



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :
15.12.93 Patentblatt 93/50

⑤① Int. Cl.⁵ : **C10G 9/20**

②① Anmeldenummer : **92102007.9**

②② Anmeldetag : **06.02.92**

⑤④ **Verfahren zur Prozesssteuerung in Spaltöfen zur Olefinherstellung.**

③⑩ Priorität : **19.02.91 DE 4105095**

⑦③ Patentinhaber : **Linde Aktiengesellschaft**
Abraham-Lincoln-Strasse 21
D-65189 Wiesbaden (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
26.08.92 Patentblatt 92/35

⑦② Erfinder : **Zimmermann, Heinz. Dr.-Ing.**
Irminsulstrasse 14a
W-8000 München 71 (DE)
Erfinder : **Schwab, Wolfgang**
Asternweg 18a
W8190 Wolfratshausen (DE)

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung :
15.12.93 Patentblatt 93/50

⑥④ Benannte Vertragsstaaten :
AT BE DE FR GB IT NL

⑦④ Vertreter : **Schaefer, Gerhard, Dr.**
Linde Aktiengesellschaft Zentrale
Patentabteilung
D-82049 Höllriegelskreuth (DE)

⑤⑥ Entgegenhaltungen :
DE-A- 1 568 966
DE-A- 2 854 061
US-A- 4 479 869

EP 0 499 897 B1

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Übergangstemperatur zwischen der Konvektions- und der Strahlungszone in Spaltöfen zur Olefinherstellung aus unterschiedlichen Kohlenwasserstoffeinsätzen.

Bei der thermischen Spaltung von Kohlenwasserstoffen zur Olefinerzeugung ist es erforderlich, die Kohlenwasserstoffe in der Spaltzone, sprich Strahlungszone, auf hohe Temperaturen in der Größenordnung zwischen 550°C und 900°C zu erhitzen, um die gewünschten Umwandlungen beim kurzzeitigen Durchströmen der Kohlenwasserstoffe durch diese Zone zu erzielen. Um dies zu erreichen, müssen die Kohlenwasserstoffe bereits vor Eintritt in die Strahlungszone auf relativ hohe Temperaturen vorgewärmt werden. Da die Spaltung üblicherweise in Gegenwart von Wasserdampf als inertem Verdünnungsmittel durchgeführt wird, ist es darüber hinaus erforderlich, auch den Wasserdampf auf die Eintrittstemperatur der Strahlungszone vorzuwärmen.

Die erforderlichen hohen Temperaturen in der Spaltzone werden üblicherweise dadurch erreicht, daß das Einsatzmaterial durch Spaltrohre geführt wird, die in der Strahlungszone eines brennerbeheizten Spaltofens angeordnet sind. Die bei der Befeuerung entstehenden heißen Rauchgase bilden nach ihrem Austritt aus der Strahlungszone noch ein großes Wärmereservoir, das zur Vorwärmung des Kohlenwasserstoffeinsatzes und ggf. weiterer Fluide verwertbar ist und zu diesem Zweck durch eine mit Wärmetauschern bestückte Konvektionszone geleitet wird.

Unter der idealisierten Voraussetzung, daß ein genau definierter, unveränderlicher Kohlenwasserstoffeinsatz bei stets unveränderten Betriebsverhältnissen verarbeitet wird, ließe sich theoretisch das Design der Konvektions- als auch der Strahlungszone hinsichtlich Anzahl der Wärmetauscher, Länge der Rohrleitungen, Verweilzeiten etc. sehr genau bestimmen. Selbst bei einem zeitlich und von seiner Zusammensetzung nahezu konstanten Einsatz zeigt die Praxis jedoch, daß aufgrund der komplexen und noch nicht völlig durchforschten gegenseitigen Abhängigkeit der einzelnen Betriebsparameter Regeleingriffe während des Betriebes unumgänglich sind. Die Betriebspraxis zeigt außerdem, daß in fast allen Fällen die Produktzusammensetzung der Kohlenwasserstoffeinsätze in größeren Grenzen schwankt, wodurch eine entsprechende Flexibilität in den Spaltbedingungen, d.h. speziell des Temperaturprofils, wünschenswert erscheint.

Die DE-A- 15 68 966 vermittelt die Lehre, wie eine solche Regelung aussehen kann. Sie betrifft ein Regelungsverfahren für die Spaltung von Kohlenwasserstoffen, bei dem die Übergangstemperatur zwischen einem Konvektionsteil und einem Strahlungsteil eines Spaltofens geregelt wird, indem entweder ein Teil der heißen Rauchgase oder ein Teil der vorzuwärmenden Kohlenwasserstoffe um die Konvektionszone herumgeführt wird.

