مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

[19] المملكة العربية السعودية SA
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ٣٦٧٩
[45] تاريخ المنح: ١٤٣٥/١٢/٢٧ هـ
الموافـــق: ٢٠١٤/١٠/٢١ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: جونج هو بارك، جونج نام كيم، هي تاي بيوم، سونج جون لي، جانج جاي لي، دونج ووك كيم، تشانج هايون كو، سانج سوب هان، سون هاينج تشو، سوك جون كيم

[73] مالك البراءة : ١) اس كيه انوفيشين كو.، ليمتد
عنوانه: ٩٩، سورين- دونج، جونجرو- جو، ١١٠-١١٠، سيئول، كوريا
جنسية: كورية
٢) كوريا انستيتوت اوف انيرجي ريسيرتش
عنوانه: ٧١- ٢، جانج- دونج، يوسونج- جو، ٣٠٥-٣٤٣، داجيون، كوريا
جنسية: كورية

[74] الوكيل: ناصر علي كدسة

[21] رقم الطلب: ١١١٣٢٠٧١٩
[22] تاريخ الإيداع : ١٤٣٢/١٠/٠٦ هـ
الموافق : ٢٠١١/٠٩/٠٤ م

[30] بيانات الأسبقية:

KR	٠٠٨٢٧٧٢-	٢٠١٠- ١٠	٢٠١٠/٠٨/٢٦م

[51] التصنيف الدولي (IPC[8]) :
B01D 53/047

[56] المراجع:

EP	٥٧٢٢٣٩	١٩٩٣/١٢/٠١م
KR	١٠ -٠٨٢٢٨٤٧	٢٠٠٨/٠٤/١٦م
KR	١٠ -٠٨٤٩٩٨٧	٢٠٠٨/٠٨/٠٤م

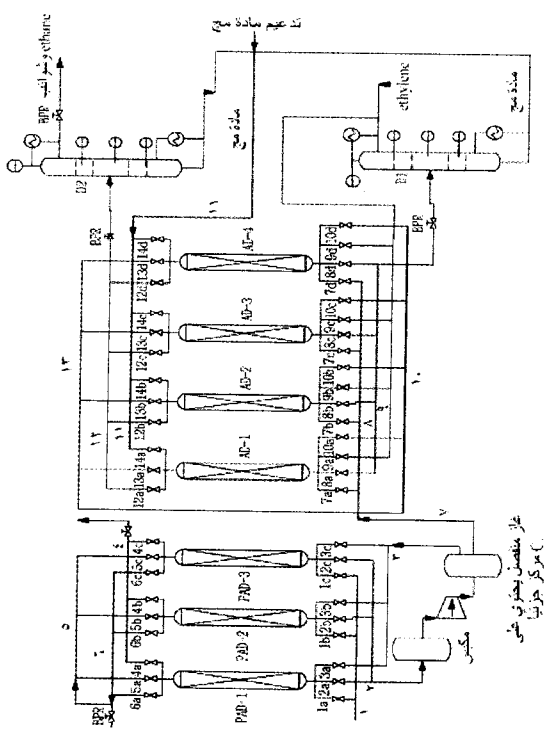
اسم الفاحص: أحمد بن محمد السلامة

[54] اسم الاختراع: طريقة وجهاز لاسترجاع إيثيلين من غاز منفصل من تكسير تحفيزي مائع (FCC)

Method and Apparatus for Recovering Ethylene from Fluidized Catalytic Cracking (FCC) Off-Gas

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بطريقة وجهاز من أجل تركيز واسترجاع ethylene من الغاز المنفصل (off gas) من جهاز ينتج gasoline، propylene، إلخ بواسطة تكسير تحفيزي مائع (fluidized catalytic cracking) (FCC) لزيوت ثقيلة مثل مادة متخلفة جوية، متولدة في عملية تكرير زيت خام. يمكن لطريقة وجهاز الاختراع الحالي تقليل كمية شطف ethylene في العملية التالية للمج بالإزاحة لأجل ethylene بزيادة نقاء ethylene، غاز المادة الخام وتقليل تركيز المكونات ضعيفة الامتزاز في غاز المادة الخام ويمكن تقليل فقد مادة المج أثناء عملية التقطير لفصل مادة المج من المكونات ضعيفة الامتزاز. لذلك، طبقا للاختراع الحالي، يمكن استرجاع ethylene من الغاز المنفصل من تكسير تحفيزي مائع (FCC) لزيوت ثقيلة عند تركيز عالي وتكلفة قليلة.

عدد عناصر الحماية (٢١)، عدد الأشكال (٢)



الشكل (١)

طريقة وجهاز لاسترجاع إيثيلين من غاز منفصل من تكسير تحفيزي مائع (FCC)

Method and apparatus for recovering ethylene from fluidized catalytic cracking (fcc) off-gas

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بطريقة وجهاز لأجل ethylene بتركيز من الغاز المنفصل (off gas) من جهاز ينتج gasoline، propylene، إلخ بواسطة تكسير تحفيزي مائع (fluidized catalytic cracking) (FCC) لزيوت ثقيلة مثل مادة متخلفة جوية، متولدة في عملية تكرير زيت خام (crude oil).

في عملية تكرير زيت خام في وحدة تقطير جوي، تنتج زيوت ثقيلة قليلة الجودة مثل زيت Bunker-C بكميات كبيرة. عند إدخال تلك الزيوت الثقيلة ومعالجتها في وحدة (FCC)، تنتج منتجات زيت خفيف عالية القيمة إضافية مثل gasoline وpropylene إلى جانب زيت ثقيل وزيت منفصل. يتكون الزيت المنفصل المتولد في وحدة FCC من hydrogen، methane، nitrogen، monoxide، carbon dioxide، carbon ethane، ethylene، propane، propylene، C4+، ماء وكميات نادرة من الشوائب (غاز حمضي، COS، H_2S، زرنيخ، ammonia، nitrile، زئبق، إلخ). برغم أن الغاز المنفصل من FCC يحتوي على كمية كبيرة من ethylene كما مبين في جدول ١ أدناه، فإن تركيز ethylene في الغاز المنفصل من FCC منخفض ويحتوي الغاز المنفصل من FCC على غازات مختلفة. لهذا السبب، لم يتم استخلاص ethylene بعد من الغاز المنفصل من FCC بطريقة اقتصادية، وقد تم استخدام الغاز المنفصل من FCC كغاز وقود.

[جدول ١]

تركيبة غاز منفصل من FCC (التركيز: على أساس جاف)

المكونات	Hydrogen (H_2)	Methane (CH_4)	Ethane (C_2H_6)	Propane (C_3H_8)	Ethylene (C_2H_4)	Propylene (C_3H_6)
التركيز (حجم٪)	٣٠,٣	٢٥,٦	١١,٩	٠,٥	١١,٩	١,٥٥
التركيز (وزن٪)	٦,٧	٢٢,٦	١٩,٧	١,٢٢	١٨,٤	٣,٦

المكونات	C4+	Carbon monoxide (CO)	Carbon dioxide (CO_2)	Nitrogen (N_2)	الشوائب (H_2S، ammonia، إلخ)	ماء
التركيز (حجم٪)	١,٥٥	١,٢	٠,٢	١٥,٣	كميات ضئيلة	مشبع
التركيز (وزن٪)	١,٦٦	١,٨٦	٠,٤٩	٢٣,٧		

إن التقنيات التقليدية لفصل olefins خفيفة (ethylene، propylene، butylene، إلخ) و paraffins (ethane، propane، butane، إلخ) بالامتزاز كما يلي:

تكشف البراءة الأمريكية رقم ٦٨٦٧١٦٦ عن تقنية لفصل olefins بالامتزاز بتأرجح الضغط أو الامتزاز بتأرجح درجة الحرارة باستخدام مادة امتزاز مدعمة- بأيون فلز انتقالي له انتقائية لأجل ethylene أو propylene.

أيضا، تكشف البراءة الأمريكية رقم ٦٢٩٣٩٩٩ عن تقنية لفصل propylene من غاز propane/propylene مختلط بعملية تأرجح ضغط أو تأرجح درجة حرارة باستخدام مادة امتزاز ALPO-14 لها وظيفة منخل جزيئي تمتز انتقائيا propylene فقط. إضافة لذلك، تكشف البراءة الأمريكية رقم ٦٤٨٨٧٤١ عن تقنية لفصل C2-C4 olefins بعملية امتزاز بتأرجح الضغط أو اتحاد من عملية امتزاز بتأرجح الضغط مع عملية تقطير باستخدام مادة امتزاز zeolite. إضافيا، تكشف البراءة الأمريكية رقم ٦٤٨٨٧٤١ عن تقنية لفصل propylene من خليط propane/propylene مختلط باستخدام مادة امتزاز حلقة من ثمانية أعضاء لها وظيفة منخل جزيئي، مثل SAPO.

حسب الوصف أعلاه، تجرى العمليات لفصل ethylene أو propylene بالامتزاز بواسطة امتزاز طور غاز بدلا من امتزاز طور سائل، لأنه ليس من السهل تسييل ethylene أو propylene. أيضا، يتم تجديد مواد الامتزاز بامتزاز بتأرجح الضغط أو تأرجح درجة الحرارة.

يتطلب رفع وخفض درجة حرارة عمود امتزاز في عملية الامتزاز بتأرجح درجة الحرارة قدر كبير من الوقت، ولذلك تكون إنتاجية عملية فصل الغاز الحجمي منخفضة، وبالتالي تكون

تكلفة المُعدة عالية. إن عملية الامتزاز بتأرجح الضغط أو تأرجح التفريغ غير مناسبة لفصل كميات كبيرة من الغازات المختلطة، لأن قدرة المكبس أو مضخة التفريغ محدودة.

تكشف البراءة الكورية المسجلة برقم ٠٨٤٩٩٨٧ المسجلة باسم مقدم الطلب عن عملية فصل بالامتزاز قادرة على فصل ethylene من غاز منفصل من FCC يحتوي على تركيز قليل من ethylene باستخدام مادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene. إن العملية المعلنة هي عملية مج بالإزاحة لمج ethylene ممتز باستخدام مادة مج وهي تقنية لتركيز واسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC من خلال الخطوات المتسلسلة وهي الامتزاز، شطف ethylene ومج بالإزاحة.

إن تركيز ethylene في الغاز المنفصل من FCC قليل مثل حوالي ١٠-٢٠٪ من الوزن، وبرغم ذلك فإنه يختلف اعتمادا على شروط تشغيل العملية. من أجل إنتاج ethylene عالي التركيز من ذلك، الغاز المنفصل من FCC الذي يحتوي على تركيز قليل من ethylene، فلابد من إجراء شطف مع كمية كبيرة من ethylene عالي النقاء، وذلك يسبب لسوء الحظ زيادة في استهلاك الطاقة في عملية تقطير لفصل تيار ethylene/ مادة مج إلى مكوناته، وبالتالي يزداد الاستهلاك الكلي للطاقة للعملية كلها.

