



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 050 388 A1** 2007.04.26

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 050 388.8**

(22) Anmeldetag: **20.10.2005**

(43) Offenlegungstag: **26.04.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F25J 3/00** (2006.01)

F25J 3/02 (2006.01)

F25J 3/06 (2006.01)

C07C 7/00 (2006.01)

C07C 9/04 (2006.01)

C07C 11/04 (2006.01)

(71) Anmelder:

Linde AG, 65189 Wiesbaden, DE

(72) Erfinder:

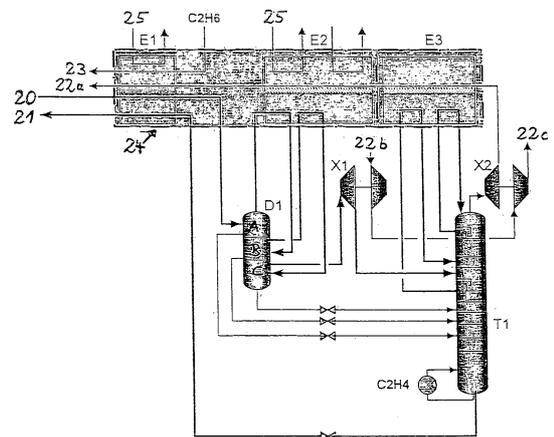
**Duc, Tuat Pham, 82377 Penzberg, DE; Schmigalle,
Holger, 82515 Wolfratshausen, DE; Walzl, Roland,
82340 Feldafing, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Rückgewinnungssystem für die Weiterverarbeitung eines Spaltgasstroms einer Ethylenanlage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Rückgewinnungssystem und ein Verfahren zur Rückgewinnung von Wasserstoff und Methan aus einem Spaltgasstrom im Tieftemperaturteil einer Ethylenanlage. Das Rückgewinnungssystem weist dabei folgende Komponenten auf:

- einen integrierten Multi-Kondensatabscheider,
 - einen C2-Absorber,
 - eine Wasserstoff/Methan-Expansionsvorrichtung und
 - eine C1/C2-Niederdruckkolonne (Demethanizer),
- wobei der Multi-Kondensatabscheider mindestens zwei verschiedene Bereiche aufweist, die mit verschiedenen zusammengesetzten Spaltgasströmen beaufschlagt werden.



Beschreibung**Bezugszeichenliste**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Rückgewinnungssystem und ein Verfahren zur Rückgewinnung von Wasserstoff und Methan aus einem Spaltgasstrom im Tieftemperaturteil einer Ethylenanlage.

- 10** von der Hydrierung kommender Einsatzstrom,
11 Strom zur Vorkühlung,
12 Strom zum C2-Splitter,
13 Restgasstrom von der Vorkühlung kommend und
14 Restgasstrom zum Brenngassystem.

Stand der Technik**Aufgabenstellung**

[0002] Ethylenanlagen weisen in der Regel eine Zusp eisung für Erdöl oder Erdgas, einen Spaltofen zur Aufspaltung der langen Ketten dieser Stoffe sowie verschiedene Einrichtungen zur Fraktionierung und weiteren Stoffumwandlung der Produkte auf. Im Tieftemperaturteil wird die C2(minus)-Fraktion, die aus der Hydrierung kommt, üblicherweise schrittweise heruntergekühlt bis die C2-Komponenten im Spaltgas größtenteils von Wasserstoff und von Methan getrennt sind. Die verbleibenden C2-Komponenten in der Wasserstoff/Methan-Fraktion werden beispielsweise in einem sog. C2-Absorber (z. B. aus der Linde-Baureihe T4002) zurückgewonnen. Um den Methanabscheider (z. B. T4101) zu entladen, werden die sich während des Kühlprozesses ansammelnden Kondensate in der Regel in einen Methan-Vorabscheider (z. B. T4001) geleitet. Dort werden gelöster Wasserstoff und Methan zum Teil herausgelöst (stripped off). Ein herkömmlicher Methan-Vorabscheider weist drei Bereiche auf, in denen der teilweise kondensierte C2(minus)-Strom nach jedem Abkühlschritt in seine Gasphase und seine flüssige Phase getrennt wird. Die Kondensate der höheren Bereiche des Methan-Vorabscheiders werden zum nächst niedrigeren Bereich geführt, was als Gasbarriere für von niedrigeren Bereichen kommendes Gas dient. Der Boden des Methan-Vorabscheiders führt zu einem Methanabscheider (z. B. T4101), in dem der verbliebene gelöste Wasserstoff und verbliebenes Methan von der C2-Fraktion abgestreift werden (stripped off). Das Bodenprodukt des Methanabscheiders wird dann üblicherweise einem C2-Trenner (C2-Splitter) zugeführt. Der Overhead-Strom (Overhead Stream) des C2-Absorbers ist frei von C2-Komponenten. Er enthält lediglich Wasserstoff und Methan und wird über zwei Expansionsschritte in den sog. Restgas-Expansionsvorrichtungen (z. B. X4001/X4002) den Gegenstrom-Wärmetauschern im Tieftemperaturteil einer Ethylenanlage und in der Vorkühleinrichtung zur Wärmerückgewinnung zugeführt.