Das bekannte Verfahren ist darauf ausgerichtet, das Temperaturprofil innerhalb eines Konvektionszone und eine anschließende Strahlungszone durchsetzenden Spaltrohres zu beeinflussen. Eine größere Steilheit des Temperaturprofils in der Strahlungszone wird dabei dadurch erreicht, daß die Vorwärmung des Spalteinsatzes in der Konvektionszone reduziert wird, so daß die Übergangstemperatur von der Konvektionszone in die Strahlungszone verringert und in der Strahlungszone zunächst noch die Vorwärmung fortgesetzt wird. Ein wesentlicher Gesichtspunkt dieses Verfahrens ist darin zu sehen, daß die dort vorgesehene Regelung so arbeitet, daß am Austrittsende des Spaltrohres jeweils die fest vorgegebene Endtemperatur T_E erreicht wird. Die zitierte deutsche Offenlegungsschrift gibt jedoch keine Hinweise auf eine vorzunehmende Änderung der Verfahrensführung bei einem Übergang zu einem gänzlich unterschiedlichen Spalteinsatz, etwa dem Übergang von Benzinfraktionen zu Gasöl.

Da ein stetig wachsender Bedarf an Olefinen besteht, der zu einer Verknappung und/oder Preissteigerung bestimmter Einsätze führen kann, sind seit einiger Zeit Bestrebungen im Gange, Verfahren zu entwickeln, die die optimale Verwertung verschiedener Kohlenwasserstoffeinsätze erlauben.

Ein Wechsel des Kohlenwasserstoffeinsatzes macht jedoch in den meisten Fällen Änderungen im Verfahrensablauf notwendig. Ferner sind u.a. auch Änderungen in der Dampfverdünnung erforderlich. Derartige Änderungen können starke Schwankungen der Durchflußmenge durch die in der Konvektionszone angeordneten Wärmetauscher bedingen, was betriebstechnische Probleme verursachen kann.

Aus der deutschen Patentschrift De-A- 28 54 061 ist ein Verfahren zum Vorwärmen von Kohlenwasserstoffen vor deren thermischer Spaltung in der Strahlungszone eines brennerbeheizten Spaltofens bekannt, wobei die Kohlenwasserstoffe und andere Fluide durch in der Konvektionszone des Spaltofens angeordnete Wärmetauscher gegen Rauchgas erhitzt werden. Die Auslegung des Spaltofens für die Spaltung unterschiedlicher Kohlenwasserstoffeinsätze resultiert aus der Möglichkeit, die Kohlenwasserstoffe und andere Fluide durch in eine Reihe von Bündeln unterteilte Wärmetauscher zu führen, wobei die Durchflußreihenfolge und/oder die durch die einzelnen Bündel fließenden Fluide mittels einer Schalteinrichtung in Abhängigkeit vom Spalteinsatz verändert werden können. Dies wird dadurch ermöglicht, daß die Wärmetauscherbündel mindestens teilweise durch mit Umschaltorganen versehenen Leitungen miteinander verbunden sind.

Um eine möglichst optimale Ausbeute aus dem jeweiligen Kohlenwasserstoffeinsatz bei möglichst gerin-

gem Energiebedarf realisieren zu können, ist die Regelung der Übergangstemperatur, auch Cross-Over-Temperatur genannt, zwischen Konvektions- und Strahlungszone des Spalt-, Pyrolyse- bzw. Crackofens notwendig.

5 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der obengenannten Art so weiterzubilden, daß eine Anpassung der Übergangstemperatur zwischen Konvektions- und Strahlungszone bei unterschiedlichsten Kohlenwasserstoffeinsätzen auf verfahrenstechnisch einfache Weise bei einer verbesserten Wirtschaftlichkeit des Prozeßablaufes möglich ist.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Einsatzstrom vor der Einleitung in die Konvektionszone in zwei Teilströme geteilt, der erste Teilstrom zunächst vorgewärmt, anschließend mit Prozeßdampf vermischt, danach mit dem zweiten, bis zu diesem Zeitpunkt unbehandelten Teilstrom vermischt und der so gebildete Gesamtprozeßstrom nach weiterer Erwärmung und/oder Verdampfung in die Strahlungszone geführt wird.