إذا كان نقاء ethylene قليلا، يفرغ تيار paraffin/ مادة مج يحتوي على كميات كبيرة من مكونات ضعيفة الامتزاز (hydrogen، nitrogen، methane، إلخ)، وتستهلك كمية كبيرة من الطاقة لاسترجاع مادة المج في حال كون تركيز المكونات ضعيفة الامتزاز عاليا.

لقد أجرى المقدمون للطلب الحاليون دراسات كثيفة تتعلق بتقنية لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC كبير النقاء وقليلة التكلفة من أجل حل المشاكل الموصوفة أعلاه وقد وجدوا أنه، عندما يكون ethylene في الغاز المنفصل من FCC مركز جزئيا بواسطة عملية امتزاز بتأرجح الضغط وعندما ينتج ethylene عالي النقاء من غاز مختلط يحتوي على ethylene المركز جزئيا، يمكن بدرجة اقتصادية استرجاع ethylene مع نقاء عالي، وبذلك يكتمل الاختراع الحالي.

الوصف العام للاختراع

إنه هدف للاختراع الحالي أن يوفر طريقة وجهاز لاسترجاع ethylene من الغاز المنفصل من FCC لزيوت ثقيلة مثل مادة متخلفة جوية، متولدة في عملية تكرير زيت خام، مع نقاء كبير وتكلفة قليلة.

لتحقيق الهدف أعلاه، يوفر الاختراع الحالي طريقة لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من عملية FCC لجزء زيت ثقيل، وتشمل الطريقة عمليات: تركيز مكونات C2+ للغاز المنفصل من FCC باستخدام عملية امتزاز بتأرجح الضغط للحصول على غاز مختلط غني مع C2+؛ وإدخال الغاز المختلط الغني مع C2+ في عملية مج بالإزاحة لاسترجاع ethylene كبير التركيز من الغاز المختلط.

تشمل عملية تركيز مكونات C2+ من الغاز المنفصل من FCC بعملية امتزاز بتأرجح الضغط الخطوات: (١) خطوة امتزاز: إدخال الغاز المنفصل من FCC في عمود امتزاز محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا المكونات C2+، بحيث تمتز المكونات C2+ فوق مادة الامتزاز وتفصل الشوائب المتبقية بتصريفها خارج عمود الامتزاز؛ (٢) خطوة شطف: شطف الشوائب بعيدا عن عمود الامتزاز مع تيار غني مع C2 مضغوط بواسطة مكبس بحيث يصبح داخل عمود الامتزاز عبارة عن جو غني مع C2+؛ (٣) خطوة إزالة للضغط بتيار متحد الاتجاه تصريف الشوائب من عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٢)، بإزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه؛ (٤) خطوة إزالة ضغط بتيار متضاد الاتجاه: إزالة للضغط بتيار مضاد الاتجاه لعمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٣)، بينما يتم الحصول على مكون C2 مركز جزئيا؛ (٥) خطوة شطف مع ضغط منخفض: إعادة تدوير قسم من غاز مصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٤)، وبذلك يتم مج المكونات C2+ من عمود الامتزاز بشطف مع ضغط منخفض؛ و(٦) خطوة انضغاط: إعادة تدوير قسم من الغاز المصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٤)، وخضع عمود الامتزاز لضغط حتى ضغط الامتزاز؛ حيث أن كل من الخطوات (١) إلى (٦) يمكن تكرارها دوريا بطريقة وبإجراء خطوات مختلفة في جمع من أعمدة امتزاز.

تشمل عملية إدخال غاز مختلط غني مع C2+ في عملية مج بالإزاحة لاسترجاع ethylene عالي التركيز تشمل: (١) خطوة استرجاع: استرجاع الغازات المصرفة من الامتزاز وشطف ethylene في عمود امتزاز محشو مع مادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene، وبذلك ينتج غاز مختلط غني مع C2+؛ (٢) خطوة امتزاز: إدخال الغاز المختلط الغني مع C2+ في عمود الامتزاز المحشو بمادة الامتزاز الانتقائية لأجل ethylene من أجل امتزاز ethylene من الغاز المختلط، وإدخال المكونات غير الممتزة ومادة المج، الملقمة في عمود الامتزاز أثناء المج، خلال مخرج عمود الامتزاز في عمود تقطير يفصل خليط التيار الفقير ethylene/ مادة

المج إلى مكونات؛ (٣) خطوة شطف ethylene: إدخال ethylene عالي التركيز، ناتج في عمود التقطير لفصل خليط تيار غني مع ethylene/ مادة مج إلى مكونات، في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٢)، وبذلك يزال ethane والغازات الأخرى؛ و(٤) خطوة المج: إدخال مادة مج في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٣) بحيث يتم مج ethylene من عمود الامتزاز، وعندئذ إرسال ethylene الذي خضع للمج في عمود التقطير لفصل خليط التيار الغني مع ethylene/ مادة المج إلى مكونات، وبذلك ينتج ethylene مركز؛ حيث يمكن إجراء الخطوات (١) إلى (٤) بصورة متكررة في جمع من أعمدة امتزاز، ويمكن لكل من أعمدة الامتزاز القيام بالخطوات المختلفة.

يوفر الاختراع الحالي أيضا جهازا لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC، يشمل: وحدة امتزاز بتأرجح الضغط لتركيز مكونات C2+ من غاز منفصل من عملية FCC لجزء زيت ثقيل للحصول على غاز مختلط غني مع C2+؛ ووحدة مج بالإزاحة لأجل ethylene من أجل فصل ethylene انتقائيا من الغاز المختلط الغني مع C2+.

شرح مختصر للرسومات

إن الأهداف، السمات والمزايا أعلاه وأخرى للاختراع الحالي سوف يتم إدراكها بوضوح من الوصف التفصيلي التالي بالاتجاه مع الرسومات المصاحبة، والتي فيها:

الشكل ١ منظر تخطيطي لجهاز لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC طبقا للاختراع الحالي؛ و

الشكل ٢ رسم بياني يبين التركيز ومعدل الاسترجاع من أجل C2 في تيار غني مع C2 ناتج بإجراء عملية استرجاع ethylene طبقا للطريقة المخترعة لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC في المثال 1 من الاختراع الحالي.

الوصف التفصيلي

هنا لاحقا، سيتم وصف الاختراع الحالي بالتفصيل بالإشارة إلى الرسومات المصاحبة.

الشكل ١ منظر تخطيطي لجهاز لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC طبقا للاختراع الحالي؛

يوفر الاختراع الحالي طريقة لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC لجزء غاز ثقيل، تشمل الطريقة عمليات: تركيز مكونات C2+ من الغاز المنفصل من FCC باستخدام

عملية امتزاز بتأرجح الضغط للحصول على غاز مختلط غني مع +C2؛ وإدخال الغاز المختلط الغني مع +C2 في عملية المج بالإزاحة لاسترجاع ethylene عالي التركيز من الغاز المختلط.

تشمل طريقة استرجاع ethylene من غاز منفصل من FCC طبقا للاختراع الحالي: عملية امتزاز بتأرجح الضغط (عملية امتزاز تأرجح الضغط) من أجل إجراء تركيز جزئي لمكونات +C2 من الغاز المنفصل من FCC؛ وعملية مج بالإزاحة لاسترجاع ethylene من تيار يحتوي على مكونات +C2 المركزة جزئيا.

في الطريقة لاسترجاع ethylene من الغاز المنفصل من FCC طبقا للاختراع الحالي، من أجل استرجاع ethylene عالي النقاء بتكلفة قليلة، تجرى عملية تركيز لمكونات +C2 من الغاز المنفصل من FCC باستخدام عملية الامتزاز بتأرجح الضغط، وبعد ذلك تجرى عملية إدخال التيار الغني مع +C2 في عملية مج بالإزاحة لأجل ethylene لاسترجاع ethylene عالي التركيز.

تشمل عملية تركيز مكونات +C2 من الغاز المنفصل من FCC بعملية امتزاز بتأرجح الضغط الخطوات: (١) خطوة امتزاز: إدخال الغاز المنفصل من FCC في عمود امتزاز محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا المكونات +C2، بحيث تمتز المكونات +C2 فوق مادة الامتزاز وتفصل الشوائب المتبقية بتصريفها خارج عمود الامتزاز؛ (٢) خطوة شطف: شطف الشوائب بعيدا عن عمود الامتزاز مع تيار غني مع C2 مضغوط بواسطة مكبس بحيث يصبح داخل عمود الامتزاز عبارة عن جو غني مع +C2؛ (٣) خطوة إزالة للضغط بتيار متحد الاتجاه تصريف الشوائب من عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٢)، بإزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه؛ (٤) خطوة إزالة ضغط بتيار متضاد الاتجاه: إزالة للضغط بتيار مضاد الاتجاه لعمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٣)، بينما يتم الحصول على مكون C2 مركز جزئيا؛ (٥) خطوة شطف مع ضغط منخفض: إعادة تدوير قسم من غاز مصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٤)، وبذلك يتم مج المكونات +C2 من عمود الامتزاز بشطف مع ضغط منخفض؛ و(٦) خطوة انضغاط: إعادة تدوير قسم من الغاز المصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٤)، وخضع عمود الامتزاز لضغط حتى ضغط الامتزاز؛ حيث أن كل من الخطوات (١) إلى (٦) يمكن تكرارها دوريا في جمع من أعمدة امتزاز. أيضا يمكن لكل من أعمدة الامتزاز القيام بصورة متكررة بالخطوات المختلفة في جمع من أعمدة الامتزاز.

في تجسيد للاختراع الحالي، يمكن إجراء عملية تركيز مكونات C2+ من غاز منفصل من FCC بعملية امتزاز بتأرجح الضغط في ٢ أو ٣ أعمدة امتزاز كما مبين في الجدولين ٢ و٣. في تجسيد للاختراع الحالي، يمكن إجراء عملية الامتزاز بتأرجح الضغط في ٢ على الأقل من أعمدة الامتزاز.

