weiter eingegangen. Der PQE 12 als Vorkühler soll lediglich die hohen Temperaturen der Spaltgase von 800°C bis 900°C aus dem Spaltgasofen 10 auf eine Temperatur von ca. 700°C bis 550°C vorkühlen. Eine Materialauswahl und verbundenen damit die Kosten für den in Reihe mit dem PQE 12 liegenden TLX-G/G 14 werden dann erheblich vereinfacht und stark gesenkt.

[0039] Der TLX-G/G 14 ist über eine Gas-Transfer-Line 13 mit dem PQE 12 in Reihe geschaltet. Über die Gas-Transfer-Line 13 wird das aus dem PQE 12 vorgekühlte Spaltgas rohrseitig in den TLX-G/G 14 geleitet. Im TLX-G/G 14 wird das Spaltgas weiter auf Temperaturen von 450°C bis 300°C abgekühlt. Über eine Rohrleitung 19 wird ein Spaltgas zur weiteren Verarbeitung abgeleitet.

[0040] Eine Zuführungsleitung 15 ist für das Kühlmedium aus Gasgemisch und Wasserdampf oder Kohlenwassers-

toffgas und Wasserdampf oder Hydrocarbon and Steam oder kurz HC+Wasserdampf am unteren Ende vor dem Austrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G 14 angeordnet. Ein 200°C bis 290°C warmes Gasgemisch aus HC+Wasserdampf wird mantelseitig über die Zuführungsleitung 15 dem TLX-G/G 14 zugeführt und durchströmt den TLX-G/G im Gegenstromverfahren.

[0041] Eine Rückführungsleitung 16 ist am oberen Ende vor dem Eintrittskopf des TLX-G/G 14 angeordnet, die zum Spaltgasofen 10 geführt ist. Über die Rückführungsleitung 16 wird das im TLX-G/G 14 auf 400°C bis 550°C vorgewärmte Gasgemisch aus HC+Wasserdampf in den Spaltgasofen 10 zurückgeführt. Im Spaltgasofen 10 wird das bereits vorgewärmte Gasgemisch aus HC+Wasserdampf weiter auf 800°C bis 900°C erwärmt, wobei das Gasgemisch aus HC+Wasserdampf gespalten wird. Das gespaltene Gasgemisch oder Spaltgas oder cracked gas wird dann wieder dem PQE 12 als Vorkühler zugeführt. Das Verfahren wiederholt sich.

[0042] Auf eine genaue Funktion eines Spaltgasofens ist hier nicht näher einzugehen, da seine Funktion in der Technik hinlänglich bekannt ist.

[0043] In Fig. 2 ist eine schematische Anordnung im Schnitt mit der Einzelheit A-A für einen mit mantelseitiger Gasführung im Gegenstromprinzip gekühlten Quenchkühler eines Quenchsystems gezeigt. Der angedeutete TLX-G/G 14 ist mit der am Gaseingang angeordneten Gas-Transfer-Line 13 und der am Gasausgang angebrachten Rohrleitung 19 dargestellt. Auf einer im Schnitt A-A gezeigten Rohrlinnenseite 35 durchströmt das vorgekühlte Spaltgas oder Cracking Effluent den TLX-G/G 14 geradlinig von der Gas-Transfer-Line 13 am Gaseingang bis zum Gasausgang der Rohrleitung 19 und wird dabei abgekühlt.

[0044] In einen Mantelraum 30 des TLX-G/G 14 wird das Gasgemisch aus HC+Wasserdampf über einen am unteren Ende vor dem Austrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G angebrachten Gaseintrittsstutzen 31 eingeführt und mittels im Mantelraum des TLX-G/G angeordneten Umlenklechen 33 jeweils mehrfach bei der Durchströmung abwechselnd um 180° um die Außenseite der Bündelrohre 36 geführt. Das HC+Wasserdampf-Gemisch verlässt den TLX-G/G 14 über einen Gasaustrittsstutzen 32, der am oberen Ende vor dem Eintrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G angebracht ist.

[0045] Die Anzahl der Umlenkleche 33 ist abhängig vom jeweiligen vorbestimmten Lastfall und wird demgemäß bestimmt. Der Druckverlust in dem Mantelraum 30 ist besonders durch die wiederholten Umlenkungen des HC+Wasserdampf-Gemisches hoch und ist auf ein Minimum zu reduzieren, um eine gute Effizienz des Quenchsystems zu erhalten. Daher ist ein Rohrbündel/Rohrfeld 37 besonders gut so auszulegen, dass sich im Bereich eines zu durchströmenden Segments 34 keine Bündelrohre 36 befinden. Die von Bündelrohren 36 freibleibenden Segmente 34 tragen maßgeblich zur Reduzierung des Druckverlustes bei und sind für das Verfahren wesentlich. Die Größe des frei zu durchströmenden Segmentes 34 liegt zwischen 10% bis 20% der Querschnittsfläche des Mantelinnendurchmessers und hängt vom jeweiligen vorbestimmten Lastfall ab.