[0003] Nach einer Wiederverdichtung im Restgas-Druckerhöher wird das Restgas dem Regenerierungs- und Brenngassystem zugeführt. Der Bodensatz des C2-Absorbers wird als Rückfluss zum Methan-Vorabscheider (z. B. T4001) recycled. Die **Fig. 1** zeigt ein Beispiel für den hier beschriebenen Stand der Technik. Folgende weitere Komponenten sind dort gezeigt:

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Verbesserung hinsichtlich Energiebedarf und Kostenaufwand bei der Abtrennung von Wasserstoff und Methan von C2-Komponenten im Tieftemperaturteil einer Ethylenanlage gegenüber dem Stand der Technik zu erreichen.

[0005] Die gestellte Aufgabe wird vorrichtungsseitig durch ein Rückgewinnungssystem für die Rückgewinnung von Wasserstoff und Methan aus einem Spaltgasstrom im Tieftemperaturteil einer Ethylenanlage gelöst, das folgende Komponenten aufweist:

- einen integrierten Multi-Kondesatabscheider,
- einen C2-Absorber,
- eine Wasserstoff/Methan Expansionsvorrichtung und
- eine C1/C2-Niederdruckkolonne (Demethanizer),

wobei der Multi-Kondesatabscheider mindestens zwei verschiedene Bereiche aufweist, die mit verschieden zusammengesetzten Spaltgasströmen beaufschlagt werden. Ein derartiger Multi-Kondesatabscheider kann als Kombination von einem Gasverflüssiger und einer Destillationsvorrichtung zur Abtrennung von Wasserstoff und Methan angesehen werden. Beispielsweise ist der Multi-Kondesatabscheider als Trommel ausgebildet, die drei Bereiche (A, B und C) aufweist, wobei jeder Bereich Gas und Flüssigkeit auf einem anderen Temperaturniveau trennt.

[0006] Verfahrensseitig wird die gestellte Aufgabe durch ein Verfahren zur Rückgewinnung von Wasserstoff und Methan aus einem Spaltgasstrom im Tieftemperaturteil einer Ethylenanlage gelöst, das folgende Schritte aufweist:

- eine C2-Fraktion wird von einer Ethanabscheidevorrichtung (Deethanizer) kommend über einen Wärmetauscher (E1) einem ersten Bereich (A) in einem Multi-Kondesatabscheider (D1) zugeführt,
- Kondensat wird aus dem ersten Bereich (A) des Multi-Kondesatabscheiders (D1) abgezogen und einem Methanabscheider (T1) zugeführt,
- Gas wird aus dem Multi-Kondesatabscheiders (D1) einem weiteren Wärmetauscher (E2) zugeführt und dort weiter abgekühlt,
- das weiter abgekühlte Gas wird einer Gas/Flüssigkeitstrennung in einem zweiten Bereich (B) des

Multi-Kondensatabscheiders (D1) unterzogen,
 – das dabei entstehende Kondensat wird erneut dem Methanabscheider (T1) zugeführt,
 – Gas aus dem zweiten Bereich (B) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) wird einer Expansionsvorrichtung (X1) zugeführt, in der das Gas expandiert wird, und dann zum Methanabscheider (T1) geführt wird, und
 – die C2-Fraktion vom Boden des Methanabscheiders (T1) wird auf den Druck eines C2-Splitters gedrosselt und wird teilweise im Wärmetauscher (E1) verdampft und zum C2-Splitter geführt.