[جدول ٢]

	t1	t2	t3	t1	t2	t3
PAD-1	مج	تساوي الضغط	إزالة الضغط بتيار متضاد	شطف منخفض الضغط	تساوي الضغط	انضغاط
PAD-2	شطف منخفض الضغط	تساوي الضغط	انضغاط	مج	تساوي الضغط	إزالة الضغط بتيار متضاد

[جدول ٣]

الزمن	t1	t2	t3	t1	t2	t3	t1	t2	t3
PAD--1	مج			شطف	إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه	إزالة الضغط بتيار متضاد	شطف منخفض الضغط	الانضغاط	
PAD-2	شطف منخفض الضغط	الانضغاط		مج			شطف	إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه	إزالة الضغط بتيار متضاد
PAD-3	شطف	إزالة الضغط	إزالة الضغط	شطف منخفض	الانضغاط		مج		

		بتيار متحد الاتجاه	بتيار متضاد	الضغط		

بالإشارة إلى الجدول ٢ أعلاه، في تجسيد للاختراع الحالي، فإن خطوات الامتزاز، تساوي الضغط، إزالة ضغط بتيار متضاد الاتجاه، شطف قليل الضغط والانضغاط في عملية تركيز مكونات +C2 من غاز منفصل من FCC باستخدام عملية الامتزاز بتأرجح الضغط يمكن إجرائها بخطوات مختلفة مع بعضها في ٢ من أعمدة الامتزاز (PAD-1 و PAD-2) بحيث تكون مكونات +C2 في الغاز المنفصل من FCC مركزة للغاية.

في هذه الحالة، يمكن إجراء خطوة تساوي الضغط من خلال خطوة إزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه: تصريف الشوائب من عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة الامتزاز، بإزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه وخطوة انضغاط جزئي: إعادة تدوير قسم من الغاز المصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة شطف مع ضغط منخفض، وانضغاط لعمود الامتزاز.

بطريقة أخرى، فإن خطوات الامتزاز، إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه، إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه، شطف قليل الضغط، انضغاط جزئي وانضغاط في عملية تركيز مكونات +C2 من الغاز المنفصل من FCC باستخدام عملية امتزاز بتأرجح الضغط يمكن إجرائها بصورة متكررة في كل من أعمدة الامتزاز.

بالإشارة إلى جدول ٣ أعلاه، في تجسيد آخر للاختراع الحالي، فإن خطوات الامتزاز، الشطف، إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه، إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه، شطف قليل الضغط، وانضغاط في عملية تركيز مكونات +C2 من غاز منفصل من FCC باستخدام عملية امتزاز تأرجح الضغط يمكن القيام بها كخطوات مختلفة مع بعضها في ٣ أعمدة امتزاز مختلفة (PAD-1، PAD-2 و PAD-3) بحيث تكون مكونات +C2 في الغاز المنفصل من FCC مركزة للغاية.

إن خطوات الامتزاز والشطف في عملية تركيز مكونات +C2 من الغاز المنفصل من FCC باستخدام عملية امتزاز تأرجح الضغط يفضل أن تجرى تحت شروط ضغط حوالي ٢ إلى حوالي ١٠ جوي ودرجة حرارة ٢٠ إلى حوالي ١٥٠°مئوية، ويفضل إجراء خطوات الشطف قليل الضغط وإزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه عند ضغط ١-٤ جوي.

إن تيار C2 المركز الناتج في خطوات الشطف قليل الضغط وإزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه يدخل في عملية مج بالإزاحة لأجل ethylene من خلال مكبس، والذي يتم فيه بصورة مفضلة كبس التيار إلى ضغط ٣-٢٠ جوي من خلال المكبس.

قد تكون مادة الامتزاز التي تمتز C2+ انتقائيا هي هلام silica، zeolite، carbon نشط، إلخ.

تشمل عملية إدخال الغاز المختلط الغني مع C2+ في عملية المج بالإزاحة لأجل ethylene لاسترجاع ethylene عالي التركيز الخطوات: (١) خطوة استرجاع: استرجاع غاز (غاز مختلط من مكونات ضعيفة الامتزاز مثل ethane، nitrogen، methane، carbon monoxide، hydrogen، إلخ ومادة مج) مصرف من الامتزاز وشطف ethylene في عمود امتزاز محشو مع مادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene، وبذلك ينتج غاز مختلط غني مع C2+؛ (٢) خطوة امتزاز: إدخال الغاز المختلط الغني مع C2+ في عمود الامتزاز المحشو بمادة الامتزاز الانتقائية لأجل ethylene من أجل امتزاز ethylene من الغاز المختلط، وإدخال المكونات غير الممتزة ومادة المج، الملقمة في عمود الامتزاز أثناء المج، خلال مخرج عمود الامتزاز في عمود تقطير يفصل خليط التيار الفقير ethylene/ مادة المج إلى مكونات؛ (٣) خطوة شطف ethylene: إدخال ethylene عالي التركيز، ناتج في عمود التقطير لفصل خليط تيار غني مع ethylene/ مادة مج إلى مكونات، في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٢)، وبذلك يزال ethane والغازات الأخرى؛ و(٤) خطوة المج: إدخال مادة مج في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٣) بحيث يتم مج ethylene من عمود الامتزاز، وعندئذ إرسال ethylene الذي خضع للمج في عمود التقطير لفصل خليط التيار الغني مع ethylene/ مادة المج إلى مكونات، وبذلك ينتج ethylene مركز؛ حيث يمكن إجراء الخطوات (١) إلى (٤) بصورة متكررة في جمع من أعمدة امتزاز. أيضا، يمكن لكل من أعمدة الامتزاز القيام بصورة متكررة بالخطوات المختلفة.

إن عملية إدخال الغاز المختلط الغني مع C2+ في عملية المج بالإزاحة ethylene لاسترجاع ethylene عالي التركيز يمكن تشغيلها بإجراء خطوات الاسترجاع، الامتزاز، شطف ethylene والمج في أعمدة امتزاز (AD-1، AD-2، AD-3 وAD-4) كما مبين في الجدولين ٤ و٥ أدناه.

[جدول ٤]

الزمن	t1	t1	t1	t1
AD-1	استرجاع	امتزاز	شطف Ethylene	مج
AD-2	مج	استرجاع	امتزاز	شطف Ethylene
AD-3	شطف Ethylene	مج	استرجاع	امتزاز
AD-4	امتزاز	شطف Ethylene	مج	استرجاع

[جدول ٥]

الزمن	t1	t1	t1	t1
AD-1	امتزاز	استرجاع	شطف Ethylene	مج
AD-2	مج	امتزاز	استرجاع	شطف Ethylene
AD-3	شطف Ethylene	مج	امتزاز	استرجاع
AD-4	استرجاع	شطف Ethylene	مج	امتزاز

كما مبين في الجدولين ٤ و٥ أعلاه، فإن عملية إدخال غاز مختلط غني مع C2+ في عملية المج بالإزاحة لأجل ethylene لاسترجاع ethylene عالي التركيز إما تتكون من خطوة استرجاع، خطوة امتزاز– خطوة شطف ethylene– خطوة مج أو تتكون من خطوة امتزاز– خطوة استرجاع– خطوة شطف ethylene– خطوة مج.

إذا كان الضغط في خطوة امتزاز ethylene هو الضغط الجوي أو أكبر، فإن العملية قد تشمل إضافيا، قبل خطوة شطف ethylene، خطوة إزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه لتصريف المكونات المتبقية بخلاف ethylene.

بصورة مفضلة، فإن عملية إدخال الغاز المختلط الغني مع C2+ في عملية المج بالإزاحة لأجل ethylene لاسترجاع ethylene عالي التركيز قد تشمل إضافيا: خطوة تساوي الضغط لتوصيل عمود الامتزاز بعد خطوة الامتزاز مع عمود الامتزاز بعد خطوة الامتزاز لإرسال المكونات بخلاف ethylene من عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة الامتزاز إلى عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، وبذلك يزال ضغط عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة الامتزاز وينضغط عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج؛ خطوة إزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه لتصريف المكونات بخلاف ethylene من أعمدة الامتزاز التي خضعت لخطوة تساوي الضغط؛ وخطوة انضغاط لإدخال خليط الغاز الغني مع C2+ في أعمدة الامتزاز التي خضعت لخطوة تساوي الضغط، وبذلك تنضغط أعمدة الامتزاز إلى ضغط الامتزاز.

كمادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene، يمكن استخدام مادة امتزاز معقد- π تشكل انتقائيا معقد- π مع ethylene، مادة امتزاز zeolite X، مادة امتزاز zeolite Y أو مادة امتزاز zeolite A. بصورة مفضلة، يمكن استخدام مادة امتزاز zeolite 13X.

يفضل إجراء خطوة المج تحت شروط ضغط ١-١٠ جوي ودرجة حرارة ٢٠ إلى حوالي ١٥٠°مئوية.

إن مواد المج المنفصلة من عمود التقطير الذي يفصل خليط التيار منزوع ethylene/ مادة المج ومن عمود التقطير الذي يفصل خليط التيار الغني ethylene/ مادة المج يمكن إعادة تدويرها إلى عمود الامتزاز.

إن مادة المج المستخدمة في الاختراع الحالي هي C3-C6 hydrocarbon، لكنها غير مقيدة بذلك.

يوفر الاختراع الحالي أيضا جهاز لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC، يشمل: وحدة امتزاز بتأرجح الضغط لتركيز المكونات C2+ من الغاز المنفصل من عملية FCC لقسم زيت ثقيل للحصول على غاز مختلط غني مع C2+؛ ووحدة مج بالإزاحة لأجل ethylene للفصل انتقائيا ethylene من الغاز المختلط الغني مع C2+.

إن الجهاز لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC طبقا للاختراع الحالي يشمل وحدة امتزاز بتأرجح الضغط لتركيز المكونات C2+ من غاز منفصل من FCC لجزء زيت ثقيل، للحصول بذلك على ethylene عالي النقاء. تشمل وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات C2+ خط أنابيب للإمداد بالغاز المنفصل مع FCC؛ خط أنابيب يصل تيار غني مع C2+، مصرف من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط، مع ضاغط؛ خط أنابيب للإمداد بقسم من الغاز الذي خضع للمج (غاز مختلط غني مع C2+) مضغوط بواسطة الضاغط إلى ضغط الامتزاز من أجل إجراء خطوة الشطف؛ خط أنابيب لتصريف التركيزات العالية من الشوائب من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز؛ خط أنابيب لإمداد التركيزات العالية من الشوائب، المصرفة من خطوة الامتزاز، إلى خطوة الشطف قليل الضغط لتجديد مادة الامتزاز؛ جمع من أعمدة امتزاز محشوة مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا مكونات C2+، تتصل فيه أعمدة الامتزاز مع خط أنابيب لتصريف غاز من خطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج؛ وضاغط لضغط غاز مختلط مفرغ من خطوات المج والشطف قليل الضغط.