[0046] In Fig. 3 ist eine schematische Anordnung der Bündelrohre 36 eines Rohrbündels/Rohrfeld 37 nach Fig. 2 mit der Einzelheit Schnitt A-A gezeigt. Die Anordnung der Bündelrohre 36 hat besonders gut ausgelegt zu sein, wenn bei einer Durchströmung 41 des HC+Wasserdampf-Gemisches lediglich ein geringer Druckverlust, aber ein hoher Wärmeübergang und keine Stagnationen entstehen sollen, damit sich eine hohe Kühlung einstellt. Die Rohranordnung ist in einer Dreiecksteilung 42 zum Erzielen einer hohen Kühlung vorzugsweise auszuführen, wobei die Seitenlänge des Dreiecks das 1,2fache bis 1,3fache des Rohraußendurchmessers 43 aufweisen sollte.

[0047] In Fig. 4 ist eine schematische Anordnung eines Kompensators für einen TLX-G/G Quenchkühler eines Quenchsystems nach der Erfindung dargestellt. Infolge der sehr kleinen Wärmeübergangswerte sind die Materialtemperaturen beim TLX-G/G 14 hoch, und die Temperaturdifferenz zwischen Bündelrohren 36 und Mantel 38 ist ebenfalls sehr hoch. Die zwischen Bündelrohren 36 und Mantel 38 auftretenden mechanischen Spannungen auf Grund der unterschiedlichen Wärmeausdehnung sind auszugleichen. Daher ist um den äußeren Mantelraum 30 am oberen Ende hinter dem Eintrittskopf eines vertikal ausgerichteten TLX-G/G 14 ein Kompensator 39 vorzusehen.

[0048] In Fig. 5 ist eine schematische Anordnung nach Fig. 4 von Reinigungsstutzen an einem TLX-G/G Quenchkühler eines Quenchsystems gezeigt. Auf Grund des im Mantelraum 30 geführten Kühlmediums aus HC+Wasserdampf lässt sich nicht ausschließen, dass sich im TLX-G/G 14 bei einem Betrieb auch Ablagerungen bilden, die es zu entfernen gilt. Beim vertikal ausgerichteten TLX-G/G 14 sind im unteren Bereich in der Nähe des Austrittskopfes am Mantel 38 verschleißbare Reinigungsstutzen 40 zum Entfernen von Ablagerungen vorgesehen. Je nach vorbestimmtem Verunreinigungsgrad durch mögliche Koksablagerungen sind zwei bis vier Reinigungsstutzen 40 von jeweils 200mm bis 500mm vorzusehen. Die Anordnung der Reinigungsstutzen sollte bevorzugt nahe am unteren Rohrboden 44 des TLX-G/G 14 mit einem Abstand von etwa 100mm bis 200mm liegen.

[0049] In Fig. 6 ist eine schematische Anordnung von Reinigungsstutzen an einem TLX-G/G Quenchkühler eines Quenchsystems gezeigt. Beim horizontal ausgerichteten TLX-G/G 14 sind am Mantel 38 verschleißbare Reinigungsstutzen 40 zum Entfernen von Ablagerungen infolge von des im Mantelraum 30 geführten Kühlmediums aus HC+Wasserdampf im unteren Bereich des Mantels der Länge nach vorgesehen. Nach vorbestimmtem Verunreinigungsgrad durch nicht auszuschließende Koksablagerungen sind zwei bis vier Reinigungsstutzen 40 mit jeweils 200mm bis 500mm Durchmesser vorgesehen.

[0050] Die Vorteile bei dem bevorzugten TLX-G/G Quenchkühler für ein Quenchsystem sind darin zu sehen, dass Spaltgase in einem Spaltgasofen erwärmt und dabei gespalten werden, durch einen Primary-Quench-Exchanger oder PQE vorgekühlt und anschließend rohrseitig durch den TLX-G/G geführt und weiter abgekühlt werden.

[0051] Anders als bei konventionellen Quenchkühlern kommt beim TLX-G/G als Kühlmedium mantelseitig kein Wasser/Dampf-Gemisch zum Einsatz, sondern ein Gasgemisch und Wasserdampf bestehend aus Kohlenwasserstoffgas und Wasserdampf oder kurz HC+Wasserdampf oder Hydrocarbon+Steam. Ein solches Gemisch aus HC+Wasserdampf wird in dem TLX-G/G vorgewärmt und kühlt gleichzeitig Spaltgase oder Cracking Effluent aus einem Spaltgasofen ab, die zur Ethylen- und danach zur Kunststoff-Herstellung verwendet werden. Das vorgewärmte Gemisch aus HC+Wasserdampf wird zur weiteren Erwärmung zum Spaltgasofen zurückgeführt und im Spaltgasofen gespalten oder cracked und dem TLX-G/G über den PQE wieder zugeführt.

