مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

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

[11] رقم البراءة: ٣٦٣٧
[45] تاريخ المنح: ١٤٣٥/١١/٢٠ هـ
الموافـــق: ٢٠١٤/٠٩/١٥ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: بيرس. مايكل سي، ويلكينسون، جون دى، هودسون. هانك ام

[73] مالك البراءة : اورتلوف إنجينيرز، ليمتد

عنوانـــه: ٤١٥ ويســـت وال،ســـويت ٢٠٠٠، ميلانـــد، تكساس ٧٩٧٠١- ٤٤٨٢، الولايات المتحدة الامريكية

جنسيته: امريكية

[74] الوكيل: شركة الهدف لخدمات العلامات المحدودة

[21] رقم الطلب: ١١١٣٢٠٠٨٥

[22] تاريخ الإيداع : ١٤٣٢/٠٢/٠٦ هـ
الموافق : ٢٠١١/٠١/١٠ م

[30] بيانات الأسبقية:

US	٦١/٢٩٥,١١٩	٢٠١٠/٠١/١٤م
US	١٢/٩٧٩,٥٦٣	٢٠١٠/١٢/٢٨م

[51] التصنيف الدولي (IPC^8) :
F25J 003/209,F25J 003/000

[56] المراجع:

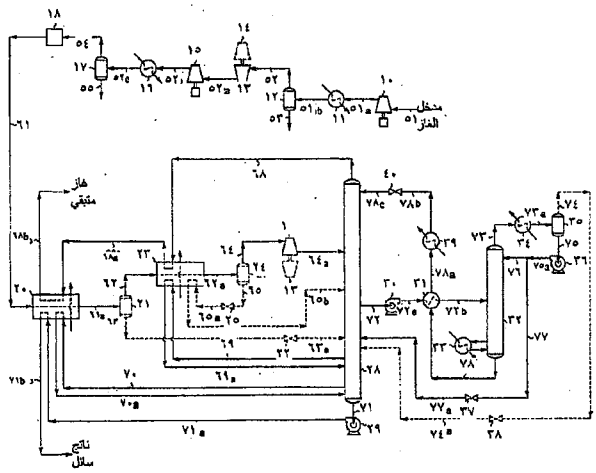
US	٢٠٠٩٠١٠٠٨٦٢	٢٠٠٩/٠٤/٢٣م
US	٢٠٠٩٠٢٨٢٨٦٥	٢٠٠٩/١١/١٩م

اسم الفاحص: عادل بن عبدالله السليمان

[54] اسم الاختراع: معالجة غاز هيدروكربونى
Hydrocarbon gas processing

[57] الملخص: يتم وصف عملية وأجهزة لاستخلاص الإيثان ethane، الإيثـــيلين ethylene، والمكونـــات الهيدروكربونية الأثقل heavier hydrocarbon components مـــن تيـــار غـــاز هيـــدروكربونى hydrocarbon gas stream. يتم تبريد التيار، تمديده إلى ضغط أقل، وتوريده إلى برج تجزيئ أول عند موضع تلقيم عمود متوسط. يتم سحب تيار سائل تقطير من عمود التجزيئ الأول تحت موضع التلقيم للتيار المتمدد تسخينه، وتوجيهه إلى برج تجزيئ ثانى الذى ينتج تيار بخار سقف وتيار سائل بالأسفل. يتم تبريد تيار بخار السقف لتكثيفه، بجزء من التيار المتكثف يوجه إلى برج تجزيئ ثانى كتلقيم علوى له والمتبقى يوجه إلى برج التقطير الأول عند موضع تلقيم عمود سفلى. يتم تبريد تيار السائل بالأسفل من عمود التجزيئ الثانى وتوجيهه إلى عمود التجزيئ الأول كتلقيم علوى له.

عدد عناصر الحماية (١٦)، عدد الأشكال (٢)



الشكل (١)

معالجة غاز هيدروكربونى

Hydrocarbon gas processing

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق هذا الاختراع بعملية process لفصل separation مركبات هيدروكربونية محمولة فى تيار غاز hydrocarbon bearing gas stream الذى يحتوى على كميات components كبيرة من مكونات أكثر تطايراً من الميثان methane (على سبيل المثال، هيدروجين hydrogen، نيتروجين nitrogen، إلخ.) بداخل جزئين two fractions: جزء أول first fraction يحتوى إلى حد كبير على الميثان والمكونات الأكثر تطايراً، وجزء ثانى second fraction يحتوى على المستخلص المرغوب من إيثان/إيثيلين recovered desirable ethane/ethylene ومكونات هيدروكربونية أثقل heavier hydrocarbon components.

يمكن استخلاص إيثيلين Ethylene، إيثان ethane، بروبيلين propylene، بروبان propane، و/أو مركبات هيدروكربونية أثقل heavier hydrocarbons من مجموعة متنوعة من الغازات variety of gases، مثل الغاز الطبيعى natural gas، غاز مصافى التكرير refinery gas، وتيارات غازات صناعية synthetic gas streams التى يتم الحصول عليها من مواد هيدروكربونية أخرى مثل الفحم coal، النفط الخام crude oil، نافثا naphtha، صخور نفطية oil shale، الرمال النفطية tar sands، والليجنيت lignite. يحتوى الغاز الحامل للمواد الهيدروكربونية Hydrocarbon bearing gas عادةً على مكونات أكثر تطايراً من الميثان (على سبيل المثال، هيدروجين، نيتروجين، إلخ) وفى الغالب مواد هيدروكربونية غير مشبعة unsaturated hydrocarbons (على سبيل المثال، إيثيلين، بروبيلين، إلخ) ومواد هيدروكربونية آروماتية aromatic hydrocarbons (على سبيل المثال، بنزين benzene، طولوين toluene، إلخ.) بالإضافة إلى الميثان، الإيثان، والمركبات الهيدروكربونية التى لها وزن جزيئى أثقل مثل البروبان propane، البيوتان butane، والبنتان pentane. يوجد أيضاً أحياناً غازات تحتوى على كبريت Sulfur-containing gases وثانى أكسيد الكربون carbon dioxide

الاختراع الحالى بصفة عامة مهتم باستخلاص الإيثيلين ethylene، الإيثان، ومركبات هيدروكربونية أثقل (C_2+) من تلك التيارت الغازية gas streams.

استحدثت التغيرات الحديثة فى احتياج الإيثيلين ethylene demand أسواقاً متزايدة للإيثيلين ومنتجات مشتقة derivative products. بالإضافة إلى التقلبات الدورية fluctuations فى أسعار كل من الغاز الطبيعى natural gas ومكوناته constituents من سائل الغاز الطبيعى natural gas liquid (NGL) أدت إلى تخفيض القيمة المضافة للإيثان ومكونات أثقل فى شكل منتجات سائلة liquid products. تسبب ذلك فى الحاجة demand إلى العمليات processes التى يمكن أن توفر استخلاصاً فعالاً للإيثيلين والإيثان ethylene and ethane recovery واستخلاصاً أكثر فاعلية more efficient recovery لجميع هذه المنتجات products، تتضمن العمليات المتاحة Available processes لفصل هذه المواد materials تلك التى تعتمد على تبريد cooling وتجميد refrigeration الغاز gas، امتصاص زيت oil absorption، امتصاص زيت مجمد refrigerated oil absorption. على نحو إضافى، أصبحت العمليات التبريدية cryogenic processes منتشرة (شعبية popular) بسبب توفر الأجهزة الاقتصادية availability of economical equipment التى تقوم بإنتاج القدرة power بينما فى نفس الوقت تقوم بتمديد واستخلاص الحرارة expanding and extracting heat من الغاز الجارى معالجتة. بالاعتماد على مصدر ضغط الغاز gas source، وغنى richness (إيثان، إيثيلين، ومحتوى من المركبات الهيدروكربونية الأثقل) الغاز، والمنتجات النهائية المرغوبة desired end products، قد تستخدم كل من هذه العمليات processes أو توليفة منها.