في تجسيد للاختراع الحالي، تشمل وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز المكونات +C2: ٣ أعمدة امتزاز (PAD-1، PAD-2 و PAD-3)، محشوة مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا المكونات +C2؛ وضاغط لكبس المكونات +C2، المصرفة أثناء عملية المج، بواسطة ضغط التشغيل لعملية المج بالإزاحة التالية لأجل ethylene.

بالإشارة إلى الشكل ١، تشمل وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2:

عمود امتزاز (PAD-1) محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا مكونات +C2، متصل فيها القسم السفلي من عمود الامتزاز (PAD-1) مع خط أنابيب التوصيل الغاز المنفصل من FCC من خلال الصمام ١(أ) ومتصل من خلال الصمام ٢(أ) مع خط أنابيب ٢ يصل تيار غني مع +C2، مصرف من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط، مع ضاغط، مزود فيها عمود الامتزاز (PAD-1) مع خط أنابيب ٣ وصمام ٣(أ) لتوصيل قسم من الغاز الممجوج (غاز مختلط غني مع +C2) المضغوط بواسطة الضاغط إلى عمود الامتزاز لإجراء خطوة الشطف، ومتصل مع خط أنابيب ٦ وصمام ٦(أ) لتصريف التركيزات العالية من الشوائب من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٥ وصمام ٥(أ) لتوصيل التركيزات العالية من الشوائب، المصرفة من خطوة الامتزاز، إلى خطوة الشطف قليل الضغط لتجديد مادة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٤ وصمام ٤(أ) لتصريف غاز من خطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج.

عمود امتزاز (PAD-2) محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا مكونات +C2، متصل فيها القسم السفلي من عمود الامتزاز (PAD-2) مع خط أنابيب التوصيل الغاز المنفصل من FCC من خلال الصمام ١(ب) ومتصل من خلال الصمام ٢(ب) مع خط أنابيب ٢ يصل تيار غني مع +C2، مصرف من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط، مع ضاغط، مزود فيها عمود الامتزاز (PAD-2) مع خط أنابيب ٣ وصمام ٣(ب) لتوصيل قسم من الغاز الممجوج (غاز مختلط غني مع +C2) المضغوط بواسطة الضاغط إلى عمود الامتزاز لإجراء خطوة الشطف، ومتصل مع خط أنابيب ٦ وصمام ٦(ب) لتصريف التركيزات العالية من الشوائب من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٥ وصمام ٥(ب) لتوصيل التركيزات العالية من الشوائب، المصرفة من خطوة الامتزاز، إلى خطوة الشطف قليل الضغط لتجديد مادة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٤ وصمام ٤(ب) لتصريف غاز من خطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج.

عمود امتزاز (PAD-3) محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا مكونات +C2، متصل فيها القسم السفلي من عمود الامتزاز (PAD-3) مع خط أنابيب التوصيل الغاز المنفصل من FCC من خلال الصمام ١(جـ) ومتصل من خلال الصمام ٢(جـ) مع خط أنابيب ٢ يصل تيار غني مع +C2، مصرف من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط، مع ضاغط، مزود فيها عمود الامتزاز (PAD-3) مع خط أنابيب ٣ وصمام ٣(جـ) لتوصيل قسم من الغاز الممجوج (غاز مختلط غني مع +C2) المضغوط بواسطة الضاغط إلى عمود الامتزاز لإجراء خطوة الشطف، ومتصل مع خط أنابيب ٦ وصمام ٦(جـ) لتصريف التركيزات العالية من الشوائب من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٥ وصمام ٥(جـ) لتوصيل التركيزات العالية من الشوائب، المصرفة من خطوة الامتزاز، إلى خطوة الشطف قليل الضغط لتجديد مادة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٤ وصمام ٤(جـ) لتصريف غاز من خطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج؛ و

ضاغط لكبس غاز مختلط مصرف من خطوات المج والشطف قليل الضغط؛

حيث أن خطوات الامتزاز، الشطف، إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه، إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه، الشطف قليل الضغط والانضغاط المتعاقبة يمكن أن تجرى بصورة متكررة في ٣ أعمدة امتزاز.

هنا لاحقا، في تجسيد، سيتم وصف تشغيل دورة واحدة لعملية امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2 من الغاز المنفصل من FCC بالإشارة إلى جدول ٣ أعلاه.

أولا، تجرى خطوة الامتزاز والتي فيها يصل الغاز المنفصل من FCC إلى عمود الامتزاز (PAD-1) المحشو مع مادة امتزاز انتقائية C2 من خلال خط أنابيب إمداد FCC رقم ١ والصمام ١(أ) بحيث تمتز انتقائيا المكونات +C2 في الغاز وتصرف مكونات الشائبة ضعيفة الامتزاز إلى الخارج من خلال خط الأنابيب ٦ والصمام ٦(أ).

بينما تجرى خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز (PAD-1)، فإن خطوة الشطف قليل الضغط لمج مكونات +C2 باستخدام قسم من الغاز المصرف من عمود الامتزاز (PAD-1) تجرى في عمود الامتزاز (PAD-2). يتوافر الغاز المطلوب لخطوة الشطف قليل الضغط إلى عمود الامتزاز (PAD-2) من خلال خط الأنابيب ٥ والصمام ٥(ب)، ويصرف الغاز الغني مع +C2 من خلال خط الأنابيب ٢ والصمام ٢(ب) ويضغط من خلال الضاغط إلى الضغط المطلوب لعملية المج بالإزاحة التالية لأجل ethylene. عند اكتمال خطوة الشطف قليل الضغط في

عمود الامتزاز (PAD-2)، تجرى خطوة الانضغاط لضغط عمود الامتزاز (PAD-2) إلى ضغط الامتزاز باستخدام الغاز المنفصل المصرف من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز، ويتوافر الغاز المطلوب لضغط عمود الامتزاز (PAD-2) من خلال خط الأنابيب ٦ والصمام ٦(ب). بينما تجرى خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز (PAD-1)، فإن العمود PAD-3 يقوم بخطوة الشطف لإزالة الشوائب الأخرى من عمود الامتزاز باستخدام الغاز الممجوج الغني مع +C2، خطوة إزالة الضغط بتيار ممتد الاتجاه لإزالة قسم من الشوائب من عمود الامتزاز بعد خطوة الشطف بواسطة إزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه، وخطوة التيار المتضاد لاسترجاع مكونات +C2 الممتزة فوق مادة الامتزاز.

تجرى كل من الخطوات السابقة بالطريقة التالية. يتوافر الغاز المطلوب لخطوة الشطف لإزالة الشوائب من عمود الامتزاز (PAD-3) من خلال خط الأنابيب ٣ والصمام ٣(جـ) بكبس الغاز المختلط الغني مع C2 الناتج من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط مع الضاغط، وفي هذه العملية، تصرف الشوائب من قمة عمود الامتزاز من خلال خط الأنابيب ٦ والصمام ٦(جـ). بعد اكتمال خطوة الشطف، يزال الضغط من عمود الامتزاز بتيار متحد الاتجاه من خلال خط الأنابيب ٤ والصمام ٤(جـ)، ويصرف الغاز المتولد أثناء إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج. عند إزالة الضغط من عمود الامتزاز إلى مستوى محدد، فإن الضغط يزال منه حتى الوصول إلى الضغط الجوي من خلال خط الأنابيب ٢ والصمام ٢(جـ)، ويكبس الغاز الغني مع C2 الناتج في عملية إزالة الضغط هذه من خلال الضاغط.

بعد اكتمال خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز (PAD-2)، تجرى خطوة امتزاز يتوافر منها الغاز المنفصل من FCC إلى PAD-3. بينما تجرى خطوة الامتزاز في PAD-3، فإن خطوات الشطف قليل الضغط والانضغاط لتجديد مادة الامتزاز باستخدام غاز منفصل يحتوي على C2 قليل التركيز مصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز (PAD-1)، وتجرى خطوة الشطف لشطف مكونات الشائبة بعيدا عن عمود الامتزاز باستخدام الغاز الغني مع C2، وخطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه لتقليل ضغط عمود الامتزاز لإزالة الشوائب، وخطوة إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه للحصول على غاز غني مع C2 في عمود الامتزاز PAD-3. برغم أن العملية الدورية الموصوفة أعلاه متكررة باستمرار، فإن مكون C2 من الغاز المنفصل من FCC يكون مركزا.

كما موصوف في جدول ٣ أعلاه، فقد تم وصف تشغيل العملية التي تجرى فيها خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز (PAD-1) بينما يتم تشغيل العمودين الآخرين. عند اكتمال خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز (PAD-1)، تجرى خطوة امتزاز يتوافر فيها غاز منفصل من FCC إلى عمود الامتزاز (PAD-2). بينما تجرى خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز (PAD-2)، فإن خطوات الشطف، إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه وإزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه تجرى في عمود الامتزاز الآخر (PAD-1)، وتجرى خطوات الشطف قليل الضغط والكبس في PAD-3.

ليست هناك حاجة ليقوم كل من أعمدة الامتزاز بإجراء خطوات مختلفة مع بعضهم البعض في نفس الوقت. بصورة مفضلة، قد يقوم كل من أعمدة الامتزاز بخطوات مختلفة بحيث تتحسن كفاية التركيز.

في تجسيد الاختراع الحالي، تشمل وحدة المج بالإزاحة لأجل ethylene للفصل انتقائيا لأجل ethylene من غاز مختلط غني مع C2+ تشمل جمع من أعمدة الامتزاز تتصل من خلال خط أنابيب توصيل غاز مختلط غني مع C2+ مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز المكونات C2+، متصل مع خط أنابيب تصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير D1، خط أنابيب لتوصيل كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير D1، خط أنابيب لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز. خط أنابيب لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفة من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير D2، وخطوط أنابيب لإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير D1 وعمود التقطير D2، إلى عمود الامتزاز؛ و٢ على الأقل من أعمدة تقطير، تتضمن عمود التقطير D1 لفصل خليط تيار غني مع olefin/ مادة المج إلى المكونات، وعمود تقطير D2 لفصل تيار فقير مع olefin/ مادة مج إلى مكونات.

بالإشارة إلى الشكل ١، في تجسيد للاختراع الحالي، فإن وحدة المج بالإزاحة لأجل ethylene من أجل الفصل انتقائيا لأجل ethylene من الغاز المختلط الغني مع C2+ هي وحدة للفصل انتقائيا لأجل ethylene من الغاز المنفصل من FCC الغني مع C2+ وتشمل ٤ أعمدة امتزاز (AD-1، AD-2، AD-3 وAD-4) محشوة مع مادة امتزاز تمتز ethylene انتقائيا، و٢ من أعمدة التقطير، واحد منهما هو عمود تقطير D1 لفصل خليط تيار غني مع

ethylene/ مادة مج إلى مكونات والآخر منهما عمود تقطير D2 لفصل خليط تيار فقير مع ethylene/ مادة مج إلى مكونات.