[0052] Durch die vorteilhafte Verfahrensweise oder Wärmerückgewinnung wird die notwendige Energie zum Beheizen eines Spaltgasofens reduziert, was sich ökonomisch und ökologisch sehr positiv im Gesamtverfahren hinsichtlich Kosten und Verbrauch auswirkt.

[0053] Vor dem TLX-G/G sollte ein konventioneller PQE als Vorkühler eingesetzt werden, um den Spaltgasofen nicht nur während des Anfangsbetriebes, sondern generell auch bei Planung, Realisierung und späteren Reparaturen oder Wartungsarbeiten wirtschaftlich zu betreiben.

Bezugszeichenliste

[0054]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Spaltgasofen
11										Coils
12										Primary-Heat-Exchanger oder kurz PQE Vorkühler
13										Gas-Transfer-Line
14										TLX-G/G als Quenchkühler
15										Zuführungsleitung HC+Steam
16										Rückführungsleitung HC+Steam
17										Zuführungsstutzen
18										Abführungsstutzen
19										Rohrleitung
20-29										frei
30										Mantelraum
31										Gaseintrittsstutzen
32										Gasaustrittsstutzen
33										Umlenkbleche
34										Segmente
35										Rohrinnenseite
36										Bündelrohre
37										Rohrbündel/Rohrfeld
38										Mantel
39										Kompensator
40										Reinigungsstutzen
41										Durchströmung angedeutet durch Pfeile
42										Dreiecksteilung
43										Rohraußendurchmesser
44										Rohrboden

Patentansprüche

1. Quenchsystem zum Kühlen von Spaltgas aus einem Spaltgasofen mit unterschiedlichen Ausgangsstoffen, welches einen Spaltgasofen (10), einen Primary-Quench-Exchanger oder PQE (12) und einen Secondary-Quench-Exchanger umfasst, die in Reihe verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Transfer-Line-Exchanger oder TLX für ein Kühlmedium aus einem Gasgemisch und Wasserdampf oder ein TLX-G/G (14) als ein Secondary-Quench-Exchanger angeordnet und ausgebildet ist, dass der TLX-G/G (14) mit dem Primary-Quench-Exchanger oder PQE (12) über eine Gas-Transfer-Line (13) in Reihe verbunden ist, dass am TLX-G/G (14) eine das Kühlmedium aus Gasgemisch und Wasserdampf leitende Zuführungsleitung (15) am unteren Teil vor Austrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G angeordnet ist, dass der TLX-G/G (14) über eine Rückführungsleitung (16) mit dem

Spaltgasofen (10) zum Zurückführen von im TLX-G/G vorgewärmtem Kühlmedium verbunden ist, dass der TLX-G/G (14) über eine Rohrleitung (19) von auf Temperaturen von 450°C bis 300°C abgekühltes Spaltgas zur weiteren Verarbeitung ausgerüstet ist und dass am oberen Ende des TLX-G/G (14) hinter Eintrittskopf des Spaltgases ein Kompensator (39) vorgesehen ist.