[0007] Der Methanabscheider (T1) wird vorteilhaft bei einem Druck im Bereich von 13 bar betrieben. Er erhält die Kondensatströme vom Multi-Kondensatabscheider (D1) und von der Expansionsvorrichtung (X1). Der Bodensatz wird erneut zum Sieden gebracht durch Kondensation von HP Ethylen (high pressure ethylene) aus der dritten Stufe des Ethylenverdichters, um frei von Methan zu sein. Im oberen Bereich der Kolonne werden zwei gasförmige Nebenströme abgezogen und weiter im Wärmetauscher (E3) gekühlt. Der Wärmetauscher (E3) dient als eine Art Seitenkondensator, der das gesamte in der Gasphase vorliegende C2-Material kondensiert. Dieser Wärmetauscher oder Seitenkondensator ist am oberen Ende der Kolonne angebracht, was das Rückfließen des Kondensats zur Kolonne durch die Gravitation erlaubt. Im Inneren der Kolonne sind zwei Flüssigkeitssperren (Siphons) angebracht, die erlauben, dass Flüssigkeit hinunter fließt und verhindern, dass Gas hinauf strömt. Der Overhead-Strom der Kolonne, der die Restgas-Fraktion darstellt, wird zur Expansionsvorrichtung geführt, in der er auf ca. 5 bar entspannt wird, und eine Kühlaufgabe im Wärmetauscher (E3) übernehmen kann.

[0008] Die Arbeitsenergie der Expansionsvorrichtungen X1 und X2 wird zurückgewonnen um den Restgas-Strom wieder zu verdichten.

[0009] Die Wärmetauscher können alle in einer Cold Box angebracht sein, was den Vorteil hat, dass diese Cold Box vorgefertigt werden kann und somit der Aufwand für den Aufbau der Anlage vor Ort reduziert wird.

[0010] Mit besonderem Vorteil wird für die Erfindung ein Multi-Kondensatabscheider (D1) eingesetzt, der mehr als zwei Bereiche (A, B) aufweist. Der nach der Abtrennung im zweiten Bereich (B) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) dort verbliebene Gasstrom wird weiter abgekühlt und einem dritten Bereich (C) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) zugeführt und Gas aus dem dritten Bereich (C) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) wird einer Expansionsvorrichtung (X1) zugeführt, in der das Gas expandiert wird, und dann zum Methanabscheider (T1) geführt wird.

[0011] Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht den Einsatz eines Multi-Kondensatabscheiders (D1) vor, der vier oder mehr Bereiche (A, B, C, ...) aufweist. Die Erfindung eignet sich besonders für die Trennung und Rückgewinnung der C2-Komponenten aus einem C2minus-Strom einer Ethylenanlage mit Ethan oder Ethan/Propan als Einsätze für die Spaltung.

Ausführungsbeispiel

[0012] Die Erfindung sowie weitere Ausgestaltungen der Erfindung werden im Folgenden anhand des in der [Fig. 2](#) dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0013] Die [Fig. 2](#) zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit den bereits beschriebenen Komponenten. Die Auflistung der verwendeten Bezugszeichen soll die Orientierung erleichtern

Bezugszeichenliste

20	C2-Strom vom Ethanabscheider (Deethanizer) kommend,
21	C2-Strom zum C2-Splitter,
22a, b, c	Restgas-Strom,
23	Ethan-Strom,
E1, E2 und E3	: Wärmetauscher,
24	Cold-Box, die E1, E2 und E3 enthält,
25	Kühlmittel,
D1	Multi-Kondensatabscheider,
X1, X2	Expansionsvorrichtung und
T1	Methanabscheider.

Ausführungsbeispiel

[0014] Die Erfindung bietet eine ganze Reihe von Vorteilen:

Es wird ein gegenüber dem Stand der Technik deutlich reduzierter Energieverbrauch bei geringeren Investitionskosten erreicht. Es werden weniger Bauteile benötigt (z. B. Wegfall der kalten Pumpen), wodurch die Investitionskosten, der Wartungsaufwand und der Verbrauch an Betriebsmittel gesenkt werden konnten. Die mehrfache Durchführung verschieden zusammengesetzter Gasströme durch den Multi-Kondensatabscheider ermöglicht diese Vorteile.