بالإشارة إلى الشكل ١، تشمل وحدة المج بالإزاحة لأجل ethylene من أجل الفصل انتقائيا لأجل ethylene من غاز مختلط غني مع +C2 تشمل:

عمود امتزاز محشو بمادة امتزاز انتقائية لأجل AD-1 ethylene متصل من خلال خط أنابيب ٧ لإمداد غاز مختلط غني مع +C2 وصمام ٧(أ) مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2، متصلة من خلال صمام ٨(أ) مع خط أنابيب ٨ لتصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير D1، متصل من خلال الصمام ٩(أ) مع خط أنابيب ٩ لتوفير كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير D1، متصل من خلال صمام ١٠(أ) مع خط أنابيب ١٠ لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، متصل من خلال الصمام ١٢(أ) مع خط أنابيب ١٢ لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفين من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير D2، ومتصل من خلال الصمام ١٤(أ) مع خط أنابيب لإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير D1 وعمود التقطير D2 إلى عمود الامتزاز؛

عمود امتزاز محشو بمادة امتزاز انتقائية لأجل AD-2 ethylene متصل من خلال خط أنابيب ٧ لإمداد غاز مختلط غني مع +C2 وصمام ٧(ب) مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2، متصلة من خلال صمام ٨(ب) مع خط أنابيب ٨ لتصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير D1، متصل من خلال الصمام ٩(ب) مع خط أنابيب ٩ لتوفير كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير D1، متصل من خلال صمام ١٠(ب) مع خط أنابيب ١٠ لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، متصل من خلال الصمام ١٢(ب) مع خط أنابيب ١٢ لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفين من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير D2، ومتصل من خلال الصمام ١٤(ب) مع خط أنابيب لإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير D1 وعمود التقطير D2 إلى عمود الامتزاز؛

عمود امتزاز محشو بمادة امتزاز انتقائية لأجل AD-3 ethylene متصل من خلال خط أنابيب ٧ لإمداد غاز مختلط غني مع +C2 وصمام ٧(جـ) مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط

لتركيز مكونات +C2، متصلة من خلال صمام ٨(جـ) مع خط أنابيب ٨ لتصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير D1، متصل من خلال الصمام ٩(جـ) مع خط أنابيب ٩ لتوفير كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير D1، متصل من خلال صمام ١٠(جـ) مع خط أنابيب ١٠ لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، متصل من خلال الصمام ١٢(جـ) مع خط أنابيب ١٢ لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفين من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير D2، ومتصل من خلال الصمام ١٤(جـ) مع خط أنابيب لإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير D1 وعمود التقطير D2 إلى عمود الامتزاز؛

عمود امتزاز محشو بمادة امتزاز انتقائية لأجل AD-4 ethylene متصل من خلال خط أنابيب ٧ لإمداد غاز مختلط غني مع +C2 وصمام ٧(د) مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2، متصلة من خلال صمام ٨(د) مع خط أنابيب ٨ لتصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير D1، متصل من خلال الصمام ٩(د) مع خط أنابيب ٩ لتوفير كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير D1، متصل من خلال صمام ١٠(د) مع خط أنابيب ١٠ لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، متصل من خلال الصمام ١٢(د) مع خط أنابيب ١٢ لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفين من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير D2، ومتصل من خلال الصمام ١٤(د) مع خط أنابيب الإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير D1 وعمود التقطير D2 إلى عمود الامتزاز.

اثنان من أعمدة التقطير، واحد منهما عمود تقطير D1 لفصل خليط تيار غني مع ethylene/ مادة مج إلى مكونات والآخر منهما عمود تقطير D2 لفصل خليط تيار فقير مع ethylene/ مادة مج إلى مكونات؛ حيث تجرى خطوة الاسترجاع، خطوة الامتزاز، خطوة شطف ethylene وخطوة المج بصورة متكررة في عمود الامتزاز، يفضل أن يقوم كل واحد من أعمدة الامتزاز الأربعة بإجراء الخطوات المختلفة.

هنا لاحقا، سيتم وصف تشغيل من دورة واحدة لعملية المج بالإزاحة لأجل ethylene من أجل الفصل انتقائيا لأجل ethylene من غاز مختلط غني مع C2 بالإشارة إلى جدول ٤ أعلاه.

أولا، يتم دمج الغازات المصرفة من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في خط الأنابيب ١٣ وتدخل من خلال الصمام ١٠(أ) في عمود الامتزاز AD-L الخاضع للمج. عند هذا الوقت، يمتز انتقائيا ethylene في الغاز المختلط في عمود الامتزاز، وتدخل المكونات ضعيفة الامتزاز، مثل hydrogen، nitrogen، carbon monoxide، methane و ethane، مع مادة المج الموجودة في عمود الامتزاز بعد خطوة المج، من خلال خط الأنابيب ١٢ والصمام ١٢(أ) في عمود التقطير D2 لفصل مادة المج من المكونات ضعيفة الامتزاز، وبذلك يتم استرجاع مادة المج.

بينما يخضع عمود الامتزاز AD-1 لخطوة استرجاع، فإن عمود الامتزاز AD-2 يخضع لخطوة المج لمج ethylene ممتز باستخدام مادة مج. نحصل على مادة المج المستخدمة من قاع أعمدة التقطير D1 و D2 وتدخل في عمود الامتزاز AD-2 من خلال خط الأنابيب ١١ والصمام ١٤(أ). يدخل التيار الغني مع ethylene المصرف مع مادة المج من خلال الصمام ٨(ب) وخط الأنابيب ٨ في عمود التقطير D1 الذي يتم فيه فصل التيار الغني مع ethylene من مادة المج. أيضا، يدخل قسم من التيار الغني مع ethylene المنفصل من عمود التقطير D1 من خلال خط الأنابيب ٩ والصمام ٩(جـ) من عمود الامتزاز AD-3 بحيث تزال الكميات النادرة من ethane وغازات أخرى ممتزة مع ethylene، وبالتالي يزداد نقاء ethylene (خطوة شطف ethylene). عند هذا الوقت، يدخل الغاز المصرف من عمود الامتزاز AD-3 في عمود الامتزاز AD-1 من خلال الصمام ١٣(جـ) وخط الأنابيب ١٣. يخضع عمود الامتزاز AD-4 لخطوة امتزاز من أجل امتزاز مكونات ethylene في الغاز المختلط الغني مع C2+ المتوافر من خلال خط الأنابيب ٧ والصمام ٧(د).

كما هو مبين في جدول ٤ أعلاه، عندما تكتمل خطوة الاسترجاع في عمود الامتزاز AD-1، يخضع عمود الامتزاز AD-1 لخطوة امتزاز لامتزاز انتقائيا لمكونات ethylene من الغاز المختلط الغني مع C2+. عند هذا الوقت، يخضع عمود الامتزاز AD-2 الذي قد يخضع لخطوة المج لخطوة استرجاع لامتزاز مكونات ethylene من الغازات المصرف من عمود الامتزاز AD-1 (خطوة امتزاز) ويخضع عمود الامتزاز AD-4 (خطوة شطف ethylene)، وعمود الامتزاز AD-3 لخطوة المج لمج ethylene مع مادة المج، ويخضع عمود الامتزاز AD-4 لخطوة شطف ethylene لإزالة كميات قليلة من ethane، methane، إلخ، من عمود الامتزاز وينتج ethylene عالي التركيز في عمود التقطير D1. عندما يخضع عمود امتزاز

واحد لخطوة استرجاع- خطوة امتزاز - خطوة شطف ethylene- خطوة مج حسب الوصف أعلاه، تكون عملية الدورة الواحدة قد اكتملت، وتليها عملية الدورة التالية.

أيضا، فإن عملية المج بالإزاحة للفصل انتقائيا لأجل ethylene من الغاز المختلط الغني مع +C2 قد تعمل بالترتيب التالي: خطوة امتزاز - خطوة استرجاع- خطوة شطف ethylene- خطوة مج اعتمادا على تركيز ethylene في الغاز المنفصل من FCC. بصفة خاصة، إذا كان تركيز ethylene في الغاز المختلط الغني مع +C2 كبيرا، فإن عملية المج بالإزاحة لأجل ethylene يمكن تشغيلها بالترتيب التالي: خطوة الامتزاز لإدخال غاز مختلط غني مع +C2 في عمود الامتزاز الذي قد خضع للمج بحيث ينفصل ethylene انتقائيا من الغاز المختلط، خطوة الاسترجاع لاسترجاع ethylene من الغاز المنفصل المصرف من خطوة شطف ethylene، خطوة تنظيف ethylene لإزالة الشوائب من عمود الامتزاز بعد خطوة الاسترجاع باستخدام ethylene عالي التركيز الناتج من عمود التقطير D1، وخطوة المج وهي إدخال مادة المج في عمود الامتزاز الذي قد خضع لخطوة شطف ethylene من أجل مج ethylene من عمود الامتزاز.

إضافيا، عندما يكون ضغط خطوة الامتزاز أكبر من الضغط الجوي، فإن عملية المج بالإزاحة لأجل ethylene من أجل الفصل انتقائيا من الغاز المختلط الغني مع +C2 قد تشمل إضافيا، قبل خطوة الشطف، خطوة إزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه لتصريف المكونات بخلاف ethylene من عمود الامتزاز.

هنا لاحقا، سيتم بالتفصيل وصف أمثلة مفضلة من الاختراع الحالي.

المثال 1:

أولا، كيف سيتم اختيار تركيز مكونات +C2 بواسطة عملية امتزاز تأرجح الضغط بواسطة محاكاة حاسوب. يبين جدول ٦ أدناه تركيز كل مكون مستخدم في محاكاة الحاسوب. يتم حشو أعمدة الامتزاز مع هلام silica، يضبط ضغط الامتزاز عند ١٠ جوي، يضبط ضغط المج عند ١ جوي، ويضبط معدل تدفق الشطف عند ٦٧٪ من الكمية الكلية للغاز الممجوج. تعمل أعمدة الامتزاز طبقا لهيئة العملية المبينة في جدول ٣ أعلاه، ويبين الشكل ٢ تركيز واسترجاع (٪) C2 في التيار الغني مع C2 الناتج بواسطة محاكاة الحاسوب. كما هو مبين في شكل ٢، يمكن إجراء تركيز للمكون C2، ويمكن الحصول على المكون C2 عند تركيز ٧٨٪ على أساس نسبة استرجاع ٩٩٪.