- 5 2. Quenchsystem nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Mantel (38) des TLX-G/G (14) ein Gaseintrittsstutzen (31) für die Zuführungsleitung (15) des Kühlmediums angeordnet ist, dass im Mantelraum (30) des TLX-G/G (14) Umlenkleche (33) angebracht sind, dass das Kühlmedium um die Umlenkleche (33) des TLX-G/G (14) im Gegenstromverfahren abwechselnd um 180° um die Außenseite von Bündelrohren (36) geführt ist, dass
10 am Mantel (38) des TLX-G/G (14) am oberen Ende vor dem Eintrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G ein Gasaustrittsstutzen (32) für die Rückführungsleitung (16) des vorgewärmten Kühlmediums angeordnet ist, dass im Mantelraum (30) des TLX-G/G (14) in Bereichen der Umlenkleche (33) Segmente (34) frei von Rohrbündeln (37) vorgesehen sind.
- 15 3. Quenchsystem nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe des frei zu durchströmenden Segmentes (34) zwischen 10% bis 20% der Querschnittsfläche des Innendurchmessers des Mantels (38) des TLX-G/G (14) bemessen ist.
- 20 4. Quenchsystem nach Patentanspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bündelrohre (36) des TLX-G/G (14) in einer Dreiecksteilung (42) für eine Durchströmung (41) eines Kühlmediums angeordnet sind und dass die Seitenlänge des Dreiecks das 1,2-fache bis 1,3-fache eines Rohrdurchmessers (43) eines Bündelrohres (36) aufweist.
- 25 5. Quenchsystem nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** um den Mantel (38) des TLX-G/G (14) am oberen Ende hinter dem Eintrittskopf des Spaltgases vom TLX-G/G ein unterschiedliche Wärmeausdehnungen zwischen Bündelrohr (36) und Mantel (38) ausgleichender Kompensator (39) verbaut ist.
- 30 6. Quenchsystem nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Mantelraumes (30) des TLX-G/G (14) Reinigungsstutzen (40) nahe am Rohrboden (44) des Austrittkopfes des Spaltgases eines vertikal ausgerichteten TLX-G/G angeordnet sind.
- 35 7. Quenchsystem nach Patentanspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Mantelraumes (30) des TLX-G/G (14) zwei bis vier verschleißbare Reinigungsstutzen (40) mit je 200mm bis 500mm Durchmesser vorgesehen sind und dass die Reinigungsstutzen (40) mit einem Abstand von 100mm bis 200mm vom unteren Rohrboden (44) angebracht sind.
- 40 8. Quenchsystem nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem horizontal ausgerichteten TLX-G/G (14) nach vorbestimmtem Verunreinigungsgrad durch Koksablagerungen zwei bis vier Reinigungsstutzen (40) mit jeweils 200mm bis 500mm Durchmesser im unteren Bereich des Mantelraums (30) der Länge nach vorgesehen sind.
- 45 9. Verfahren für ein Quenchsystem zum Kühlen von Spaltgas aus einem Spaltgasofen mit unterschiedlichen Ausgangsstoffen, welches einen Spaltgasofen (10), einen Primary-Quench-Exchanger oder PQE (12) und einen Secondary-Quench-Exchanger umfasst, die in Reihe verbunden sind, nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Transfer-Line-Exchanger oder TLX für ein Kühlmedium aus einem Gasgemisch und Wasserdampf
50 oder ein TLX-G/G (14) als ein Secondary-Quench-Exchanger angeordnet und ausgebildet wird, dass der TLX-G/G (14) mit dem Primary-Quench-Exchanger oder PQE (12) über eine Gas-Transfer-Line (13) in Reihe verbunden wird, dass am TLX-G/G (14) eine das Kühlmedium aus Gasgemisch und Wasserdampfleitende Zuführungsleitung (15) am unteren Teil vor Austrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G angeordnet wird, dass der TLX-G/G (14) über eine Rückführungsleitung (16) mit dem Spaltgasofen (10) zum Zurückführen von im TLX-G/G vorgewärmtem Kühlmedium verbunden wird, dass der TLX-G/G (14) über eine Rohrleitung (19) von auf Temperaturen von 450°C bis 300°C abgekühltes Spaltgas zur weiteren Verarbeitung ausgerüstet wird und dass am oberen Ende hinter Eintrittskopf des Spaltgases in den TLX-G/G (14) ein Kompensator (39) vorgesehen wird.
- 55 10. Verfahren für ein Quenchsystem nach Patentanspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Mantel (38) des TLX-G/G (14) ein Gaseintrittsstutzen (31) für die Zuführungsleitung (15) des Kühlmediums angeordnet wird, dass im Mantelraum (30) des TLX-G/G ein Anzahl von Umlenklechen (33) angebracht werden, deren Anzahl vom jeweiligen vorbestimmten Lastfall abhängig ist und bestimmt wird, dass das Kühlmedium um die Umlenkleche (33) des TLX-G/G im Gegenstromverfahren abwechselnd um 180° um die Außenseite von Bündelrohren (36) geführt wird, dass am

Mantel (38) des TLX-G/G (14) am oberen Ende vor dem Eintrittskopf des vertikal ausgerichteten TLX-G/G ein Gaseintrittsstutzen (32) für die Rückführungsleitung (16) des vor gewärmten Kühlmediums angeordnet wird und dass im Mantelraum (30) des TLX-G/G (14) in Bereichen der Umlenkleche (33) Segmente (34) frei von Rohrbündeln (37) vorgesehen werden.