عملية التمديد التبريدى cryogenic expansion process الآن مفضلة عموماً لاستخلاص سوائل الغاز الطبيعى natural gas liquids recovery لأنها تقوم بتوفير سهولة قصوى maximum simplicity مع سهولة البدء فى التشغيل startup، مرونة فى التشغيل operating flexibility، كفاءة جيدة good efficiency، أمان safety، وموثوقية جيدة good reliability.

البراءات الأمريكية المرقمة ٣،٢٩٢،٣٨٠؛ ٤،٠٦١،٤٨١؛ ٤،١٤٠،٥٠٤؛ ٤،١٥٧،٩٠٤؛ ٤،١٧١،٩٦٤؛ ٤،١٨٥،٩٧٨؛ ٤،٢٥١،٢٤٩؛ ٤،٢٧٨،٤٥٧؛ ٤،٥١٩،٨٢٤؛ ٤،٦١٧،٠٣٩؛

٤،٦٨٧،٤٩٩؛ ٤،٦٨٩،٠٦٣؛ ٤،٦٩٠،٧٠٢؛ ٤،٨٥٤،٩٥٥؛ ٤،٨٦٩،٧٤٠؛ ٤،٨٨٩،٥٤٥؛ ٥،٢٧٥،٠٠٥؛ ٥،٥٥٥،٧٤٨؛ ٥،٥٦٦،٥٥٤؛ ٥،٥٦٨،٧٣٧؛ ٥،٧٧١،٧١٢؛ ٥،٧٩٩،٥٠٧؛ ٥،٨٨١،٥٦٩؛ ٥،٨٩٠،٣٧٨؛ ٥،٩٨٣،٦٦٤؛ ٦،١٨٢،٤٦٩؛ ٦،٥٧٨،٣٧٩؛ ٦،٧١٢،٨٨٠؛ ٦،٩١٥،٦٦٢؛ ٧،١٩١،٦١٧؛ ٧،٢١٩،٥١٣؛ والبراءة الأمريكية بإصدار ثان المرقمة ٣٣,٤٠٨؛ والطلبات المؤجلة المشتركة المرقمة ١١/٤١٢،٤٣٠؛ ١١/٦٩٣،٨٣٩؛ ١١/٤٩١،٩٧١؛ ١٢/٢٣٠،٢٠٦؛ ١٢/٦١٦،٦٨٩؛ ١٢/٣٩٤،٧١٧؛ ١٢/٨٦٢،٧٥٠؛ ١٢/٤٧٢،٧٧٢؛ ١٢/٢٥٩،٧٨١؛ ١٢/٩٩٣،٨٦٨؛ ١٢/٠٠٧،٨٦٩؛ و١٢/١٣٩،٨٦٩ تصف العمليات المماثلة relevant processes (بالرغم من أن وصف الاختراع الحالى فى بعض الحالات يعتمد على ظروف المعالجة المختلفة different processing conditions عن تلك الموصوفة فى البراءات الأمريكية المشار إليها).

فى عملية استخلاص التمديد التبريدى الاعتيادية typical cryogenic expansion recovery process، يتم تبريد تيار غاز تلقيم feed gas stream تحت ضغط under pressure بواسطة تبادل حرارى heat exchange مع بعض التيارات streams الأخرى للعملية process و/أو مصادر خارجية external sources للتبريد refrigeration مثل نظام تبريد بانضغاط البروبان propane compression-refrigeration system. عندما يتم تبريد الغاز، قد يتم تكثيف السوائل liquids وتجميعها فى واحدة أو أكثر من الفواصل separators فى شكل سوائل مرتفعة الضغط تحتوى على بعض مكونات C_2+ المرغوبة. بالاعتماد على غنى الغاز وكمية السوائل amount of liquids المتكونة، قد يتم تمديد السوائل مرتفعة الضغط إلى ضغط أقل وتجزيئها. يتسبب التبخر vaporization الحادث أثناء التمديد expansion للسوائل فى تبريد cooling آخر للتيار. تحت بعض الظروف، قد يكون من المرغوب فيه تبريد مسبق pre-cooling للسوائل مرتفعة الضغط قبل التمديد للعمل على خفض آخر لدرجة الحرارة temperature الناتجة من التمديد. يتم تجزئة التيار المتمدد، الذى يشتمل على خليط من سائل liquid وبخار vapor، فى عمود تقطير distillation column (نازع الميثان demethanizer أو نازع الإيثان deethanizer). فى العمود column، يتم تقطير تيار (تيارات) التمديد المبرد (المبردة) إلى رواسب منفصلة separate residual من الميثان، الهيدروجين، النيتروجين، وغازات طيارة أخرى فى شكل بخار فى سقف

العمود من المكونات المرغوبة من مكونات C_2، مكونات C_3، والمكونات الهيدروكربونية الأثقل فى شكل منتج سائل فى الأسفل bottom liquid product أو القيام بفصل ميثان مترسب separate residual methane، مكونات C_2 ، هيدروجين، نيتروجين، وغازات طيارة أخرى فى شكل بخار فى السقف من مكونات C_3 المرغوبة والمكونات الهيدروكربونية الأثقل فى شكل منتج سائل فى الأسفل.

إذا لم يتم تكثيف غاز التلقيم feed gas بشكل كلى (عادةً لا يتم)، يمكن أن يتم تمرير البخار المتبقى من التكثيف الجزئى partial condensation من خلال ماكينة تمديد شغل work expansion machine أو محرك engine، أو صمام تمديد expansion valve، إلى ضغط أقل lower pressure الذى يتم عنده تكثيف السوائل الإضافية additional liquids نتيجةً للتبريد الآخر للتيار. الضغط بعد التمديد هو نفسه إلى حد كبير مثل الضغط pressure الذى يتم عنده تشغيل عمود التقطير. يتم توريد الأطوار المتحدة من البخار- السائل vapor-liquid phases الناتجة من التمديد فى شكل تلقيم إلى العمود.

فى التشغيل المثالى ideal operation مثل عملية الفصل separation process تلك، سيحتوى الغاز المتبقى الذى يغادر العملية إلى حد كبير كل الميثان ومكونات أكثر تطايراً فى غاز التلقيم مع عدم وجود إلى حد كبير مكونات هيدروكربونية أثقل، سيحتوى الجزء فى الأسفل bottoms fraction الذى يغادر نازع الميثان إلى حد كبير على جميع المكونات الهيدروكربونية الأثقل مع عدم وجود ميثان بشكل جوهرى أو مكونات أكثر تطايراً. عملياً، مع ذلك، لا يتم الحصول على هذا الوضع المثالى ideal situation لأنه يتم تشغيل نازع الميثان التقليدى conventional demethanizer بصفة عامة بمثابة عمود تجريد stripping column إلى حد كبير. منتج الميثان من العملية، لذلك، يشتمل إعتيادياً على أبخرة مغادرة مرحلة التجزيئ العلوى top fractionation stage للعمود، جنباً إلى جنب مع أبخرة لم تعرض لأى خطوة تقويم rectification step. تحدث فواقد ملحوظة من الإيثيلن والإيثان لأن تلقيم السائل العلوى top liquid feed يحتوى على كميات أساسية substantial quantities من مكونات C_2+ ومكونات هيدروكربونية أثقل، مما ينتج عنه كميات توازن مناظرة corresponding equilibrium quantities لمكونات C_2+ فى الأبخرة

المغادرة مرحلة التجزيئ العلوى لنازع الميثان. تتفاقم هذه المشكلة إذا ما كان الغاز الذى يجرى معالجته يحتوى على كميات كبيرة من مكونات أكثر تطايراً من الميثان (على سبيل المثال، هيدروجين، نيتروجين، إلخ) لأن الأبخرة المتطايرة volatile vapors الصاعدة إلى أعلى العمود تقوم بتجريد مكونات C_2+ من السوائل المنسابة إلى أسفل. يمكن تخفيض الفقد فى مكونات C_2+ المرغوبة هذه بشكل كبير إذا تم جعل الأبخرة المتصاعدة rising vapors تتلامس مع كمية كبيرة significant quantity من سائل (ارتجاع reflux) قادر على امتصاص absorbing مكونات C_2+ من الأبخرة.