15 Eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin den Prozeßdampf vor der Vermischung mit dem ersten Teilstrom zu überhitzen. Diese Prozeßdampfüberhitzung kann zum einen in einem Wärmetauscher der Konvektionszone des Spaltofens gegen heißes, aus der Strahlungszone des Spaltofens kommendes Rauchgas, und zum anderen auf beliebige Art und Weise außerhalb des Spaltofens geschehen. Erstere Ausgestaltung findet vor allem bei flüssigen Kohlenwasserstoffeinsätzen Verwendung, da hier zunächst nur eine teilweise Verdampfung des ersten Teilstromes stattfindet und erst beim Vermischen von überhitztem Prozeßdampf und erstem Teilstrom eine nahezu vollständige Verdampfung aufgrund der Wärmeabgabe des überhitzten Prozeßdampfes auf die Kohlenwasserstoffe erfolgt.

Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht die Möglichkeit vor, Prozeßdampf und ersten Teilstrom zunächst zu vermischen und das so gebildete Gasgemisch anschließend einem Wärmetauscher zuzuführen wo es soweit erwärmt wird, daß es zu einer Überhitzung des Gasgemisches kommt.

25 Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens offenbart die Möglichkeit, die Vorwärmung des ersten Teilstromes vor dem Vermischen mit Prozeßdampf ein- oder mehrstufig durchzuführen.

Ebenso kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung die Erwärmung des nach dem Vermischen beider Teilströme gebildeten Gesamtprozeßstromes in einem oder mehreren Schritten erfolgen.

30 Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, die Vorwärmung des ersten Teilstromes sowie die weitere Erwärmung des nach dem Vermischen beider Teilströme gebildeten Gesamtprozeßstromes durch indirekten Wärmetausch mit dem aus der Strahlungszone kommenden heißen Rauchgas durchzuführen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist auf so unterschiedliche Kohlenwasserstoffeinsätze wie Ethan, Propan, Butan, Flüssiggas, Naphtha, Kerosin, atmosphärisches Gasöl, hydriertes atmosphärisches Gasöl und hydriertes Vakuum-Gasöl anwendbar. Hierzu muß angemerkt werden, daß neben den genannten nahezu alle weiteren bekannten Kohlenwasserstoffeinsätze Verwendung finden können.

40 Das erfindungsgemäße Verfahren erlaubt nun eine verfahrenstechnisch verhältnismäßig unaufwendige Anpassung des Spaltprozesses an unterschiedlichste Kohlenwasserstoffeinsätze. Dadurch kann eine optimierte und somit maximale Verwertung der Kohlenwasserstoffeinsätze bei geringstmöglichem Energiebedarf, hierbei ist speziell Heizgas zum Betreiben der Brenner in der Strahlungszone und die daraus resultierende Menge und Temperatur des Rauchgases gemeint, erzielt werden. Der konstruktive und betriebstechnische Aufwand gegenüber dem zitierten Stand der Technik kann dadurch erheblich vermindert werden.

45 Das erfindungsgemäße Verfahren reduziert somit die Investitions- und Betriebskosten aufgrund folgender Verbesserungen: Optimierung der Verwertung bei verschiedenen Kohlenwasserstoffeinsätzen, Minimierung der benötigten Heizmedien sowie konstruktive Vereinfachung der Konvektionszone eines Spaltofens zur Olefinherstellung aus unterschiedlichen Kohlenwasserstoffeinsätzen.

50 Eine exakte Regelung der Übergangstemperatur zwischen Konvektions- und Strahlungszone ermöglicht ferner die Reduzierung von Koksablagerungen im zuletzt vom Gesamtprozeßgasstrom durchströmten Wärmetauscher. Die Verkokungsgeschwindigkeit der Gasleitungen hängt im wesentlichen sowohl von der Temperatur des zu spaltenden Gasgemisches als auch von der Crackschärfe ab. Dies bedeutet, daß der Beginn der eigentlichen Spaltungsprozesse in den letzten Wärmetauschern der Konvektionszone vermieden werden sollte. Eine schnelle Verkokung der Gasleitungen kann die Laufzeiten eines Spaltofens drastisch verkürzen.

55 Die Regelung der Übergangstemperatur ermöglicht nun, eine Temperatur einzustellen, die für jeden verwendeten Kohlenwasserstoffeinsatz so gewählt wird, daß gerade noch keine Verkokung in der Konvektionszone erfolgt. Die Vermeidung von Betriebsunterbrechungen aufgrund von Entkokungsarbeiten in der Konvektionszone führt zu einer Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Spaltofens.