[جدول ٦]

المكون	التركيز (حجم٪)
H_2	٢٧
N_2	١٠
Methane	٣٠
C2	٣٢
C3	١

مثال اختبار 1: اختبار لقياس كفاية طريقة لاسترجاع ethylene باستخدام عملية امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2:

تختبر من خلال تجربة كفاية الطريقة لاسترجاع ethylene باستخدام عملية امتزاز تأرجح الضغط من أجل تركيز مكونات +C2. لهذا الغرض، تتم مقارنة أداء عملية المج بالإزاحة لأجل ethylene، الناتج عن تشغيل العملية باستخدام غازات مادة خام لها تركيبات ethylene المختلفة المبينة في جدول ٧ أدناه، بين التركيبات، ونتائج المقارنة مبينة في جدول ٨ أدناه.

[جدول ٧]

المكون	التركيبة I (حجم٪)	التركيبة II (حجم٪)
H_2	٢١,١٦	٥,٥
N_2	١٠,٥١	٦,٨
Methane	٣٤,٢٢	٢٢,٢
Ethane	١٣,٣٤	٢٤,٦
Ethylene	١٩,٤١	٤٠,٤
Propane	٠,٠١	٠,١
Propylene	١,٣٥	٠,٤
المجموع	١٠٠	١٠٠

تجرى عملية المج بالإزاحة لأجل ethylene طبقا للهيئة المبينة في جدول ٤ أعلاه باستخدام الجهاز المخترع لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من FCC كما هو مبين في شكل ١. باستخدام zeolite 13X كمادة امتزاز لفصل ethylene وغاز مختلط C4 (٩٥٪ isobutane و٥٪ n-butane) كمادة مج، تجرى تجربة لفصل مكونات ethylene من الغازات

المختلطة التي لها التركيبات المبينة في جدول ٧ طبقا لهيئة العملية المبينة في جدول ٤. تعمل خطوة الامتزاز عند ٨٠°مئوية و٨ بار، ومثل ethylene مطلوب لشطف ethylene عالي النقاء، يستخدم بدون تقطير ethylene عالي النقاء (٩٩,٩٥٪) المتوافر تجاريا.

[جدول ٨]

شروط التشغيل		
غاز مادة خام	التركيبة I	التركيبة II
معدل تدفق مادة خام (لتر عياري/ ساعة)	١٤٩٨	٦٨٩
معدل تدفق الشطف (لتر عياري/ ساعة)	٣٤٣	٣٣٣
معدل تدفق مادة مج (كجم/ ساعة)	٢,٤	٢,٤
نتائج التشغيل		
نقاء Ethylene (حجم٪)	٪٩٩,٥٩	٪٩٩,٥٩
معدل استرجاع Ethylene (٪)	٪٩٥,١٣	٪٩٧,٩٨

يبين جدول ٨ أعلاه أداء عملية المج بالإزاحة لأجل ethylene، الناتج عند استخدام الغازات المختلطة التي لها تركيبات مختلفة. كما يتضح في جدول ٨ أعلاه، فإن العملية لاسترجاع ethylene من التركيبة II، أي الغاز الذي يحتوي على ٤٠٪ ethylene، مفيدة بدرجة ملحوظة من ناحية نقاء ethylene ومعدل استرجاع ethylene. لذلك، يمكن أن يتضح أنه، عند استرجاع ethylene طبقا للاختراع الحالي والمستخدم فيه عملية امتزاز تأرجح الضغط والجهاز قبل استرجاع ethylene من الغاز المنفصل من FCC، فإن ethylene يمكن استرجاعه بإنتاجية أكبر.

حسب الوصف أعلاه، يوفر الاختراع الحالي الطريقة والجهاز من أجل استرجاع ethylene من غاز منفصل من FCC زيوت ثقيلة مثل مادة متخلفة جوية، متولدة في عملية تكرير زيت خام. يمكن لطريقة وجهاز الاختراع الحالي تقليل كمية شطف ethylene في العملية التالية للمج بالإزاحة لأجل ethylene بزيادة نقاء ethylene، غاز المادة الخام وتقليل تركيز المكونات

ضعيفة الامتزاز في غاز المادة الخام ويمكن تقليل فقد مادة المج أثناء عملية التقطير لفصل مادة المج من المكونات ضعيفة الامتزاز. لذلك، طبقا للاختراع الحالي، يمكن استرجاع ethylene من الغاز المنفصل من FCC لزيوت ثقيلة عند تركيز عالي وتكلفة قليلة.

برغم أن التجسيدات المفضلة للاختراع الحالي قد تم وصفها لأغراض توضيحية، فإن المهرة في الفن سيدركون أن هناك تعديلات، إضافات واستبدالات عديدة ممكنة، بدون التخلي عن نطاق وجوهر الاختراع حسب التوضيح في عناصر الحماية المكملة للموضوع.

عناصر الحماية

١ ١- طريقة (method) لاسترجاع ethylene من عملية تكسير تحفيزي مائع (fluidized
٢ (FCC) catalytic cracking) لجزء زيت ثقيل، تشمل الطريقة العمليات:
٣ تركيز مكونات C2+ للغاز المنفصل من FCC باستخدام عملية امتزاز بتأرجح الضغط
٤ للحصول على غاز مختلط غني مع C2+؛ و
٥ إدخال الغاز المختلط الغني مع C2+ في عملية مج بالإزاحة لاسترجاع ethylene عالي
٦ التركيز من الغاز المختلط.

١ ٢- الطريقة (method) من عنصر الحماية ١، حيث تشتمل عملية تركيز مكونات C2+ للغاز
٢ المنفصل من FCC باستخدام عملية إمتزاز بتأرجح الضغط على الخطوات:
٣ (١) إدخال الغاز المنفصل من FCC في عمود امتزاز محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا
٤ المكونات C2+، بحيث تمتز المكونات C2+ فوق مادة الامتزاز وتفصل الشوائب المتبقية
٥ بتصريفها خارج عمود الامتزاز؛
٦ (٢) تصريف الشوائب من عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (١)، بإزالة ضغط بتيار متحد
٧ الاتجاه؛
٨ (٣) إزالة للضغط بتيار مضاد الاتجاه لعمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٢)، بينما يتم
٩ الحصول على مكون C2 مركز جزئيا؛
١٠ (٤) إعادة تدوير قسم من غاز مصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز الذي خضع
١١ للخطوة (٣)، وبذلك يتم مج المكونات C2+ من عمود الامتزاز بشطف مع ضغط منخفض؛
١٢ (٥) إعادة تدوير من الغاز المصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة
١٣ (٤)، وخضع عمود الامتزاز للانضغاط؛ و
١٤ (٦) إعادة تدوير قسم من الغاز المصرف من خطوة الامتزاز في عمود الامتزاز الذي خضع
١٥ للخطوة (٥)، وخضع عمود الامتزاز لضغط حتى ضغط الامتزاز.

١ ٣- الطريقة (method) من عنصر الحماية ١، حيث تشتمل عملية تركيز مكونات C2+ للغاز
٢ المنفصل من FCC باستخدام عملية إمتزاز بتأرجح الضغط على الخطوات:
٣ (١) إدخال الغاز المنفصل من FCC في عمود امتزاز محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا
٤ المكونات C2+، بحيث تمتز المكونات C2+ فوق مادة الامتزاز وتفصل الشوائب المتبقية
٥ بتصريفها خارج عمود الامتزاز؛

(٢) كبس قسم من تيار غني بمكون C2 ناتج عن إزالة ضغط بتيار متضاد الاتجاه وشطف قليل الضغط ويتم إدخاله بشكل مشترك الاتجاه مع التيار المنضغط في عمود الامتزاز الذي خضع إلى خطوة (١)، وبهذا تزال الشوائب بالشطف من عمود الامتزاز مع تيار غني بمكون C2 منضغط بواسطة مكبس بحيث يصبح باطن عمود الامتزاز جوا غنيا بمكون +C2؛

(٣) تصريف الشوائب من عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٢)، بإزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه؛

(٤) إزالة للضغط بتيار متضاد الاتجاه لعمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٣)، بينما يتم الحصول على مكون C2 مركز جزئيا؛

(٥) إعادة تدوير قسم من غاز مصرف من الخطوة (١) في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٤)، وبذلك يتم مج المكونات +C2 من عمود الامتزاز بشطف مع ضغط منخفض؛ و

(٦) إعادة تدوير من الغاز المصرف من الخطوة (١) في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٤)، وخضع عمود الامتزاز لضغط حتى ضغط الامتزاز.

٤- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٢ أو ٣، حيث تتكرر على نحو منتظم كل من الخطوات من (١) إلى (٦) في عمودين امتزاز على الأقل.

٥- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٢ أو ٣، حيث تمتز مكونات +C2 الممتزة انتقائيا من المجموعة المتكونة من هلام silica، zeolite و carbon نشط.

٦- الطريقة (method) من عنصر الحماية ١، حيث تشتمل عملية إدخال الغاز المختلط الغني مع +C2 في عملية مج بالإزاحة لاسترجاع ethylene عالي التركيز على:

(١) استرجاع الغازات الناتجة من الامتزاز وشطف ethylene في عمود امتزاز محشو مع مادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene؛

(٢) إدخال الغاز المختلط الغني مع +C2 في عمود الامتزاز المحشو بمادة الامتزاز الانتقائية لأجل ethylene من أجل امتزاز ethylene من الغاز المختلط، وإدخال المكونات غير الممتزة ومادة المج، الملقمة في عمود الامتزاز أثناء المج، خلال مخرج عمود الامتزاز في عمود تقطير يفصل خليط التيار الفقير ethylene/ مادة المج إلى مكونات؛

(٣) إدخال ethylene عالي التركيز، ناتج في عمود التقطير لفصل خليط تيار غني مع ethylene/ مادة مج إلى مكونات، في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٢)، وبذلك يزال ethane والغازات الأخرى؛ و

(٤) إدخال مادة مج في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٣) بحيث يتم مج ethylene من عمود الامتزاز، وعندئذ إرسال ethylene الذي خضع للمج في عمود التقطير لفصل خليط التيار الغني مع ethylene/ مادة المج إلى مكونات، وبذلك ينتج ethylene مركز.