تم تطوير عدداً من العمليات لاستخدام سائل بارد cold liquid وهو فى الغالب الميثان فى شكل تيار الارتجاع reflux stream لكى يتلامس مع الأبخرة المتصاعدة فى قسم التقويم rectification section فى عمود التقطير. يتم وصف مخططات عملية اعتيادية Typical process schemes لهذا النوع فى البراءات الأمريكية المرقمة ٤،٨٨٩،٥٤٥ ، ٥،٥٦٨،٧٣٧، و ٥،٨٨١،٥٦٩ وفى Mowrey, E. Ross, "Efficient, High Recovery of Liquids from Natural Gas Utilizing a High Pressure Absorber"، Proceedings of the Eighty-First Annual Convention of the Gas Processors Association, Dallas, Texas, March 11-13, 2002، لسوء الحظ، تتطلب هذه العمليات استخدام ضاغط compressor لتوفير قوة دافعة motive force لإعادة تدوير recycling تيار الارتجاع إلى نازع الميثان، مما يؤدى إلى إضافة تكلفة لكل من رأس المال capital cost والتشغيل operating cost للمرافق المستخدمة لهذه العمليات. بالإضافة إلى ذلك، يقوم الميثان البارد cold methane reflux بإحداث درجات حرارة temperatures بداخل عمود التقطير هى -١١٢ درجة فهرنهيت [-٨٠ درجة مئوية] أو أبرد. تحتوى أحياناً تيارات غاز كثيرة من هذا النوع على كميات كبيرة من أكاسيد النيتروز nitrous oxides (NO_X)، والتى يمكن أن تتراكم فى أقسام باردة cold sections من محطة المعالجة processing plant فى شكل أصماغ NO_X gums (يشار إليها بشكل شائع بـ "جليد أزرق blue ice") عند درجات حرارة أقل من هذه. يمكن أن يصبح "الجليد الأزرق" مادة متفجرة explosive عند التدفئة warming، وقد تم تحديده بمثابة السبب فى عدد من التوقدات deflagrations و/أو الانفجارت explosions فى محطات المعالجة processing plants.

تم تطوير العمليات أخرى التى تستخدم تيار ماص مكونات هيدروكربونية ثقيلة (عادةً C_4-C_{10}) heavy (C_4-C_{10} typically) hydrocarbon absorbent stream لارتجاع عمود التقطير. أمثلة لهذه الأنواع من العمليات فى البراءات الأمريكية أرقام ٤،٣١٨،٧٢٣؛ ٥،٥٤٦،٧٦٤؛ ٧،٢٧٣،٥٤٢ ؛ و ٧،٧١٤،١٨٠. فى حين أن تلك العمليات تعمل عموماً عند درجات حرارة حارة بشكل كافى لتجنب مايخص "الجليد الازرق"، يتم عادةً إنتاج التيار الماص absorbent stream من تيار أسفل عمود التقطير distillation column bottoms stream، بسبب أن أى مواد هيدروكربونية آروماتية aromatic hydrocarbons موجودة فى غاز التلقيم سيتم تركيزها فى عمود التقطير. يمكن أن تقوم المواد الهيدروكربونية الآروماتية مثل البنزين بتجميد صلب solid عند درجات حرارة معالجة طبيعية normal processing temperatures، مما يتسبب فى انقطاع متكرر frequent disruptions فى محطة المعالجة processing plant.

الوصف العام للاختراع

وفقاً للاختراع الحالى، وجد أنه يمكن الحصول على استخلاص إيثان ethane recovery لأكثر من ٨٨% بدون الحاجة إلى أى درجات حرارة مرادة أقل من -١١٢ درجة فهرنهيت [-٨٠ درجة مئوية]. الاختراع الحالى مفيد خصوصاً عند معالجة غازات تلقيم processing feed gases تحتوى على أكثر من ١٠ مول% من مكونات أكثر تطايراً من الميثان.

شرح مختصر للرسومات

لفهم أفضل للاختراع الحالى، ترد الإشارة إلى الأمثلة والرسومات. بالإشارة إلى الرسومات:

شكل ١ يمثل خريطة سير عمليات لمحطة معالجة غاز وفقاً للاختراع الحالى؛ و

شكل ٢ يمثل خريطة سير عمليات توضح عملية بديلة لتطبيق الاختراع الحالى على تيار غاز.

فى الشرح الآتى للأشكال أعلاه، يتم تزويد جداول تلخص معدلات التدفق flow rates محسوبة لظروف عملية تمثيلية representative process conditions. فى الجداول الماثلة هنا، تم تقريب قيم values معدلات التدفق (بالمول لكل ساعة) لأقرب رقم صحيح whole number للملاءمة convenience. تتضمن معدلات التيار الإجمالية total stream rates المبينة فى الجداول جميع

المكونات غير الهيدروكربونية non-hydrocarbon components ومن ثم فهى عموماً أكبر من مجموع معدلات تدفق التيار stream flow rates للمكونات الهيدروكربونية. درجات الحرارة المبينة هى قيم تقريبية تم تقريبها إلى أقرب درجة nearest degree. تجدر الإشارة أيضاً إلى أن حسابات تصميم العملية process design calculations المنجزة لغرض مقارنة العمليات المرسومة فى الأشكال تعتمد على افتراض assumption عدم وجود تسرب حرارى heat leak من (أو إلى) البيئة المحيطة surroundings إلى (أو من) العملية. جودة مواد العزل insulating materials المتوفرة تجارياً تجعل هذا الفرض معقولاً very reasonable assumption وأحد الذى يتم صنعه عادةً من قبل هؤلاء الخبراء فى المجال التقنى.

للملاءمة، تذكر متغيرات العملية process parameters بكل من الوحدات الإنجليزية التقليدية traditional British units وبالوحدات units النظام الدولى للوحدات Système International (d'Unités) (SI). قد يتم إيضاح معدلات التدفق المولارى molar flow rates المقدمة فى الجداول فى شكل إما مولات رطل لكل ساعة (رطل مول/ساعة) أو مولات كيلوجرام لكل ساعة (كيلوجرام مول/ساعة). تناظر استهلاكات الطاقة energy consumptions المذكورة فى شكل قدرة بالحصان horsepower (HP) و/أو ألف وحدة حرارية انجليزية لكل ساعة thousand British Thermal Units per hour (MBTU/Hr) (وحدة حرارية/ساعة) معدلات التدفق المولارية المذكورة برطل مول لكل ساعة. تناظر استهلاكات الطاقة المذكورة فى شكل كيلوات (KW) معدلات التدفق المولارية المذكورة بالكيلوجرم مول لكل ساعة.