Die Erfindung sei nunmehr anhand zweier schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Dabei zeigen:

Figur 1: Ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei der Prozeßdampf zunächst überhitzt und anschließend mit dem ersten Teilstrom vermischt wird.

Figur 2: Ein erfindungsgemäßes Verfahren, wobei der Prozeßdampf und erste Teilstrom zunächst vermischt und anschließend soweit erwärmt werden, daß es zu einer Überhitzung der Prozeßdampfkomponente des gebildeten Gasgemisches kommt.

Figur 1 ist die prinzipielle Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Sie zeigt die Konvektionszone eines Spaltofens zur thermischen Zerlegung von unterschiedlichen Kohlenwasserstoffeinsätzen.

Über Leitung 1 wird der Kohlenwasserstoffeinsatzstrom vor die Konvektionszone geführt und im gewünschten Verhältnis in einen ersten Teilstrom (Leitung 2) und einen zweiten Teilstrom (Leitung 3) geteilt. Der erste Teilstrom wird sodann über Leitung 2 einem Wärmetauscher B zugeführt, gegen abkühlendes Rauchgas (dargestellt durch die gestrichelten Pfeile) aus der Strahlungszone des Spaltofens erwärmt und über Leitung 2a abgeführt. Der zur Verdünnung des Kohlenwasserstoffeinsatzes benötigte Prozeßdampf wird einem Wärmetauscher C über Leitung 4 zugeführt und in ihm gegen abkühlendes Rauchgas überhitzt. Der überhitzte Prozeßdampf wird anschließend über Leitung 4a abgezogen, mit dem erwärmten ersten Teilstrom aus Leitung 2a vermischt und über Leitung 2c mit dem zweiten, bis dahin unbehandelten Teilstrom in Leitung 3 zusammengeführt. Der so gebildete Gesamtprozeßstrom wird anschließend über Leitung 5 einem Wärmetauscher D zugeführt, wo er gegen abkühlendes Rauchgas weiter erwärmt bzw. verdampft wird. Nach Umgehung eines dazwischen angeordneten Wärmetauschers E, der weiter unten beschrieben wird, wird der Gesamtprozeßstrom über Leitung 6 einem letzten Wärmetauscher F in der Konvektionszone zugeführt und in ihm gegen abkühlendes heißes Rauchgas auf die gewünschte Übergangstemperatur zwischen Konvektions- und Strahlungszone erwärmt, bevor er über Leitung 7 in die Strahlungszone geleitet wird.

Im Wärmetauscher A wird über Leitung 10 zugeführtes Speisewasser erhitzt und danach über Leitung 11 in eine hier nicht dargestellte Hochdruck-Dampftrommel geleitet. Dieses Speisewasser dient als Kühlmittel für die Quenchung der Spaltgase, wozu es einem Quenchkühler zugeführt wird. Beim Wärmetausch mit den heißen Spaltgasen bildet sich Dampf, der im oberen Bereich des Quenchkühlers gesammelt und in den Dampfraum der Hochdruck-Dampftrommel zurückgeführt wird. Von dort gelangt er über Leitung 12 in den Wärmetauscher E, wo er gegen Rauchgas hoher Temperatur überhitzt wird. Der überhitzte Dampf wird über Leitung 13 abgezogen und kann beispielsweise zum Betreiben einer Turbine zur Energierückgewinnung verwendet werden.

Das Rauchgas hat am Übergang von der Strahlungs- zur Konvektionszone eine Temperatur von 1000°C bis 1200°C, verläßt die hier dargestellte Konvektionszone am oberen Ende mit einer Temperatur von etwa 130°C und wird, gegebenenfalls nach einer Reinigung, über einen Schornstein abgeführt.

Figur 2 zeigt eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Wie bereits bei Figur 1 beschrieben, wird der Kohlenwasserstoffeinsatz im gewünschten Verhältnis in einen ersten Teilstrom (Leitung 2) und einen zweiten Teilstrom (Leitung 3) geteilt. Der erste Teilstrom wird auch hier über Leitung 2 in einen Wärmetauscher B geführt, gegen abkühlendes Rauchgas erwärmt und über Leitung 2a abgezogen. Über Leitung 4 wird zur Verdünnung benötigter Prozeßdampf herangeführt und mit dem ersten, bereits erwärmten Teilstrom in Leitung 2a vermischt, das so gebildete Gasgemisch über Leitung 2b einem weiteren Wärmetauscher C zugeführt und in ihm so weit erwärmt, daß es zu einer Überhitzung der Prozeßdampfkomponente kommt. Das Gasgemisch wird anschließend über Leitung 2c abgezogen und mit dem zweiten, bis zu diesem Zeitpunkt unbehandelten Teilstrom in Leitung 3 vermischt. Der so gebildete Gesamtprozeßstrom wird analog zur Figur 1 über die Leitungen 5, 6 und 7 sowie die Wärmetauscher D und F in die Strahlungszone geführt.