٧- الطريقة (method) من عنصر الحماية ١، حيث تشتمل عملية إدخال الغاز المختلط الغني مع +C2 في عملية مج بالإزاحة لاسترجاع ethylene عالي التركيز على:

(١) إدخال الغاز المختلط الغني مع +C2 في عمود الامتزاز المحشو بمادة الامتزاز الانتقائية لأجل ethylene من أجل امتزاز ethylene من الغاز المختلط، وإدخال المكونات غير الممتزة ومادة المج، الملقمة في عمود الامتزاز أثناء المج، خلال مخرج عمود الامتزاز في عمود تقطير يفصل خليط التيار الفقير ethylene/ مادة المج إلى مكونات؛

(٢) استرجاع الغازات الناتجة من الامتزاز وشطف ethylene في عمود امتزاز محشو مع مادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene؛

(٣) إدخال ethylene عالي التركيز، ناتج في عمود التقطير لفصل خليط تيار غني مع ethylene/ مادة مج إلى مكونات، في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٢)، وبذلك يزال ethane والغازات الأخرى؛ و

(٤) إدخال مادة مج في عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٣) بحيث يتم مج ethylene من عمود الامتزاز، وعندئذ إرسال ethylene الذي خضع للمج في عمود التقطير لفصل خليط التيار الغني مع ethylene/ مادة المج إلى مكونات، وبذلك ينتج ethylene مركز.

٨- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٦ أو ٧، حيث تتكرر على نحو منتظم كل من الخطوات من (١) إلى (٤) في عمودين امتزاز على الأقل.

٩- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٦ أو ٧، حيث، إذا كان الضغط في الخطوة (٢) أعلى من الضغط الجوي، فإن الطريقة تشتمل إضافيا على، قبل الخطوة (٣)، خطوة تصريف مكونات بخلاف ethylene بواسطة إزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه.

١٠- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٦ أو ٧، حيث تشتمل الطريقة إضافيا على الخطوات: (٥) توصيل عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (١) مع عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٤) لإرسال المكونات بخلاف ethylene من عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (١) إلى عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة (٤)، وبذلك يزال ضغط عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (١) وينضغط عمود الامتزاز الذي خضع للخطوة (٥)؛ (٦) تصريف المكونات بخلاف

ethylene من أعمدة الامتزاز التي خضعت للخطوة (٥)، بإزالة ضغط بتيار متحد الاتجاه؛ و (٧) إدخال خليط الغاز الغني مع C2+ في أعمدة الامتزاز التي خضعت للخطوة (٦)، وتنضغط أعمدة الامتزاز إلى ضغط الامتزاز.

١١- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٦ أو ٧، حيث تكون مادة الامتزاز الانتقائية لأجل ethylene هي مادة امتزاز معقد- π تشكل انتقائيا معقد- π مع ethylene، مادة امتزاز zeolite X، مادة امتزاز zeolite Y أو مادة امتزاز zeolite A.

١٢- الطريقة (method) من عنصر الحماية ١١، حيث تكون مادة امتزاز zeolite X هي مادة امتزاز zeolite 13X.

١٣- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٦ أو ٧، حيث تكون مادة الامتزاز هي C3-C6 hydrocarbon.

١٤- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٦ أو ٧، حيث تجرى الخطوة (٤) تحت شروط ضغط ١-١٠ جوي ودرجة حرارة ٢٠ إلى حوالي ١٥٠°مئوية.

١٥- الطريقة (method) من عنصر الحماية ٦ أو ٧، حيث يعاد تدوير مادة الامتزاز الناتجة في عمود التقطير لفصل خليط التيار الفقير ethylene/ مادة المج إلى مكونات وفي عمود التقطير لفصل خليط التيار الغني ethylene/ مادة المج إلى مكونات إلى عمود الامتزاز.

١٦- جهاز (apparatus) لاسترجاع ethylene من غاز منفصل من عملية تكسير تحفيزي مائع (fluidized catalytic cracking) (FCC) يشمل: وحدة امتزاز بتأرجح الضغط لتركيز مكونات C2+ من غاز منفصل من عملية FCC لجزء زيت ثقيل للحصول على غاز مختلط غني مع C2+؛ ووحدة مج بالإزاحة لأجل ethylene من أجل فصل ethylene انتقائيا من الغاز المختلط الغني مع C2+.

١٧- الجهاز (apparatus) من عنصر الحماية ١٦، حيث تشتمل وحدة امتزاز بتأرجح الضغط لتركيز المكونات C2+ على:

خط أنابيب للإمداد بالغاز المنفصل مع FCC؛ خط أنابيب يصل تيار غني مع C2+، مصرف من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط، مع ضاغط؛ خط أنابيب للإمداد بقسم من الغاز الذي خضع للمج (غاز مختلط غني مع C2+) مضغوط بواسطة الضاغط إلى ضغط الامتزاز من أجل إجراء خطوة الشطف؛ خط أنابيب لتصريف التركيزات العالية من الشوائب من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز؛ خط أنابيب لإمداد التركيزات

العالية من الشوائب، المصرفة من خطوة الامتزاز، إلى خطوة الشطف قليل الضغط لتجديد مادة الامتزاز؛ جمع من أعمدة امتزاز محشوة مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا مكونات +C2، تتصل فيه أعمدة الامتزاز مع خط أنابيب لتصريف غاز من خطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج؛ وضاغط لضغط غاز مختلط مفرغ من خطوات المج والشطف قليل الضغط.

١٨- الجهاز (apparatus) من عنصر الحماية ١٦، حيث تشتمل وحدة امتزاز بتأرجح الضغط لتركيز المكونات +C2 على:

عمود امتزاز (PAD-1) محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا مكونات +C2، متصل فيها مع خط أنابيب إمداد الغاز المنفصل من FCC ١ من خلال الصمام (valve) ١(أ) ومتصل من خلال الصمام (valve) ٢(أ) مع خط أنابيب ٢ يصل تيار غني مع +C2، مصرف من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط، مع ضاغط، مزود فيها عمود الامتزاز (PAD-1) مع خط أنابيب ٣ وصمام (valve) ٣(أ) لإمداد قسم من الغاز الممجوج (غاز مختلط غني مع +C2) المضغوط بواسطة الضاغط إلى عمود الامتزاز لإجراء خطوة الشطف، ومتصل مع خط أنابيب ٦ وصمام (valve) ٦(أ) لتصريف التركيزات العالية من الشوائب من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٥ وصمام (valve) ٥(أ) لإمداد التركيزات العالية من الشوائب، المصرفة من خطوة الامتزاز، إلى خطوة الشطف قليل الضغط لتجديد مادة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٤ وصمام (valve) ٤(أ) لتصريف غاز من خطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج.

عمود امتزاز (PAD-2) محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا مكونات +C2، متصل فيها مع خط أنابيب إمداد الغاز المنفصل من FCC ١ من خلال الصمام (valve) ١(ب) ومتصل من خلال الصمام (valve) ٢(ب) مع خط أنابيب ٢ يصل تيار غني مع +C2، مصرف من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط، مع ضاغط، مزود فيها عمود الامتزاز (PAD-2) مع خط أنابيب ٣ وصمام (valve) ٣(ب) لإمداد قسم من الغاز الممجوج (غاز مختلط غني مع +C2) المضغوط بواسطة الضاغط إلى عمود الامتزاز لإجراء خطوة الشطف، ومتصل مع خط أنابيب ٦ وصمام (valve) ٦(ب) لتصريف التركيزات العالية من الشوائب من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٥ وصمام (valve) ٥(ب) لإمداد التركيزات العالية من الشوائب، المصرفة من خطوة الامتزاز، إلى خطوة

الشطف قليل الضغط لتجديد مادة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٤ وصمام (valve) ٤(ب) لتصريف غاز من خطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج.

عمود امتزاز (PAD-3) محشو مع مادة امتزاز تمتز انتقائيا مكونات +C2، متصل فيها مع خط أنابيب إمداد الغاز المنفصل من FCC ١ من خلال الصمام (valve) ١(جـ) ومتصل من خلال الصمام (valve) ٢(جـ) مع خط أنابيب ٢ يصل تيار غني مع +C2، مصرف من خطوات إزالة الضغط بتيار متضاد الاتجاه والشطف قليل الضغط، مع ضاغط، مزود فيها عمود الامتزاز (PAD-3) مع خط أنابيب ٣ وصمام (valve) ٣(جـ) لإمداد قسم من الغاز الممجوج (غاز مختلط غني مع +C2) المضغوط بواسطة الضاغط إلى عمود الامتزاز لإجراء خطوة الشطف، ومتصل مع خط أنابيب ٦ وصمام (valve) ٦(جـ) لتصريف التركيزات العالية من الشوائب من عمود الامتزاز أثناء خطوة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٥ وصمام (valve) ٥(جـ) لإمداد التركيزات العالية من الشوائب، المصرفة من خطوة الامتزاز، إلى خطوة الشطف قليل الضغط لتجديد مادة الامتزاز، ومتصل مع خط أنابيب ٤ وصمام (valve) ٤(جـ) لتصريف غاز من خطوة إزالة الضغط بتيار متحد الاتجاه إلى الخارج؛ و

ضاغط لكبس غاز مختلط مصرف من خطوات المج والشطف قليل الضغط.

١٩- الجهاز (apparatus) من عنصر الحماية ١٦، حيث تشتمل وحدة المج بالإزاحة لأجل ethylene للفصل انتقائيا لأجل ethylene من غاز مختلط غني مع +C2 على:

جمع من أعمدة الامتزاز تتصل من خلال خط أنابيب إمداد غاز مختلط غني مع +C2 مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز المكونات +C2، متصل مع خط أنابيب تصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير D1، خط أنابيب لإمداد كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير D1، خط أنابيب لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز. خط أنابيب لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفة من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير D2، وخطوط أنابيب لإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير D1 وعمود التقطير D2، إلى عمود الامتزاز؛ و٢ على الأقل من أعمدة تقطير، تتضمن عمود التقطير D1 لفصل خليط تيار غني مع olefin/ مادة المج إلى المكونات، وعمود تقطير D2 لفصل تيار فقير مع olefin/ مادة مج إلى مكونات.