الوصف التفصيلي

يوضح شكل ١ خريطة سير العمليات لعملية وفقاً للاختراع الحالى. فى محاكاة عملية شكل ١، يدخل غاز المدخل inlet gas المحطة plant عند ١٠٠ درجة فهرنهيت [٣٨ درجة مئوية] و٧٧ رطل/بوصة مربعة (مطلق) [٥٣١ كيلوباسكال (مطلق)] كتيار ٥١. إذا ما احتوى غاز المدخل على تركيز concentration مركبات كبريتية sulfur compounds و/أو ثانى أكسيد كربون carbon dioxide التى ستمنع تيارات المنتج product streams من الوفاء بالمواصفات meeting specifications، يتم إزالة المركبات الكبريتية و/أو ثانى أكسيد الكربون عن عملية معالجة مسبقة

مناسبة لغاز التلقيم (غير موضحة). يتم انضغاط غاز المدخل إلى ضغط أعلى بثلاثة مراحل three stages قبل المعالجة processing (الضواغط compressors ١٠ و١٥ مدارة بواسطة مصدر قدرة خارجى external power source والضاغط ١٣ مدار بواسطة ماكينة تمديد شغل expansion machine ١٤). تستخدم مبردات التصريف Discharge coolers ١١ و١٦ لتبريد الغاز بين المراحل، وتستخدم فواصل ١٣ و١٧ لإزالة أى ماء أو سوائل أخرى التى تتكثف من تيار الغاز عندما يتم تبريدة. يتم نزع الماء من تيار الغاز المبرد المنضغط cooled compressed gas strea ٥٤ المغادر لفاصل leaving separator ١٧ فى وحدة نزع الماء dehydration unit ١٨ لمنع تكون هدرات hydrate formation (ثلج) تحت ظروف التبريد. تم عادةً استخدام مادة مجففة صلبة Solid desiccant لهذا الغرض. يدخل تيار الغاز منزوع الماء dehydrated gas stream ٦١ عند ١٠٠ درجة فهرنهيت [٣٨ درجة مئوية] و٥٦٠ رطل/بوصة مربعة (مطلق) [٣،٨٥٩ كيلوباسكال (مطلق)] إلى المبادل الحرارى ٢٠ ويتم تبريده بواسطة التبادل الحرارى مع غاز متبقى بارد cool residue gas (تيار ٦٨أ)، منتج سائل عند ٢٨ درجة فهرنهيت [-٢ درجة مئوية] (تيار ٧١أ)، سوائل مرجل إعادة التسخين لنازع الميثان demethanizer reboiler liquids عند ١٣ درجة فهرنهيت [-١١ درجة مئوية] (تيار ٧٠)، ومبرد بروبان propane refrigerant.

لاحظ أنه فى جميع الحالات يكون المبادل ٢٠ تمثيلى لكل من تعدد المبادلات الحرارية المنفردة individual heat exchangers أو مبادل حرارى متعدد الممرات واحد single multi-pass heat exchanger، أو أى توليفة منهم. (سيعتمد القرار لاستخدام أكثر من مبادل حرارى واحد لخدمات التبريد cooling services المشار إليها على عدد من العوامل number of factors تتضمن، لكن ليست محددة لها، معدل تدفق غاز المدخل inlet gas flow rate، سعة المبادل الحرارى heat exchanger size، درجات حرارة التيار stream temperatures، إلخ.). يدخل التيار المبرد ٦١أ فاصل separator ٢١ عند ٤٠ درجة فهرنهيت [٤ درجات مئوية] و٥٥٠ رطل/بوصة مربعة (مطلق) [٣،٧٩٠ كيلوباسكال (مطلق)] حيث يتم فصل البخار (تيار ٦٢) من السائل المتكثف (تيار ٦٣). يتم تمديد سائل الفاصل separator liquid (تيار ٦٣) إلى ضغط تشغيل (تقريباً ١٧٥ رطل/بوصة مربعة (مطلق) [١،٢٠٧ كيلوباسكال (مطلق)]) برج التجزيئ ٢٨ بواسطة

صمام تمديد expansion valve ٢٢، تيار بارد ٦٣أ إلى ١٦ درجة فهرنهيت [-٩ درجة مئوية] قبل توريده إلى برج التجزيئ ٢٨ عند نقطة تلقيم عمود سفلية.

يتم تبريد آخر للبخار (تيار ٦٢) من فاصل ٢١ فى مبادل حرارى ٢٣ بواسطة تبادل حرارى مع غاز متبقى بارد (تيار ٦٨) وسوائل مرجل إعادة تسخين جانب نازع الميثان demethanizer side reboiler liquids عند -١٠ درجة فهرنهيت [-٢٣ درجة مئوية] (تيار ٦٩)، سوائل مسرعة flashed liquids (٦٥أ)، ومبرد بروبان. يدخل التيار المبرد ٦٢أ فاصل ٢٤ عند -٤٢ درجة فهرنهيت [-٤١ درجة مئوية] و٥٣٥ رطل/بوصة مربعة (مطلق) [٣،٦٨٦ كيلوباسكال (مطلق)] حيث يتم فصل البخار (تيار ٦٤) من السائل المتكثف (تيار ٦٥). يتم تمديد سائل الفاصل (تيار ٦٥) إلى ضغط أعلى قليلاً من ضغط تشغيل البرج بواسطة صمام تمديد ٢٥، تيار تبريد ٦٥أ إلى -٦٣ درجة فهرنهيت [-٥٣ درجة مئوية] قبل تسخينة إلى -٤٠ درجة فهرنهيت [-٤٠ درجة مئوية] فى مبادل حرارى ٢٣. ثم يتم توريد التيار المسخن ٦٥ب إلى برج التجزيئ ٢٨ عند نقطة تلقيم عمود متوسط سفلية lower mid-column feed point.

يدخل البخار (تيار ٦٤) من فاصل ١٤ ماكينة تمديد شغل ١٤ التى يتم بها استخراج الطاقة الميكانيكية من هذا الجزء من التلقيم مرتفع الضغط. تقوم الماكينة ١٧ بتمديد البخار إلى حد كبير وبأنتروبيا ثابتة إلى ضغط تشغيل البرج، مع تبريد تمديد الشغل للتيار المتمدد ٦٤أ إلى درجة حرارة تقريباً -١٠٥ درجة فهرنهيت [-٧٦ درجة مئوية]. أجهزة التمديد المتاحة تجارياً بشكل عادى قادرة على استخراج فى حدود ٨٠-٨٥% من الشغل نظرياً المتاح فى تمديد بثبات الانتروبيا مثالى ideal isentropic expansion. يستخدم الشغل المستخرج غالباً فى إدارة ضاغط طرد مركزى centrifugal compressor (مثل عنصر ١٣) الذى يمكن استخدامه لضغط غاز المدخل (تيار ٥٢)، على سبيل المثال. يتم بعد ذلك توريد التيار المتكثف جزئياً ٦٤أ بمثابة تلقيم إلى برج تجزيئ ٢٨ عند نقطة تلقيم عمود متوسط علوية upper mid-column feed point.

نازع الميثان فى برج ٢٨ هو عمود تقطير تقليدى يحتوى على كثير من صوانى متباعدة بشكل رأسى vertically spaced trays، واحد أو أكثر من الطبقات المحزمة packed beds، أو بعض توليفات من الصوانى trays أو الحزم packing. يتكون برج نازع الميثان من قسمين: قسم

امتصاص upper absorbing (تقويم rectification) علوى الذى يحتوى على الصوانى و/أو حزم لتوفير التلامس الضرورى بين جزء البخار للتيار المتمدد ٦٤أ المتصاعد إلى أعلى والسائل البارد الهابط إلى أسفل لتكثيف وامتصاص مكونات C_2، ومكونات C_3، ومكونات أثقل من الأبخرة المتصاعدة إلى أعلى؛ وقسم تجريد stripping section سفلى (نزع الميثان) الذى يحتوى على صوانى و/أو حزم لتوفير التلامس الضرورى necessary contact بين السوائل الهابطة إلى أسفل والبخار الصاعد إلى أعلى. يتضمن قسم نزع الميثان أيضاً واحد أو أكثر من مراجل إعادة التسخين (مثل مرجل إعادة التسخين ومرجل إعادة التسخين الجانبى الموصوفة سابقاً) التى تقوم بتسخين وتبخير جزء من السوائل المتدفقة إلى أسفل العمود لتوفير أبخرة التجريد التى تتدفق إلى أعلى العمود لتجريد المنتج السائل، تيار ٧١، من الميثان والمكونات الأخف. يدخل تيار ٦٤أ نازع الميثان ٢٨ عند موضع تلقيم متوسط قائم فى المنطقة السفلى من قسم الامتصاص لنازع الميثان ٢٨. يمتزج الجزء السائل من التيار المتمدد مع السوائل الهابطة إلى أسفل من قسم الامتصاص ويستمر السائل المتحد إلى أسفل لداخل قسم التجريد لنازع الميثان ٢٨. يرتفع جزء البخار من التيار المتمدد إلى أعلى من خلال قسم الامتصاص ويتم تلامسه مع السائل البارد الهابط إلى أسفل ليتكثف ويمتص مكونات الـ C_2، مكونات الـ C_3 والمكونات الأثقل.