Die Punkte 21 und 22 kennzeichnen je einen Meßpunkt zur Durchflußmengenkontrolle in den beiden Teilstromen in Leitung 2 und Leitung 3. Die Punkte 23 bis 28 bezeichnen sechs Temperaturmeßpunkte.

Tabelle 1 zeigt anhand von sechs unterschiedlich gewählten Verhältnissen der beiden Teilstrome, in welchem Bereich sich die Übergangstemperatur, die der Temperatur des Meßpunktes 28 entspricht, variieren läßt. Als Kohlenwasserstoffeinsatz ist Ethan gewählt.

Tabelle 1**Kohlenwasserstoffeinsatz: Ethan**

| <u>Temperatur- meßpunkt</u> | <u>Verhältnis Teilstrom 1 / Teilstrom 2</u> | | | | | |
|---------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | <u>100/0</u> | <u>80/20</u> | <u>60/40</u> | <u>50/50</u> | <u>40/60</u> | <u>30/70</u> |
| 23 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 | 68 |
| 24 | 592 | 625 | 646 | 646 | 646 | 646 |
| 25 | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 |
| 26 | 647 | 642 | 636 | 633 | 631 | 629 |
| 27 | 600 | 552 | 482 | 440 | 394 | 347 |
| 28 | 761 | 739 | 709 | 689 | 669 | 649 |

Die günstige Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens sei nachfolgend anhand dreier Beispiele aufgezeigt. Als Kohlenwasserstoffeinsatz ist im ersten Beispiel atmosphärisches Gasöl mit einem Teilstromverhältnis von 100/0 und in den Beispielen 2 und 3 Ethan mit einem Teilstromverhältnis von 30/70 bzw. 60/40 gewählt. Die Beschreibung der drei Beispiele erfolgt anhand von Figur 1.

Beispiel 1:

Über Leitung 1 und 2 wird Gasöl mit einem Druck von 5,4 bar und einer Temperatur von 82°C in flüssiger Form Wärmetauscher B zugeführt. Nach Erhitzen auf 357°C wird das bereits zur Hälfte verdampfte Gasöl bei einem Druck von 5,4 bar über Leitung 2a abgezogen. Über Leitung 4 wird Wärmetauscher C Wasserdampf bei einem Druck von 5,6 bar und einer Temperatur von 179°C zugeführt. Nach erfolgter Überhitzung wird der Wasserdampf mit einem Druck von 5,4 bar und einer Temperatur von 449°C über Leitung 4a abgezogen und mit dem Gasöl aus Leitung 2a vermischt. Die Vermischung hat ein völliges Verdampfen des gebildeten Gemisches zur Folge, so daß über Leitung 2c und 5 Wärmetauscher D ein Gemisch mit einem Druck von 5,0 bar und einer Temperatur von 361°C zugeführt wird. Das weitererwärmte Gemisch verläßt Wärmetauscher D mit einem Druck von 4,9 bar und einer Temperatur von 449°C und wird über Leitung 6 anschließend dem letzten Wärmetauscher F der Konvektionszone zugeführt. Mit einem Druck von 4,8 bar und einer Temperatur von 540°C, die der Übergangstemperatur zwischen der Konvektionszone und der Strahlungszone entspricht, wird es über Leitung 7 dem Wärmetauscher F entzogen und in die Strahlungszone geführt. Weiterhin wird in Wärmetauscher A Speisewasser von 110°C auf 140°C vorgewärmt und im Wärmetauscher E Hochdruckdampf von 329°C auf 527°C überhitzt. Das heiße Rauchgas hat beim Eintritt in die Konvektionszone eine Temperatur von 1124°C und verläßt die Konvektionszone nach Überströmen der sieben Wärmetauscher A bis F mit einer Temperatur von 122°C.