[0015] Zusätzlich macht die Integration der Restgas-Expansionsvorrichtung einen separaten Methan-Verdichter überflüssig, wodurch weitere Einsparungen erzielt werden.

[0016] Mit der Erfindung wird eine hohe Ethylen-Rückgewinnung erreicht. Die Verbindung des Methanabscheiders mit den Wärmetauschern E2 und E3 und den Expansionsvorrichtungen X1 und X2

weist den Vorteil der sog. Recontactor-Technologie auf, was zu einer extrem hohen Rückgewinnungsrate führt. Die Ethylenverluste in den Restgasstrom bewegen sich beispielsweise im Bereich von 300ppm oder 27 kg/h, was in etwa 0,035% der Ethylenproduktion entspricht.

[0017] Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt im Erzielen einer hohen Reinheit. In Kombination mit einer vorgeschalteten C(3plus)-Rückgewinnung und einer Acetylen-Umwandlung ist der Einsatzstrom (feed stream), der in den kryogenen Bereich eintritt, frei von jeglichem Material, das ein Verschmutzen oder Verstopfen der Anlagenteile verursachen könnte, weshalb die Verwendung von Platten-Lamellen-Wärmetauschern (plate-fin heat exchangers) und vollständig geschweißte Kolonnen und Rohranordnungen kompromißlos akzeptiert werden können. Es ist sogar ein vorgefertigtes Design für die Cold Box möglich, um den Aufwand an der Baustelle bei der Errichtung der Anlage zu minimieren.

[0018] Vorteilhaft ist auch das besonders einfache Steuer- und Regelsystem der Erfindung. Es genügen im Wesentlichen zwei Druck-Regel-Ventile, die Gas an die Turbo-Expansionsvorrichtungen abgeben. Kondensate aus dem Multi-Kondensatabscheider D1 werden der Kolonne über eine Niveau-Steuer- oder Regeleinrichtung zugeführt. Die Dienste des Rückwärmers (reboiler) werden über die Temperatur der Kolonne gesteuert.

[0019] Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der Tieftemperaturteil eine im Vergleich zu anderen Systemen hohe Verfügbarkeit aufweist. Es gibt dort keine Pumpen und die Wartungsanforderungen sind sehr gering. Besonders bei sehr tiefen Temperaturen würde die Verwendung von Pumpen hohe Kosten verursachen und diese Pumpen wären sehr störungsanfällig.

[0020] Im Falle eines Ausfalls einer Expansionsvorrichtung kann die Anlage vorteilhafterweise ohne größere Störungen weiter betrieben werden. In diesem Fall wird der Gasstrom über ein Bypass-Ventil entspannt, was zu einem Anstieg der Ethylenverluste in den Restgasstrom von einigen hundert kg/h beim Ausfall einer Expansionsvorrichtung führt. Falls beide Expansionsvorrichtungen ausfallen sollten, steigt der Ethylenverlust lediglich auf wenige t/h an.

[0021] Es sei hier nochmal betont, dass das einfache und kompakte Design der erfindungsgemäßen Vorrichtung von besonderem Vorteil ist, nicht zuletzt deshalb, weil damit eine deutliche Reduzierung der nötigen Investitionskosten einhergeht. Die reduzierte Zahl an Anlagenteilen ist platzsparend, minimiert Wärmeverluste aus dem kalten Prozeß und ermöglicht ein vorgefertigtes Cold Box Design.

Patentansprüche

1. Rückgewinnungssystem für die Rückgewinnung von Wasserstoff und Methan aus einem Spaltgasstrom im Tieftemperaturteil einer Ethylenanlage, das folgende Komponenten aufweist:

- einen integrierten Multi-Kondensatabscheider,
- einen C2-Absorber,
- eine Wasserstoff/Methan Expansionsvorrichtung und
- eine C1/C2-Niederdruckkolonne (Demethanizer), wobei der Multi-Kondensatabscheider mindestens zwei verschiedene Bereiche aufweist, die mit verschiedenen zusammengesetzten Spaltgasströmen beaufschlagt werden.