يتم سحب جزء من بخار التقطير (تيار ٧٢) من منطقة متوسطة من قسم التجريد فى عمود التجزيئ ٢٨، تحت موضع التيار المتمدد ٦٤أ فى المنطقة السفلى من قسم الامتصاص لكن فوق موضع التلقيم لتيار سائل متمدد ٦٣أ فى قسم التجريد. يوفر سحب سائل التقطير عند هذا المكان تيار سائل الذى يكون فى الغالب مواد هيدروكربونية C_2-C_5 تحتوى على مكونات طيارةً قليلة جداً (على سبيل المثال، ميثان، هيدروجين، نيتروجين، إلخ.) وقليل من المكونات الهيدروكربونية الآروماتية و الهيدروكربونية الأثقل. يتم ضخ تيار بخار التقطير هذا ٧٢ إلى ضغط أعلى بواسطة مضخة ٣٠ (تيار ٧٢أ) ثم تسخينه من -٢٥ درجة فهرنهيت [-٣٢ درجة مئوية] إلى ٧٧ درجة فهرنهيت [٢٥ درجة مئوية] وتبخيره جزئياً فى مبادل حرارى ٣١ بواسطة التبادل الحرارى مع تيار أسفل نازع البروبان الحار ٧٨. ثم يدخل التيار المسخن ٧٢ب نازع البروبان depropanizer ٣٢ (يعمل عند (٢٦٥ رطل/بوصة مربعة (مطلق) [١،٨٢٨ كيلوباسكال (مطلق)]) عند نقطة تلقيم عمود متوسط.

نازع البروبان فى برج ٣٢ هو عمود تقطير تقليدى يحتوى على كثير من صوانى متباعدة بشكل رأسى، واحد أو أكثر من الطبقات المحزمة، أو بعض توليفات من الصوانى أو الحزم. يتكون برج نازع البروبان depropanizer tower من قسمين: قسم امتصاص (تقويم) علوى الذى يحتوى على الصوانى و/أو حزم لتوفير التلامس الضرورى بين جزء البخار للتيار المسخن ٧٢ب المتصاعد إلى أعلى والسائل البارد الهابط إلى أسفل لتكثيف وامتصاص مكونات C_4، ومكونات أثقل؛ وقسم تجريد سفلى (نزع البروبان depropanizing) الذى يحتوى على صوانى و/أو حزم لتوفير التلامس الضرورى بين السوائل الهابطة إلى أسفل والبخار الصاعد إلى أعلى. يتضمن قسم نزع البروبان أيضاً واحد أو أكثر من مراجل إعادة التسخين (مثل مرجل إعادة التسخين reboiler ٣٣) التى تقوم بتسخين وتبخير جزء من السوائل المتدفقة إلى أسفل العمود لتوفير أبخرة التجريد التى تتدفق إلى أعلى العمود لتجريد المنتج السائل السفلى، تيار٧٨، من مكونات C_3 ومكونات أخف lighter components. يدخل تيار ٧٢ب نازع البروبان ٣٢ عند موضع تلقيم متوسط قائم فى بين قسم الامتصاص وقسم التجريد لنازع البروبان ٣٢. يرتفع جزء البخار من التيار المسخن إلى أعلى من خلال قسم الامتصاص ويتم تلامسه مع السائل البارد الهابط إلى أسفل ليتكثف ويمتص مكونات الـ C_4 والمكونات الأثقل.

يدخل بخار السقف (تيار ٧٣) من نازع البروبان ٣٢ مكثف ارتجاع ٣٤ ويتم تبريده بمبرد بروبان من ٥٩ درجة فهرنهيت [١٥ درجة مئوية] إلى -٣٣ درجة فهرنهيت [-٣٦ درجة مئوية] لتكثيفه قبل الدخول إلى فاصل ارتجاع ٣٥ عند ٢٦٠ رطل/بوصة مربعة (مطلق) [١،٧٩٣ كيلوباسكال (مطلق)]. إذا وجد أى بخار غير متكثف (تيار ٧٤)، يتم تمديده إلى ضغط تشغيل نازع الميثان ٢٨ بواسطة صمام تمديد ٣٨ وإعادته إلى نازع الميثان ٢٨ عند نقطة تلقيم عمود سفلى. فى المحاكاة لشكل ١، مع ذلك، يتم تكثيف جميع بخار السقف ويترك فاصل ارتجاع ٣٥ فى تيار سائل ٧٥. يتم ضخ التيار ٧٥ بواسطة المضخة ٣٦ إلى ضغط أعلى قليلاً من ضغط تشغيل نازع البروبان ٣٢ لامتصاص وتكثيف مكونات C_4 ومكونات أثقل متصاعدة فى قسم الامتصاص من العمود. يحتوى الجزء المتبقى (تيار ٧٧) مكونات الـ C_3 والأخف المتجردة من تيار سائل تقطير ٧٢. يتم تمديده إلى ضغط تشغيل نازع الميثان ٢٨ بواسطة صمام تمديد ٣٧،

نظام تبريد ٣٧أ إلى -٤٤ درجة فهرنهيت [-٤٢ درجة مئوية] قبل إعادته إلى نازع الميثان ٢٨ عند نقطة تلقيم عمود سفلى، تحت نقط سحب تيار سائل التقطير ٧٢.

يتم تجريد المنتج السائل الأسفل من نازع البروبان ٣٢ (تيار ٧٨) من مكونات الـ C_3 والأخف، وهى عموماً مكونات هيدروكربونية C_4-C_5. إنه تترك أسفل نازع البروبان ٣٢ عند ٢٣٠ درجة فهرنهيت [١١٠ درجة مئوية] ويتم تبريده إلى -٢٠ درجة فهرنهيت [-٢٩ درجة مئوية] فى مبادل حرارى ٣١ كما هو موصوف سابقاً. يتم تبريد آخر لتيار ٧٨أ إلى -٣٥ درجة فهرنهيت [-٣٧ درجة مئوية] بمبرد بروبان فى مبادل حرارى ٣٩ (تيار ٧٨ب) ثم يتم تمديده إل ضغط تشغيل نازع الميثان ٢٨ بصمام تمديد ٤٠. ثم يتم توريد التيار المتمدد ٧٨ج إلى نازع الميثان ٢٨ كارتجاع، ويدخل عند مكان التلقيم العلوى عند -٣٥ درجة فهرنهيت [-٣٧ درجة مئوية]. تعمل المكونات الهيدروكربونية C_4-C_5 فى تيار ٧٨ج بمثابة ممتص لالتقاط مكونات الـ C_2+ فى الأبخرة المتدفقة إلى أعلى فى قسم الامتصاص من نازع الميثان ٢٨.