Beispiel 2:

Über Leitung 1 wird als Kohlenwasserstoffeinsatz gasförmiges Ethan mit einem Druck von 3,9 bar und einer Temperatur von 68°C herangeführt. 30% des Einsatzes werden über Leitung 2 Wärmetauscher B zugeführt, in ihm auf 646°C erhitzt und über Leitung 2a mit einem Druck von 3,9 bar abgeführt. Über Leitung 4 wird Wärmetauscher C Wasserdampf mit einem Druck von 3,9 bar und einer Temperatur von 175°C zugeführt, auf 629°C überhitzt, bei konstantem Druck über Leitung 4a abgezogen und mit dem erwärmten Ethan aus Leitung 2a vermischt. Das gebildete Gasgemisch wird über Leitung 2c mit den restlichen 70% des, bis zu diesem Zeitpunkt unbehandelten Kohlenwasserstoffeinsatzes zusammengeführt und das so gebildete Gemisch mit einem Druck von 3,5 bar und einer Temperatur von 347°C über Leitung 5 Wärmetauscher D zugeführt. In ihm erfolgt eine weitere Erwärmung auf 496°C, woraufhin das Gasgemisch mit einem Druck von 3,4 bar über Leitung 6 in den Wärmetauscher F geführt wird. Hier erfolgt eine Erwärmung auf eine Übergangstemperatur von 649°C, bevor das Gemisch über Leitung 7 in die Strahlungszone gelangt. Weiterhin wird im Wärmetauscher A Speisewasser von 110°C auf 309°C vorgewärmt bzw. verdampft und im Wärmetauscher E Hochdruckdampf von 330°C auf 504°C überhitzt. Das heiße Rauchgas hat beim Eintritt in die Konvektionszone eine Temperatur von 1182°C und verläßt die Konvektionszone nach Überströmen der sieben Wärmetauscher A bis F mit einer Temperatur von 183°C.

Beispiel 3:

Über Leitung 1 wird als Kohlenwasserstoffeinsatz gasförmiges Ethan mit einem Druck von 4,0 bar und einer Temperatur von 68°C herangeführt. 60% des Einsatzes werden über Leitung 2 Wärmetauscher B zugeführt, in ihm auf 643°C erhitzt und über Leitung 2a mit einem Druck von 3,9 bar abgeführt. Über Leitung 4 wird Wärmetauscher C Wasserdampf mit einem Druck von 3,9 bar und einer Temperatur von 175°C zugeführt, auf 636°C überhitzt, bei konstantem Druck über Leitung 4a abgezogen und mit dem erwärmten Ethan aus Leitung 2a vermischt. Das gebildete Gasgemisch wird über Leitung 2c mit den restlichen 40% des, bis zu diesem Zeitpunkt unbehandelten Kohlenwasserstoffeinsatzes zusammengeführt und das so gebildete Gemisch mit einem Druck von 3,5 bar und einer Temperatur von 482°C über Leitung 5 Wärmetauscher D zugeführt. In ihm erfolgt eine weitere Erwärmung auf 581°C, worauf hin das Gasgemisch mit einem Druck von 3,5 bar über Leitung 6 in den Wärmetauscher F geführt wird. Hier erfolgt eine Erwärmung auf eine Übergangstemperatur von 709°C, bevor das Gemisch über Leitung 7 in die Strahlungszone gelangt. Weiterhin wird im Wärmetauscher A Speisewasser von 110°C auf 256°C vorgewärmt bzw. verdampft und im Wärmetauscher E Hochdruckdampf von 329°C auf 527°C überhitzt. Das heiße Rauchgas hat beim Eintritt in die Konvektionszone eine Temperatur von 1166°C und verläßt die Konvektionszone nach Überströmen der sieben Wärmetauscher A bis F mit einer Temperatur von 162°C.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Übergangstemperatur zwischen der Konvektions- und der Strahlungszone in Spaltöfen zur Olefinherstellung aus unterschiedlichen Kohlenwasserstoffeinsatzes, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatzstrom vor der Einleitung in die Konvektionszone in zwei Teilströme geteilt, der erste Teilstrom zunächst vorgewärmt, anschließend mit Prozeßdampf vermischt, danach mit dem zweiten, bis zu diesem Zeitpunkt unbehandelten Teilstrom vermischt und der so gebildete Gesamtprozeßstrom nach weiterer Erwärmung und/oder Verdampfung in die Strahlungszone geführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßdampf überhitzt und anschließend mit dem ersten Teilstrom vermischt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Prozeßdampf in einem Wärmetauscher der Konvektionszone des Spaltofens gegen heißes, aus der Strahlungszone des Spaltofens kommendes Rauchgas überhitzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bereits außerhalb des Spaltofens überhitzter Prozeßdampf zugeführt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Teilstrom und der Prozeßdampf zunächst vermischt und anschließend soweit erwärmt werden, daß es zu einer Überhitzung des gebildeten