٢٠- الجهاز (apparatus) من عنصر الحماية ١٦، حيث تشتمل وحدة المج بالإزاحة لأجل ethylene للفصل انتقائيا لأجل ethylene من غاز مختلط غني مع +C2 على:

عمود امتزاز محشو بمادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene (AD-1) متصل من خلال خط أنابيب ٧ لإمداد غاز مختلط غني مع +C2 وصمام (valve) ٧(أ) مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2، متصلة من خلال صمام (valve) ٨(أ) مع خط أنابيب ٨ لتصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير D1، متصل من خلال الصمام (valve) ٩(أ) مع خط أنابيب ٩ لتوفير كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير (D1)، متصل من خلال صمام (valve) ١٠(أ) مع خط أنابيب ١٠ لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، متصل من خلال الصمام (valve) ١٢(أ) مع خط أنابيب ١٢ لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفين من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير (D2)، ومتصل من خلال الصمام (valve) ١٤(أ) مع خط أنابيب لإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير (D1) وعمود التقطير (D2) إلى عمود الامتزاز؛

عمود امتزاز محشو بمادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene (AD-2) متصل من خلال خط أنابيب ٧ لإمداد غاز مختلط غني مع +C2 وصمام (valve) ٧(ب) مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2، متصلة من خلال صمام (valve) ٨(ب) مع خط أنابيب ٨ لتصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير (D1)، متصل من خلال الصمام (valve) ٩(ب) مع خط أنابيب ٩ لإمداد كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير (D1)، متصل من خلال صمام (valve) ١٠(ب) مع خط أنابيب ١٠ لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، متصل من خلال الصمام (valve) ١٢(ب) مع خط أنابيب ١٢ لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفين من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير (D2)، ومتصل من خلال الصمام (valve) ١٤(ب) مع خط أنابيب ١١ لإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير (D1) وعمود التقطير (D2) إلى عمود الامتزاز؛

عمود امتزاز محشو بمادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene (AD-3) متصل من خلال خط أنابيب ٧ لإمداد غاز مختلط غني مع +C2 وصمام (valve) ٧(جـ) مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات +C2، متصلة من خلال صمام (valve) ٨(جـ) مع خط أنابيب ٨

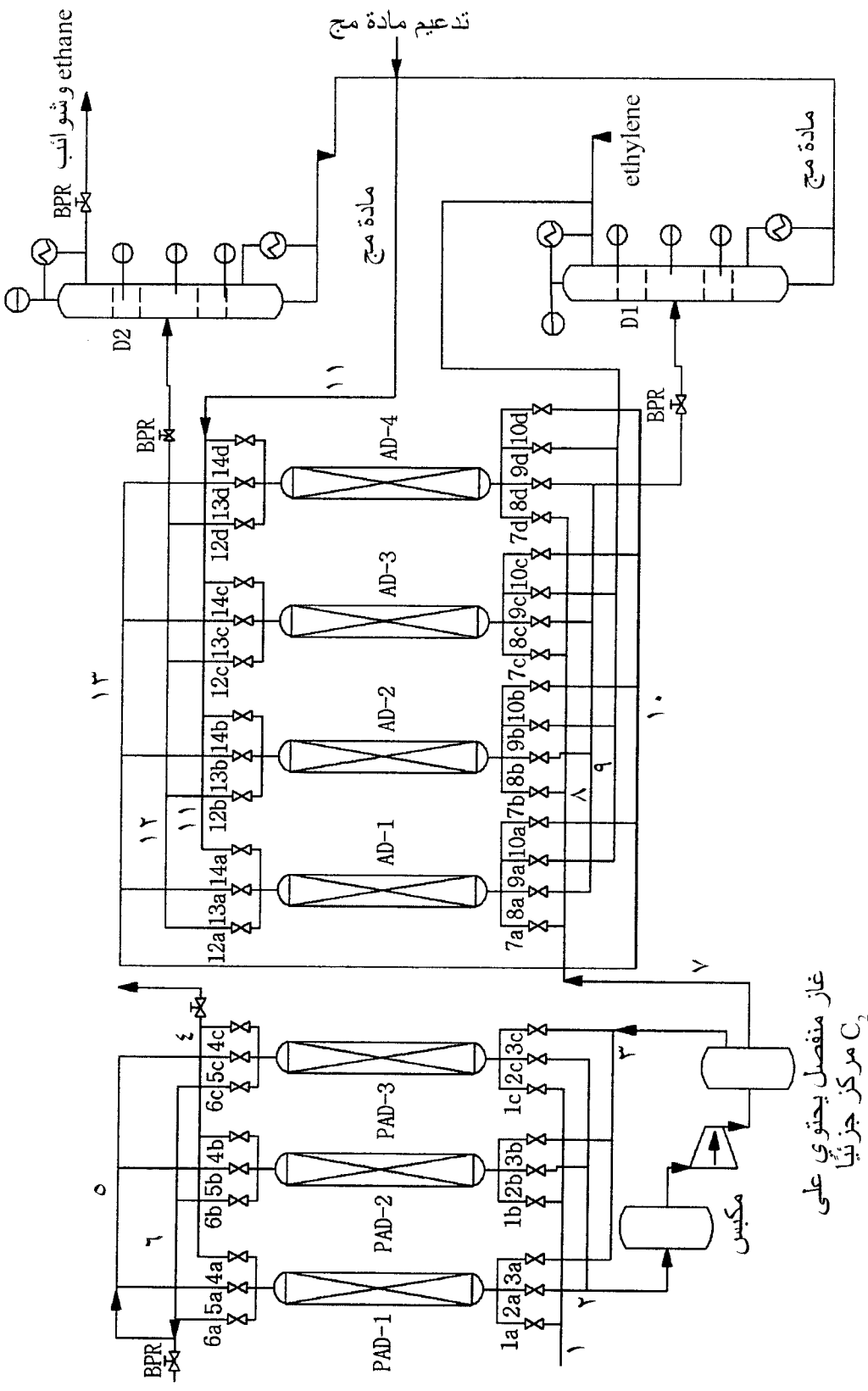
لتصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير (D1)، متصل من خلال الصمام (valve) ٩(جـ) مع خط أنابيب ٩ لإمداد كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير (D1)، متصل من خلال صمام (valve) ١٠(جـ) مع خط أنابيب ١٠ لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، متصل من خلال الصمام (valve) ١٢(جـ) مع خط أنابيب ١٢ لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفين من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير (D2)، ومتصل من خلال الصمام (valve) ١٤(جـ) مع خط أنابيب لإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير (D1) وعمود التقطير (D2) إلى عمود الامتزاز؛

عمود امتزاز محشو بمادة امتزاز انتقائية لأجل ethylene (AD-4) متصل من خلال خط أنابيب ٧ لإمداد غاز مختلط غني مع C2+ وصمام (valve) ٧(د) مع وحدة امتزاز تأرجح الضغط لتركيز مكونات C2+، متصلة من خلال صمام (valve) ٨(د) مع خط أنابيب ٨ لتصريف تيار غني مع ethylene/ مادة مج يؤدي إلى عمود التقطير (D1)، متصل من خلال الصمام (valve) ٩(د) مع خط أنابيب ٩ لإمداد كمية محددة من التيار الغني مع ethylene من عمود التقطير (D1)، متصل من خلال صمام (valve) ١٠(د) مع خط أنابيب ١٠ لإدخال غاز مختلط مصرف من خطوات الامتزاز وشطف ethylene في عمود الامتزاز الذي خضع لخطوة المج، متصل من خلال الصمام (valve) ١٢(د) مع خط أنابيب ١٢ لتوجيه التيار الفقير مع ethylene ومادة المج المصرفين من خطوة الاسترجاع في عمود التقطير (D2)، ومتصل من خلال الصمام (valve) ١٤(د) مع خط أنابيب الإمداد مادة المج، منفصل من عمود التقطير (D1) وعمود التقطير (D2) إلى عمود الامتزاز.

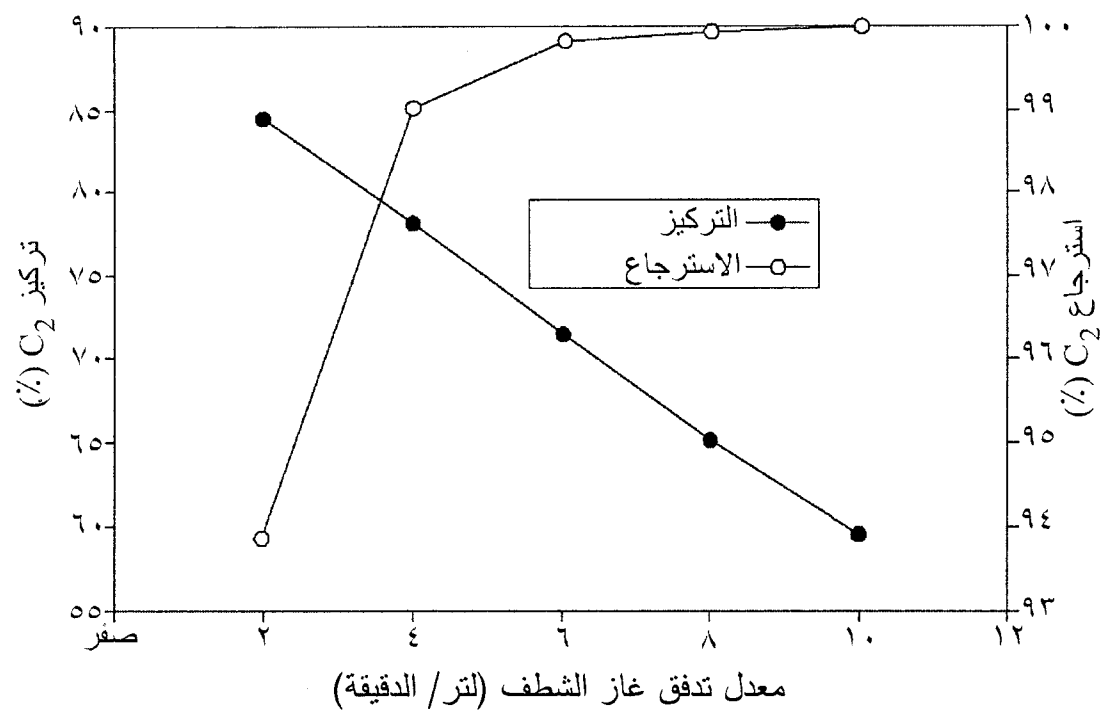
اثنان من أعمدة التقطير، واحد منهما عمود تقطير (D1) لفصل تيار غني مع ethylene من مادة مج والآخر منهما عمود تقطير (D2) لفصل خليط تيار فقير مع ethylene من مادة مج.

٢١- الجهاز (apparatus) من عنصر الحماية ٢٠، حيث تجرى خطوة الاسترجاع، خطوة الامتزاز، خطوة شطف olefin وخطوة المج بصورة متكررة في أعمدة الامتزاز الأربعة.

شكل ١


تدعيم مادة مج
ethane وشوائب
BPR
مادة مج
ethylene
مادة مج
D2
D1
BPR
BPR
AD-4
AD-3
AD-2
AD-1
PAD-3
PAD-2
PAD-1
BPR
مكبس
غاز منفصل يحتوي على
مركز جزئيًا C_2

شكل ٢


٩٠
٨٥
٨٠
٧٥
٧٠
٦٥
٦٠
٥٥
تركيز C_2 (٪)
١٠٠
٩٩
٩٨
٩٧
٩٦
٩٥
٩٤
٩٣
استرجاع C_2 (٪)
التركيز
الاسترجاع
صفر
٢
٤
٦
٨
١٠
١٢
معدل تدفق غاز الشطف (لتر/ الدقيقة)