فى قسم التجريد لنازع الميثان ٢٨، يتم تجريد تيارات التلقيم من مكوناته من الميثان والمكونات الخفيفة. يخرج منتج السائل الناتج (تيار ٧١) من أسفل البرج ٢٨ عند ٢٤ درجة فهرنهيت [-٤ درجة مئوية] ويتم ضخه إلى ضغط أعلى بالمضخة ٢٩. ثم يتم تسخين التيار المضخوخ ٧١أ إلى ٩٣ درجة فهرنهيت [٣٤ درجة مئوية] فى مبادل حرارى ٢٠ كما تم وصفه سابقاً. يغادر تيار الغاز المتبقى البارد ٦٨ نازع الميثان ٢٨ عند -٣٢ درجة فهرنهيت [-٣٥ درجة مئوية] ويمر على شكل تيار معاكس إلى غاز التلقيم الوارد فى المبادل الحرارى ٢٣ حيث يتم تسخينه إلى ٣٢ درجة فهرنهيت [صفر درجة مئوية] (تيار ٦٨أ) وفى مبادل حرارى ٢٠ حيث يتم تسخينه إلى ٩٥ درجة فهرنهيت [٣٥ درجة مئوية] (تيار ٦٨أ) حيث يقوم بتوفير تبريد كما هو موصوف سابقاً. ثم يتدفق منتج الغاز المتبقى إلى رأس توزيع غاز الوقود عند ١٦٥ رطل/بوصة مربعة (مطلق) [١،١٣٨ كيلوباسكال (مطلق)].

يتم تقديم ملخص معدلات تدفق واستهلاك طاقة للعملية الموضحة فى شكل ١ فى الجدول الآتى:

جدول ١

(شكل ١)

ملخص تدفق تيار – رطل مول/ساعة [كجم مول/ساعة]

المكون	تيار ٦١	تيار ٦٢	تيار ٦٣	تيار ٦٤	تيار ٦٥
هيدروجين	٨٣٣	٨٢٣	١٠	٩١٤	٩
ميثان	٢،٣٧٥	٢،٢٢٥	١٥٠	١،٩٨٠	٢٤٥
إيثيلين	١١٥	٩٥	٢٠	٦٠	٣٥
إيثان	٩٤٤	٧١٠	٢٣٤	٣٤٩	٣٦١
بروبيلين	٢١٢	١١٢	١٠٠	٢٣	٨٩
بروبان	٥٩٧	٢٩٣	٣٠٤	٥١	٢٤٢
بيوتيلين/بيوتادين	١٣٥	٣٦	٩٩	٢	٣٤
i- بيوتان i-Butane	٧٨	٢٣	٥٥	٢	٢١
n- بيوتان n-Butane	١٦٦	٣٩	١٢٧	٢	٣٧
مركبات بنتان+	٤٦	٥	٤١	صفر	٥
الإجمالى	٥،٥٧٧	٤،٤٣١	١،١٤٦	٣،٣٤٨	١،٠٨٣

المكونات	تيار ٧٢	تيار ٧٣	تيار ٧٥	تيار ٧٦	تيار ٧٧

هيدروجين	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
ميثان	١٨٦	٢٩٨	٢٩٨	١١٢	١٨٦
إيثيلين	٨٩	١٤٢	١٤٢	٥٣	٨٩
إيثان	٨٣٦	١،٣٣٦	١،٣٣٦	٥٠٠	٨٣٦
بروبيلين	١٢٩	١٩٤	١٩٤	٧٣	١٢١
بروبان	٣٥٣	٤٨٢	٤٨٢	١٨٠	٣٠٢
بيوتيلين/بيوتادين	٢٣٩	٢٤	٢٤	٩	١٥
i. بيوتان	١١١	١٨	١٨	٧	١١
n- بيوتان	٣٩٦	١٦	١٦	٦	١٠
مركبات بنتان+	٢٢٠	صفر	صفر	صفر	صفر
الإجمالى	٢،٥٦٩	٢،٥١٥	٢،٥١٥	٩٤١	١،٥٧٤

المكونات	تيار ٧٨	تيار ٦٨	تيار ٧١
هيدروجين	صفر	٨٣٣	صفر

ميثان	صفر	٢،٣٥٢	٢٣
إيثيلين	صفر	٤٥	٧٠
إيثان	صفر	١٠٩	٨٣٥
بروبيلين	٨	٤	٢٠٨
بروبان	٥١	٢١	٢٧٦
بيوتيلين/بيوتادين	٢٢٤	٢٢	١١٣
i–بيوتان	١٠٠	١٢	٦٦
n– بيوتان	٣٨٦	٢٩	١٣٧
مركبات بنتان+	٢٢٠	٤	٤٢
الإجمالى	٩٩٥	٣،٥٠١	٢،٠٧٦

المستخلصات* Recoveries

إيثيلين	%٦٠,٨١
إيثان	%٨٨,٤١
بروبيلين	%٩٨,٢٢
بروبان	%٩٦,٥٧
مركبات بيوتان+	%٨٤,٠٣

القدرة

انضغاط غاز المدخل Inlet Gas Compression	٦،٠٦٢	[حصان قدرة	٩،٩٨٢	كيلووات]
انضغاط المبرد Refrigerant Compression	٥،٠١٥	[حصان قدرة	٨،٢٤٥	كيلووات]
الانضغاط الإجمالى	١١،٠٨٧	[حصان قدرة	١٨،٢٢٧	كيلووات]

*(على أساس معدلات تدفق غير مقربة un-rounded flow rates إلى أعداد صحيحة)

تجسيمات أخرى

وفقاً لهذا الاختراع، إنه من المفيد عموماً تصميم قسم الامتصاص (التقويم) لنازع الميثان ليحتوى على مراحل فصل نظرية متعددة. مع ذلك، يمكن تحقيق فوائد الاختراع الحالى بأقل من مرحلتين نظريتين. على سبيل المثال، يمكن اتحاد جميع أو جزء من سائل الارتجاع (تيار ٧٨ج) وجميع أو جزء من تيار المتمدد ٦٤أ (مثل شبكة أنابيب إلى نازع الميثان) وإذا ما كانت متمازجة تماماً، ستختلط الأبخرة والسوائل معاً وتنفصل وفقاً لقابليات التطاير النسبية للمكونات المتنوعة للتيارات المتحدة الإجمالية. سيوضع فى الاعتبار مثل ذلك التمازج لاثنين من التيارات لأغراض هذا الاختراع بمثابة تكوين قسم امتصاص.

يعرض شكل ٢ تجسيم آخر للاختراع الحالى الذى قد يشير إلى بعض الظروف. فى تجسيم شكل ٢، يتم تمديد جزء (تيار ٦٦) من تيار بخار ٦٤ من فاصل ٢٤ إلى ضغط متوسط بواسطة صمام تمديد ٢٦ ثم يتم اتحاده مع تيار أسفل نازع البروبان المبرد ٧٨ب لتكوين تيار متحد ٧٩. يتم تبريد التيار المتحد ٧٩ فى مبادل حرارى ٢٧ (تيار ٧٩أ) بواسطة تيار سقف نازع الميثان البارد ٦٨، ثم تمديده إلى ضغط تشغيل نازع الميثان ٢٨ بواسطة صمام تمديد ٤٠. ثم يتم توريد التيار المتمدد ٧٩ب كارتجاع إلى موضع التلقيم العلوى لنازع الميثان ٢٨. يتم تمديد الجزء المتبقى (تيار ٦٧) من تيار البخار ٦٤ إلى ضغط تشغيل البرج بواسطة ماكينة تمديد شغل ١٤، ويتم توريد التيار المتمدد ٦٧أ إلى موضع التلقيم لعمود متوسط العلوى على نازع الميثان ٢٨.