- 5
11. Verfahren für ein Quenchsystem nach Patentanspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Größe des frei zu durchströmenden Segmentes (34) zwischen 10% bis 20% der Querschnittsfläche des Innendurchmessers des Mantels (38) des TLX-G/G (14) bemessen wird.
- 10 12. Verfahren für ein Quenchsystem nach Patentanspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bündelrohre (36) des TLX-G/G (14) in einer Dreiecksteilung (42) für eine Durchströmung (41) eines Kühlmediums angeordnet werden und dass die Seitenlänge des Dreiecks das 1,2-fache bis 1,3-fache eines Rohrdurchmessers (43) eines Bündelrohres (36) soll.
- 15 13. Verfahren für ein Quenchsystem nach Patentanspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** um den Mantel (38) des TLX-G/G (14) am oberen Ende hinter dem Eintrittskopf des Spaltgases vom TLX-G/G ein unterschiedliche Wärmespannungen zwischen Bündelrohr (36) und Mantel (38) ausgleichender Kompensator (39) verbaut wird.
- 20 14. Verfahren für ein Quenchsystem nach Patentanspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Mantelraumes (30) des TLX-G/G (14) Reinigungsstutzen (40) nahe am Rohrboden (44) des Austrittskopfes des Spaltgases eines vertikal ausgerichteten TLX-G/G angeordnet werden.
- 25 15. Verfahren für ein Quenchsystem nach Patentanspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich des Mantelraumes (30) des TLX-G/G (14) zwei bis vier verschleißbare Reinigungsstutzen (40) mit jeweils 200mm bis 500mm Durchmesser vorgesehen werden und dass die Reinigungsstutzen (40) mit einem Abstand von 100mm bis 200mm vom unteren Rohrboden (44) des Austrittskopfes des TLX-G/G angebracht werden.
- 30 16. Verfahren für ein Quenchsystem nach Patentanspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem horizontal ausgerichteten TLX-G/G (14) nach vorbestimmtem Verunreinigungsgrad durch Koksablagerungen zwei bis vier Reinigungsstutzen (40) mit jeweils 200mm bis 500mm Durchmesser im unteren Bereich des Mantelraumes (30) der Länge nach vorgesehen werden.