Gasgemisches kommt.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorwärmung des ersten Teilstromes vor dem Vermischen mit Prozeßdampf ein- oder mehrstufig erfolgen kann.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Erwärmung des nach dem Vermischen beider Teilströme gebildeten Gesamtprozeßstromes ein- oder mehrstufig erfolgen kann.
- 10 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorwärmung des ersten Teilstroms sowie die weitere Erwärmung des nach dem Vermischen beider Teilströme gebildeten Gesamtprozeßstromes durch indirekten Wärmetausch mit dem aus der Strahlungszone kommenden heißen Rauchgas erfolgt.
- 15 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Kohlenwasserstoffeinsätze Ethan, Propan, Butan, Flüssiggas, Naphtha, Kerosin, atmosphärisches Gasöl, hydriertes atmosphärisches Gasöl und hydriertes Vakuum-Gasöl Verwendung finden können.

20 Claims

- 25 1. A process for regulating the transition temperature between the convection zone and the radiation zone in cracking ovens for the production of olefins from different hydrocarbon charges, characterised in that prior to entry into the convection zone the charge stream is divided into two sub-streams, the first sub-stream is initially preheated, then mixed with process steam, and then mixed with the second sub-stream, which up to this time is untreated, and following further heating and/or evaporation the total process stream thus formed is conveyed into the radiation zone.
- 30 2. A process as claimed in Claim 1, characterised in that the process steam is superheated and then mixed with the first sub-stream.
3. A process as claimed in Claim 2, characterised in that the process steam is superheated in a heat exchanger of the convection zone of the cracking oven in the presence of hot flue gas emanating from the radiation zone of the cracking oven.
- 35 4. A process as claimed in Claim 2, characterised in that superheated process steam is supplied outside of the cracking oven.
- 40 5. A process as claimed in Claim 1, characterised in that the first sub-stream and the process steam are initially mixed and then heated to the extent that superheating of the formed gas mixture occurs.
- 45 6. A process as claimed in one of Claims 1 to 5, characterised in that the preheating of the first sub-stream can take place prior to the mixing with the process steam in one stage or several stages.
7. A process as claimed in one of Claims 1 to 6, characterised in that the further heating of the total process stream, formed following the mixing of the two sub-streams, can take place in one stage or several stages.
- 50 8. A process as claimed in one of Claims 1 to 7, characterised in that the preheating of the first sub-stream and the further heating of the total process stream, formed following the mixing of the two sub-streams, takes place by indirect heat exchange with the hot flue gas emanating from the radiation zone.
9. A process as claimed in one of Claims 1 to 8, characterised in that ethane, propane, butane, liquid gas, naphtha, kerosine, atmospheric gas oil, hydrogenated atmospheric gas oil and hydrogenated vacuum gas oil can be used as hydrocarbon charges.

55

Revendications

1. Procédé de régulation de la température de transition entre la zone de convection et la zone de rayonnement dans des fours de craquage pour la production d'oléfines à partir de différentes charges d'hydro-

- carbures, caractérisé en ce que le courant de charge est divisé avant introduction dans la zone de convection en deux courants partiels, le premier courant partiel étant d'abord préchauffé, puis mélangé à la vapeur produite dans le procédé, et est mélangé enfin au second courant partiel, non-traité jusqu'alors, le courant global obtenu étant amené à la zone de rayonnement après réchauffage et/ou vaporisation ultérieure(s).
- 5
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vapeur produite dans le procédé est surchauffée et mélangée ensuite au premier courant partiel.
- 10
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la vapeur produite dans le procédé est surchauffée dans un échangeur thermique de la zone de convection du four de craquage, au contact d'un gaz de combustion provenant de la zone de rayonnement du four de craquage.
- 15
4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que de la vapeur produite dans le procédé est amenée déjà surchauffée à l'extérieur du four de craquage.
- 20
5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier courant partiel et la vapeur produite sont d'abord mélangés puis réchauffés ensuite jusqu'à parvenir à une surchauffe du mélange de gaz obtenu.
- 25
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le préchauffage du premier courant partiel est effectué en une ou plusieurs étapes avant le mélange avec la vapeur produite dans le procédé.
- 30
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le réchauffage ultérieur du courant global obtenu formé après mélange des deux courants partiels peut s'effectuer en une ou plusieurs étapes.
- 35
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le préchauffage ultérieur du courant global obtenu formé après mélange des deux courants partiels s'effectue par échange thermique indirect avec le gaz de combustion sortant de la zone de rayonnement.
- 40
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'on emploie comme charge d'hydrocarbures, de l'éthane, du propane, du butane, du gaz liquéfié, du naphta, du kérosène, du gazole de distillation atmosphérique, du gazole de distillation atmosphérique hydrogéné et du gazole de distillation sous vide hydrogéné.
- 45
- 50
- 55