قد تشير ظروف غاز التلقيم، سعة المحطة، الأجهزة المتاحة، أو عوامل أخرى إلى أنه يمكن تنفيذ إلغاء ماكينة تمديد شغل ١٤، أو استبدالها بجهاز تمديد مرادف (مثل صمام تمديد). على الرغم من أن تمديد تيار فردى يتم رسمه بأجهزة تمديد معينة، قد تستخدم عمليات تمديد بديلة عند اللزوم. على سبيل المثال، قد تبرر الظروف تمديد شغل لتيار الارتجاع (تيار ٧٨ب أو تيار ٧٩أ).

عند ضعف غاز المدخل، قد لا يكون الفاصل ٢١ بشكل ١ و٢ مبرر. فى تلك الحالات، قد يتم إنجاز تبريد غاز التلقيم المنجز فى المبادلات الحرارية ٢٠ و٢٣ فى الأشكال ١ و٢ بدون فاصل متداخل. سيعتمد القرار إذا ما كان سيتم أو لايتم تبريد وفصل غاز التلقيم فى مراحل متعددة على غنى غاز التلقيم، سعة المحطة، المعدات المتاحة، إلخ. بالاعتماد على مقدار المكونات الهيدروكربونية الأثقل فى غاز التلقيم وضغط غاز التلقيم، فإنه قد لا يحتوى تيار التغذية المبرد ٦١أ المغادر للمبادل الحرارى ٢٠ و/أو التيار المبرد ٦٢أ المغادر المبادل الحرارى ٢٣ فى أشكال ١ و٢، على سائل (بسبب أنه فوق نقطة الندى له، أو بسبب أنه فوق درجة حرارة تواجد السائل والبخار معاً له)، بحيث لا يتطلب فاصل ٢١ و/أو فاصل ٢٤ المبين فى الأشكال ١ و٢.

لا يحتاج السائل المتمدد (تيار ٦٥أ فى أشكال ١ و٢) إلى التسخين قبل توريده إلى نقطة التلقيم لعمود متوسط سفلية على عمود التقطير. بدلاً من ذلك، قد يتم توريد جميع أو جزء إلى العمود مباشرةً. ثم قد يتم تسخين أى جزء متبقى للسائل المتمدد قبل تلقيمه إلى عمود التقطير.

وفقاً للاختراع الحالى، قد يستخدم تبريد خارجى لتكملة التبريد المتاح إلى غاز المدخل من تيارات عملية أخرى، خصوصاً فى حالة غنى غاز المدخل. يجب تقييم استخدام وتوزيع سوائل الفاصل وسوائل السحب الجانبى لنازع الميثان لعملية التبادل الحرارى، وترتيب محدد للمبادلات الحرارية لتبريد غاز المدخل، لكل تطبيق معين، وكذلك اختيار تيارات العملية لخدمات تبادل حرارى معينة.

وفقاً للاختراع الحالى، قد يتم إنجاز قسمة تلقيم البخار لتجسيم شكل ٢ بطرق عديدة. فى العملية لشكل ٢، يحدث تقسيم البخار تبريد وفصل لاحق لأى سوائل التى قد تكون تكونت. قد يتم قسمة

الغاز مرتفع الضغط، مع ذلك، قبل أى تبريد لغاز المدخل أو بعد التبريد للغاز وقبل أى مراحل فصل. فى بعض تجسيمات، قد يتم حدوث التقسيم فى فاصل.

سيكون من المسلم به أن المقدار النسبى لتلقيم الموجود فى كل فرع تلقيم بخار مقسوم لتجسيم شكل ٢ سيعتمد على عوامل عديدة، تتضمن ضغط الغاز، تركيب غاز التلقيم، مقدار الحرارة التى يمكن استخراجها اقتصادياً من التلقيم، ومقدار القدرة بالحصان المتاحة. قد يعمل تلقيم أكثر إلى أعلى العمود على زيادة الاستخلاص بينما تتناقص القدرة المستخرجة من جهاز التمديد الذى يتزايد به متطلبات القدرة بالحصان للانضغاط. يعمل زيادة تلقيم أقل فى العمود على تخفيض استهلاك القدرة بالحصان لكن قد يعمل أيضاً على تخفيض استخلاص المنتج. قد تتغير الأماكن النسبية لتلقيمات العمود المتوسط بالاعتماد على تكوين مدخل أو عوامل أخرى مثل مستويات استخلاص مرغوبة ومقدار سائل مكون أثناء تبريد غاز مدخل. علاوة على ذلك، قد يتم اتحاد اثنين أو أكثر من تيارات التلقيم، أو أجزاء منها، بالاعتماد على درجات الحرارة النسبية ومقادير التيارات الفردية، ثم يتم تلقيم التيار المتحد إلى موضع تلقيم عمود متوسط.

يوفر الاختراع الحالى استخلاص مكونات C_2، مكونات C_3، ومكونات هيدروكربونية أثقل لكل مقدار من استهلاك المرفق مطلوب لتشغيل العملية . قد يظهر تحسين فى استهلاك مرفق مطلوب لتشغيل عملية نازع الميثان فى شكل متطلبات قدرة مخفضة لانضغاط أو إعادة انضغاط، متطلبات قدرة مخفضة لتبريد خارجى، متطلبات طاقة مخفضة لمراجل إعادة التسخين لبرج، أو توليفة منها.

فى حين أنه قد تم هنالك وصف ما يعتقد لتجسيمات مفضلة مرادة للاختراع، فسوف يقدر أولئك الخبراء فى المجال التقنى أنه قد يتم عمل تعديلات أخرى وثانية لها، على سبيل المثال لمواءمة الاختراع لظروف متنوعة، أنواع التلقيم، أو متطلبات أخرى بدون الخروج عن روح الاختراع الحالى كما هو محدد بواسطة عناصر الحماية الآتية.

عناصر الحماية

١ ١.عملية process لفصل separation تيار غاز gas stream يحتوى على، ميثان methane
٢ ومكونات أكثر تطايراً more volatile components، مكونات C_2 components، مكونات
٣ C_3 components، ومكونات هيدروكربونية أثقل heavier hydrocarbon components إلى جزء غاز
٤ متبقى طيار volatile residue gas fraction وجزء أقل تطايراً نسبياً relatively less volatile
٥ fraction الذى يحتوى على جزء كبير من مكونات C_2 components، مكونات C_3 components ،
٦ ومكونات هيدروكربونية أثقل heavier hydrocarbon components مذكورة، فى تلك العملية process

٧ (أ) يتم تبريد تيار غاز gas stream مذكور تحت ضغط under pressure لتوفير تيار مبرد cooled
٨ stream؛

٩ (ب) يتم تمديد تيار مبرد cooled stream مذكور إلى ضغط أقل lower pressure حيث يتم به تبريده
١٠ ثانيةً؛ و

١١ (ج) يتم توجيه تيار مبرد cooled stream ثانيةً مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation
١٢ column وتجزئته عند ضغط أقل lower pressure مذكور حيث يتم عن عملية استخلاص المكونات
١٣ components من جزء أقل تطايراً نسبياً مذكورة؛

١٤ تتميز بـ؛

١٥ (١) يتم توجيه تيار ثانى مبرد ومتمدد ثانيةً further cooled expanded stream مذكور إلى
١٦ عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid-column
١٧ feed position؛

١٨ (٢) يتم سحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream من منطقة region من عمود تقطير
١٩ أول first distillation column مذكور تحت موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed
٢٠ position مذكور؛

(٣) يتم تسخين تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور، وبعد ذلك يتم توجيهه إلى عمود تقطير ثانى second distillation column وتجزئته إلى تيار بخار سقف overhead vapor stream وسائل سفلى bottom liquid stream؛