2. Verfahren zur Rückgewinnung von Wasserstoff und Methan aus einem Spaltgasstrom im Tieftemperaturteil einer Ethylenanlage, das folgende Schritte aufweist:

- eine C2-Fraktion wird von einer Ethanabscheidevorrichtung (Deethanizer) kommend über einen Wärmetauscher (E1) einem ersten Bereich (A) in einem Multi-Kondensatabscheider (D1) zugeführt,
- Kondensat wird aus dem ersten Bereich (A) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) abgezogen und einem Methanabscheider (T1) zugeführt,
- Gas wird aus dem Multi-Kondensatabscheiders (D1) einem weiteren Wärmetauscher (E2) zugeführt und dort weiter abgekühlt,
- das weiter abgekühlte Gas wird einer Gas/Flüssigkeitstrennung in einem zweiten Bereich (B) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) unterzogen,
- das dabei entstehende Kondensat wird erneut dem Methanabscheider (T1) zugeführt,
- Gas aus dem zweiten Bereich (B) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) wird einer Expansionsvorrichtung (X1) zugeführt, in der das Gas expandiert wird, und dann zum Methanabscheider (T1) geführt wird, und
- die C2-Fraktion vom Boden des Methanabscheiders (T1) wird auf den Druck eines C2-Splitters gedrosselt und wird teilweise im Wärmetauscher (E1) verdampft und zum C2-Splitter geführt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der nach der Abtrennung im zweiten Bereich (B) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) dort verbliebene Gasstrom weiter abgekühlt und einem dritten Bereich (G) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) zugeführt wird und das Gas aus dem dritten Bereich (C) des Multi-Kondensatabscheiders (D1) einer Expansionsvorrichtung (X1) zugeführt wird, in der das Gas expandiert wird, und dann zum Methanabscheider (T1) geführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, wobei ein Multi-Kondensatabscheider (D1) eingesetzt wird, der vier oder mehr Bereiche (A, B, C, ...) aufweist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