35

40

45

50

55

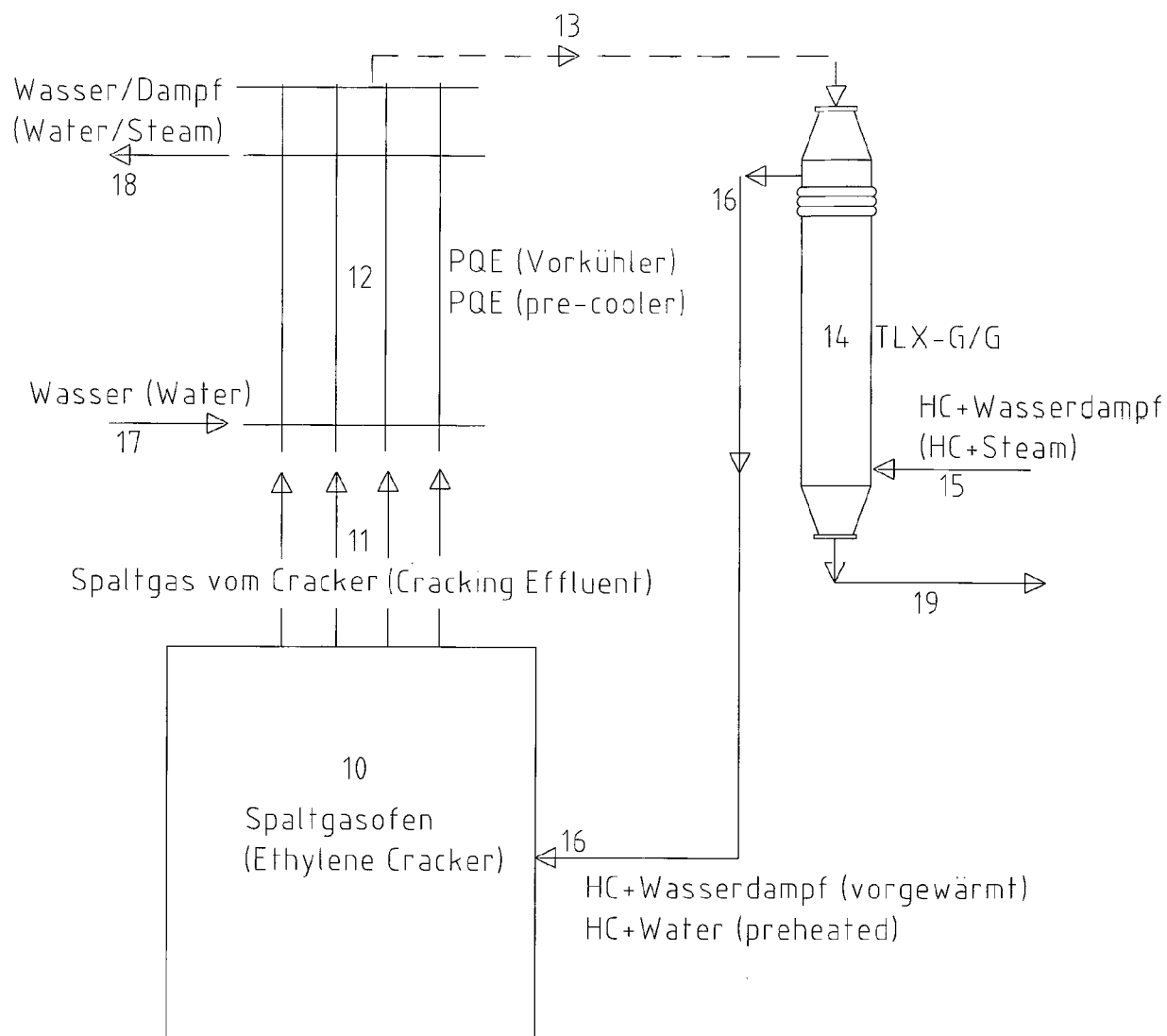


Fig. 1

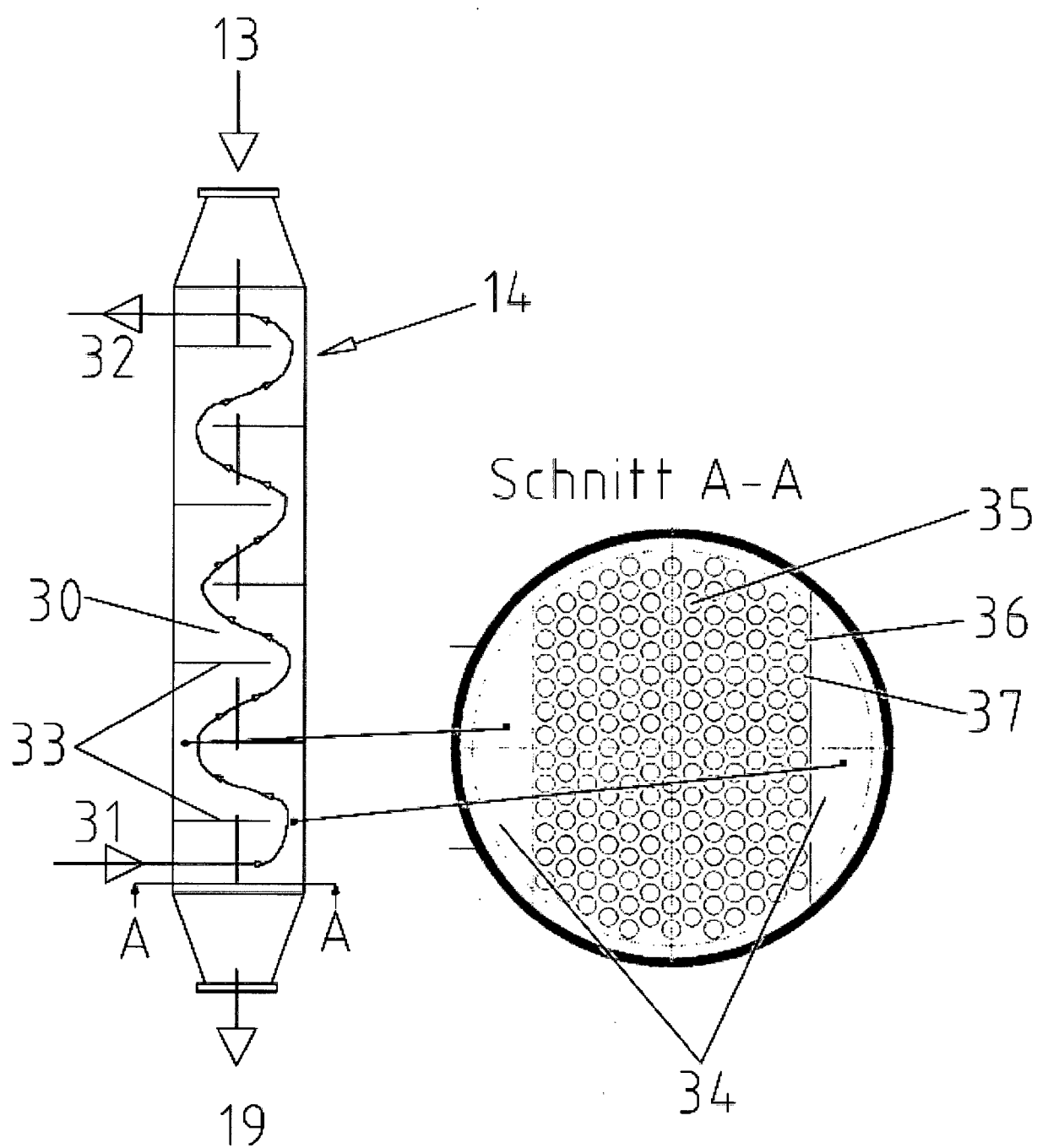


Fig. 2

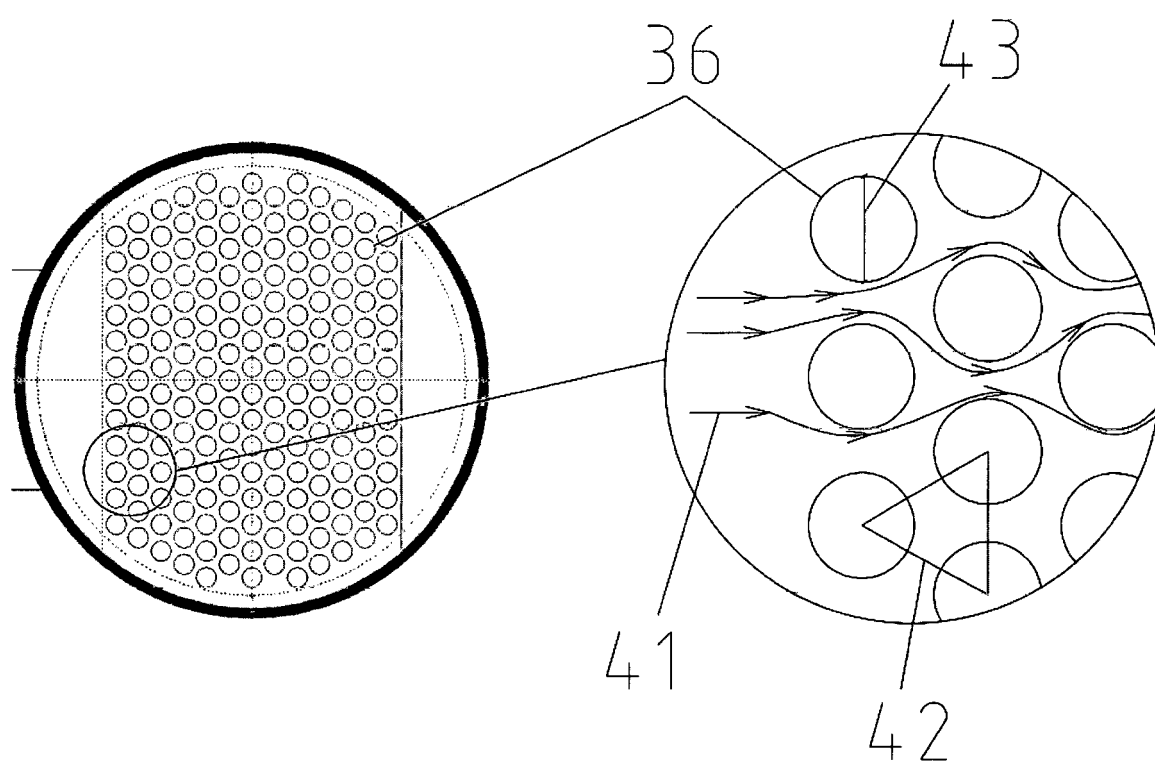


Fig. 3

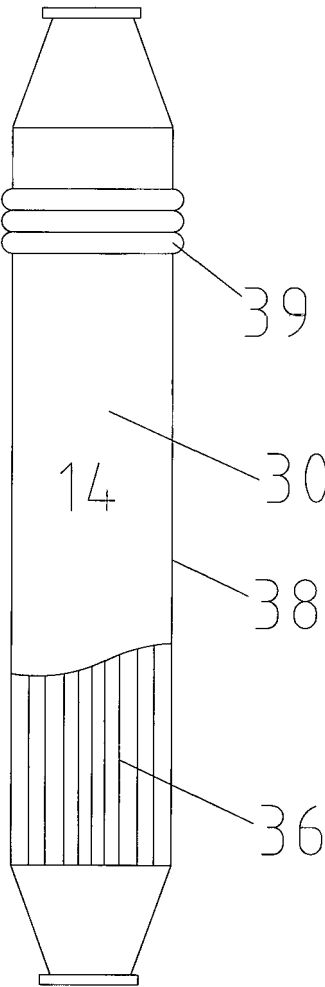


Fig. 4

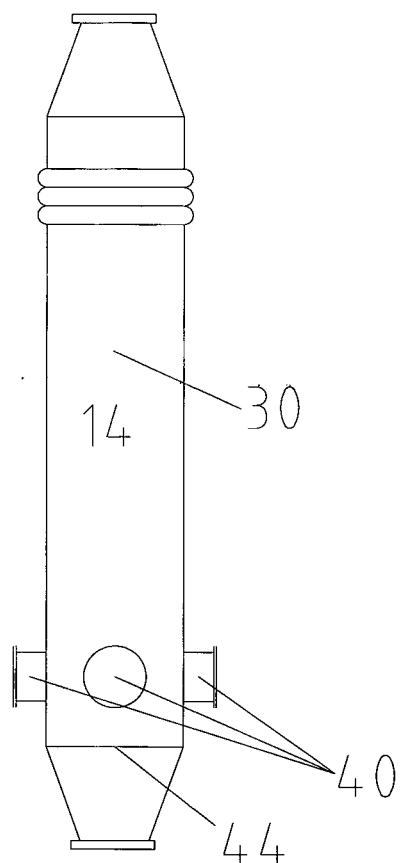


Fig. 5

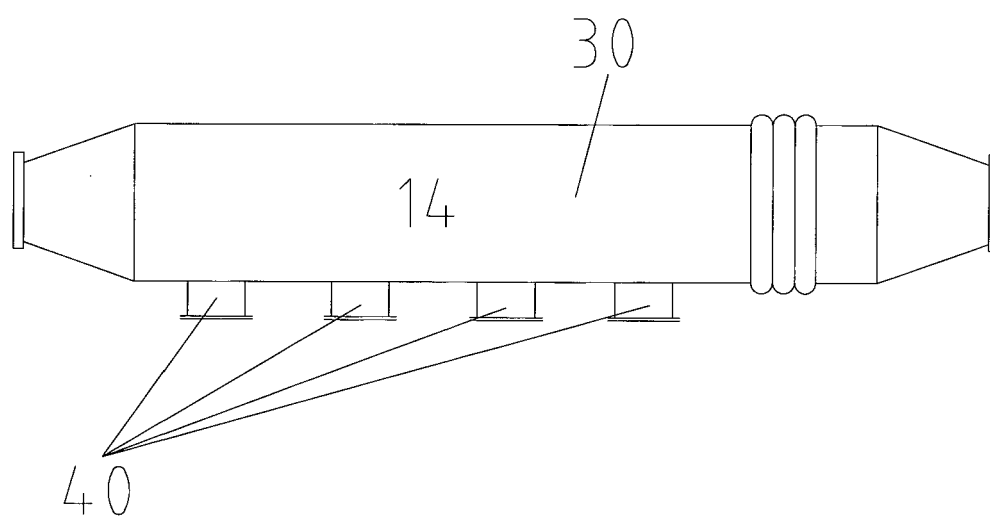


Fig. 6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 00 0120

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2023/183411 A1 (LUMMUS TECHNOLOGY INC [US]) 28. September 2023 (2023-09-28) * Abbildungen 1,2 * * Absätze [0025], [0027], [0034] * -----	1-16	INV. C10G9/00
X	WO 2022/189423 A1 (LINDE GMBH [DE]) 15. September 2022 (2022-09-15) * Abbildungen 6, 10 * * Seite 29, Zeilen 1-34 * * Ansprüche 1-14 * -----	1-16	