FIG. 1

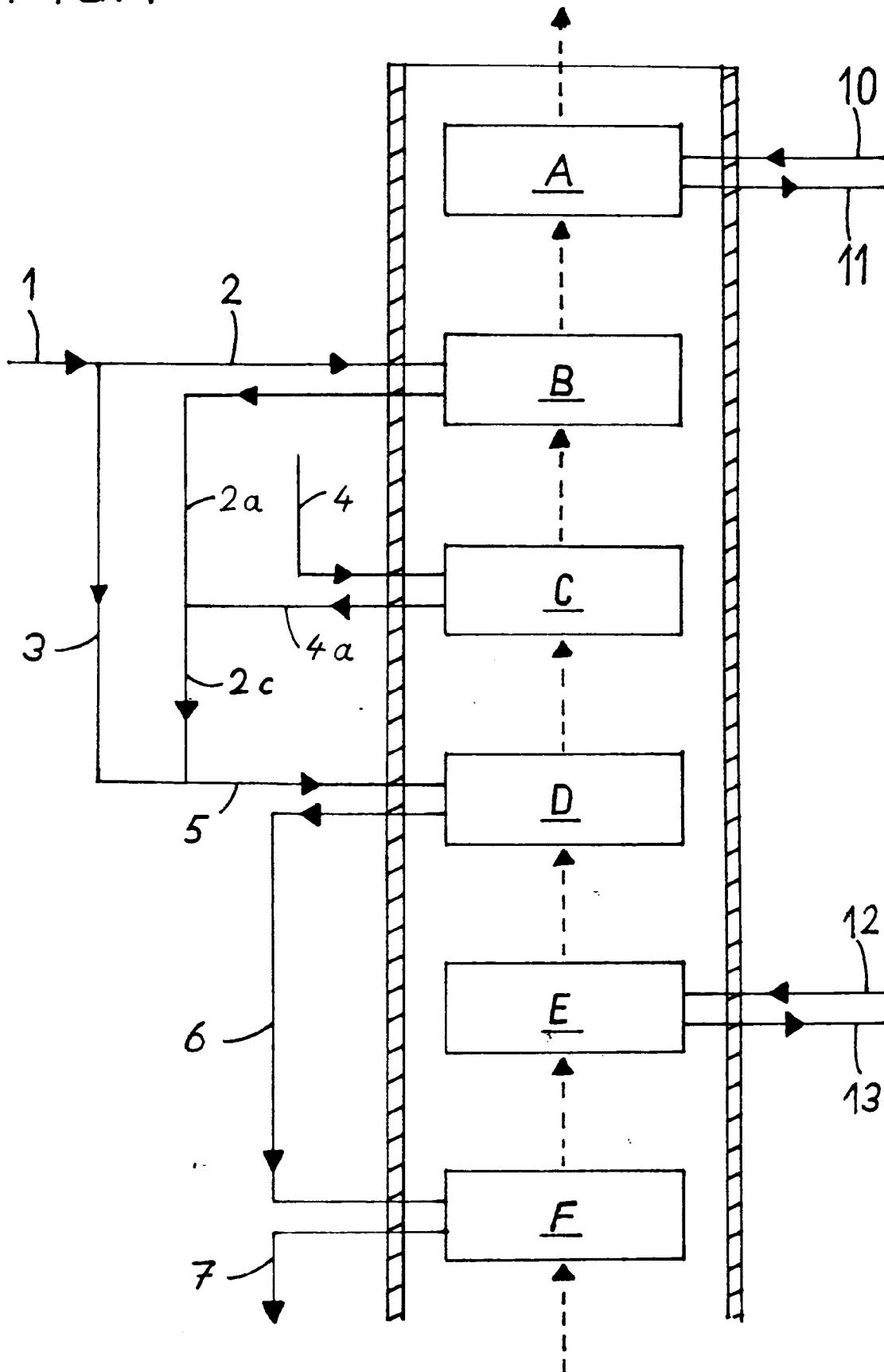


FIG. 2