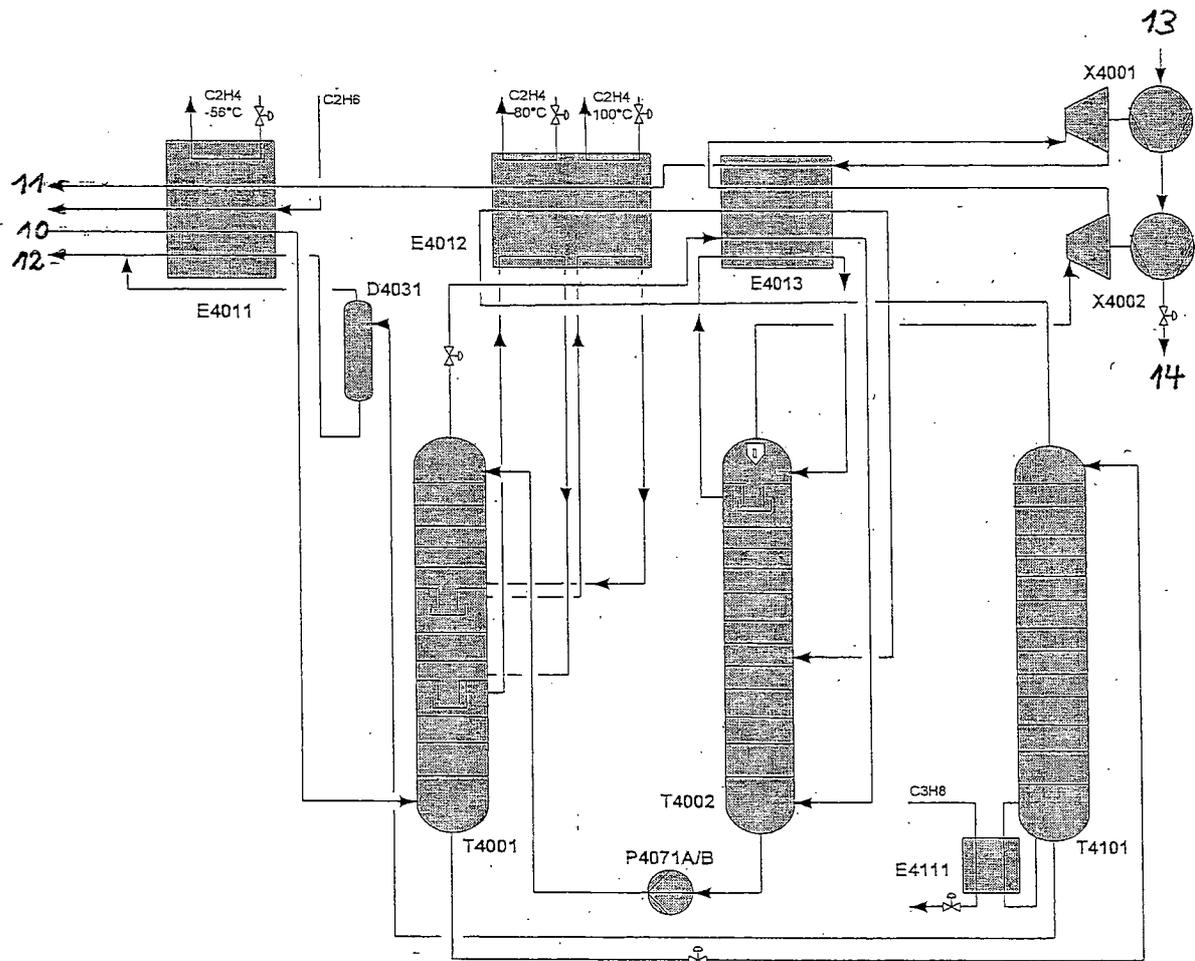


Fig. 1

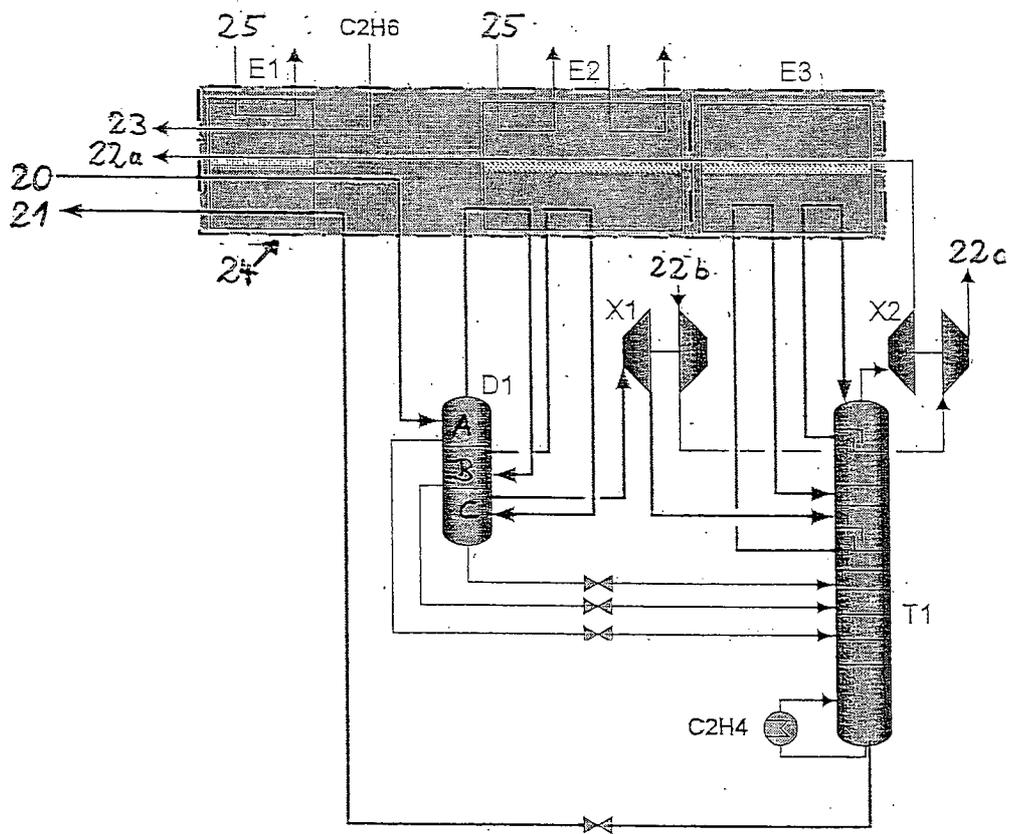


Fig. 2