A	CN 115 823 913 A (LIANYUNGANG PETROCHEMICAL CO LTD) 21. März 2023 (2023-03-21) * Abbildung 1 * * Anspruch 1 * * Absätze [0023] - [0028] * -----	1-16	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			C10G F28F F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 7. Februar 2025	Prüfer Zuurdeeg, Boudewijn
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 24 00 0120

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

07 - 02 - 2025

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	WO 2023183411 A1	28-09-2023	CN 119234027 A	31-12-2024
			EP 4496868 A1	29-01-2025
15			KR 20240164921 A	21-11-2024
			TW 202342706 A	01-11-2023
			US 2023303935 A1	28-09-2023
			WO 2023183411 A1	28-09-2023
	-----			-----
20	WO 2022189423 A1	15-09-2022	AU 2022233542 A1	07-09-2023
			BR 112023017609 A2	07-11-2023
			CA 3211807 A1	15-09-2022
			CN 117015680 A	07-11-2023
			EP 4056893 A1	14-09-2022
25			EP 4305344 A1	17-01-2024
			ES 2993907 T3	13-01-2025
			HU E068511 T2	28-12-2024
			JP 2024512390 A	19-03-2024
			KR 20230154265 A	07-11-2023
30			PL 4305344 T3	02-12-2024
			US 2024158701 A1	16-05-2024
			WO 2022189423 A1	15-09-2022
			ZA 202309147 B	18-12-2024
	-----			-----
35	CN 115823913 A	21-03-2023	KEINE	
	-----			-----
40				
45				
50				
55				

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 3032209 B1 [0005]
- US 8158840 B2 [0006]
- EP 1939412 B1 [0007]