(٤) يتم تبريد تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور لتكثيفه كله إلى حد كبير، بذلك يتم تكوين تيار متكثف condensed stream؛

(٥) يتم تقسيم تيار متكثف condensed stream مذكور إلى جزء أول first portion وجزء ثانى second portion، حيث يتم توجيه جزء أول first portion مذكور إلى عمود تقطير ثانى second distillation column مذكور عند موضع تلقيم علوى top feed position؛

(٦) يتم توجيه جزء ثانى second portion مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position سفلى تحت منطقة region مذكورة حيث يتم سحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور من عمود تقطير أول first distillation column مذكور؛

(٧) يتم تبريد تيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مذكور، بذلك لتوريد جزء portion على الأقل من التسخين heating لخطوة (٣)؛

(٨) يتم توجيه تيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مبرد مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم علوى top feed position؛

(٩) المقادير ودرجات الحرارة لتيارات تلقيم feed streams مذكورة إلى عمود تقطير ثانى second distillation column مذكور فعالة للحفاظ على درجة حرارة السقف overhead temperature لعمود تقطير ثانى second distillation column مذكور عند درجة حرارة حيث يكون تيار بخار السقف أغلبه مكونات هيدروكربونية C_3 hydrocarbon components ومكونات أكثر تطايراً more volatile components، ويكون تيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مذكور أغلبه مكونات هيدروكربونية C_4-C_5 hydrocarbon components ؛ و

(١٠) المقادير ودرجات الحرارة لتيارات تلقيم feed streams مذكورة إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور فعالة للحفاظ على درجة حرارة السقف overhead temperature لعمود تقطير أول first distillation column مذكور عند درجة حرارة حيث يتم استخلاص الأجزاء العظمى major portions من المكونات components في جزء أقل تطايراً نسبياً مذكور.

٢. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث :

يتم تبريد تيار غاز gas stream مذكور بشكل كافى لتكثيفه جزئياً؛ و

(أ) يتم فصل separation تيار غاز gas stream متكثف جزئياً مذكور بذلك لتوفير تيار بخار vapor stream وتيار سائل liquid stream واحد على الأقل؛

(ب) يتم تمديد تيار بخار vapor stream مذكور إلى ضغط أقل lower pressure مذكور ويتم توريده إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط المذكور mid column feed position؛

(ج) يتم تمديد جزء portion على الأقل من تيار سائل liquid stream واحد على الأقل مذكور إلى ضغط أقل lower pressure مذكور ويتم توريده إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position سفلى تحت موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position مذكور؛

(د) يتم سحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream من منطقة region من عمود تقطير أول first distillation column مذكور تحت موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position مذكور وفوق موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position سفلى مذكور؛

٣. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث :

حيث يتم تقسيم تيار مبرد مذكور الى تيارات اولى و ثانية؛ و

(أ) تم تمديد تيار ثانى مذكور إلى ضغط أقل lower pressure مذكور ويتم توريده إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position؛

(ب) يتم تمديد تيار أول first stream مذكور إلى ضغط متوسط intermediate pressure وبعد ذلك يتم اتحاده مع تيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مبرد مذكور لتكوين تيار متحد combined stream؛

(ج) يتم تبريد تيار متحد combined stream مذكور وبعد ذلك تمديده إلى ضغط أقل lower pressure مذكور؛

(د) يتم توجيه تيار متحد مبرد متمدد expanded cooled combined stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم علوى المذكور top feed position.

٤. العملية وفقا لعنصر الحماية ٢، حيث:

(أ) يتم بعد ذلك تقسيم تيار بخار vapor stream مذكور إلى تيارات أول ثانى first and second streams؛

(ب) يتم تمديد تيار ثانى مذكور إلى ضغط أقل lower pressure مذكور ويتم توريده إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط مذكور mid column feed position؛

(ج) يتم تمديد تيار أول first stream مذكور إلى ضغط متوسط وبعد ذلك يتم اتحاده مع تيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مبرد مذكور لتكوين تيار متحد؛

(د) يتم تبريد combined stream تيار متحد مذكور وبعد ذلك تمديده إلى ضغط أقل lower pressure مذكور؛

(هـ) يتم توجيه تيار متحد مبرد متمدد expanded cooled combined stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم علوى مذكور top feed position.

٥. العملية وفقاً لعنصر الحماية ٢ أو ٤ حيث يتم تسخين جزء portion على الأقل متمدد مذكور لتيار سائل liquid stream واحد على الأقل مذكور وبعد ذلك توريده إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position سفلى مذكور تحت موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position مذكور.

٦. العملية process وفقاً لعناصر الحماية١، ٢، ٣، أو ٤ حيث:

(١) يتم تبريد تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور بشكل كافى جزئياً لتكثيفه؛

(٢) يتم فصل separation تيار بخار سقف overhead vapor stream متكثف جزئياً مذكور بذلك يتم توفير تيار بخار متبقى residual vapor stream وتيار متكثف condensed stream مذكور؛ و

(٣) يتم توجيه تيار بخار متبقى residual vapor stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود سفلى اخر تحت منطقة region حيث يتم سحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور من عمود تقطير أول first distillation column مذكور.

٧. العملية Process وفقاً لعنصر الحماية ٥، حيث:

(١) يتم تبريد تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور بشكل كافى جزئياً لتكثيفه؛

(٢) يتم فصل separation تيار بخار سقف overhead vapor stream متكثف جزئياً مذكور بذلك يتم توفير تيار بخار متبقى وتيار متكثف condensed stream مذكور؛ و

(٣) يتم توجيه تيار بخار متبقى مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود column feed position سفلى ثانى تحت منطقة region حيث يتم سحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور من عمود تقطير أول first distillation column مذكور.

٨. جهاز لفصل separation تيار غاز gas stream يحتوى على، ميثان methane ومكونات أكثر تطايراً more volatile components، مكونات C_2 components، مكونات C_3 components، ومكونات هيدروكربونية أثقل heavier hydrocarbon components إلى جزء غاز متبقى طيار volatile residue gas fraction وجزء أقل تطايراً نسبياً relatively less volatile fraction الذى يحتوى على جزء كبير من مكونات C_2 components، مكونات C_3 components ، ومكونات هيدروكربونية أثقل heavier hydrocarbon components مذكورة، فى جهاز مذكور هنالك

(أ) وسيلة تبريد أول first cooling means لتبريد تيار غاز gas stream مذكور تحت ضغط under pressure موصل لتوفير تيار مبرد cooled stream تحت ضغط under pressure؛

(ب) وسيلة تمديد expansion means موصلة لتلقى جزء portion على الأقل من تيار مبرد cooled stream مذكور تحت ضغط under pressure لتمديده إلى ضغط أقل lower pressure حيث يتم به تبريد تيار مذكور ثانيةً؛ و

(ج) عمود تقطير أول first distillation column مذكور موصل لتلقى تيار مبرد cooled stream ثانيةً مذكور، يجرى مواءمة عمود تقطير أول first distillation column مذكور لفصل separation تيار مبرد cooled stream ثانيةً مذكور إلى جزء غاز متبقى طيار volatile residue gas fraction مذكور وجزء أقل تطايراً نسبياً relatively less volatile fraction مذكور؛

يتميز بـ بأن توجيه تيار متمدد مبرد cooled expanded stream ثانيةً إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position، وجهاز apparatus مذكور يتضمن

(١)وسيلة سحب سائل liquid withdrawing means موصلة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتلقى تيار سائل تقطير distillation liquid stream من منطقة region من عمود تقطير أول first distillation column مذكور تحت موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position علوى مذكور؛

(٢) وسيلة تبادل حرارى heat exchange means موصلة بوسيلة سحب liquid withdrawing means سائل مذكورة لتلقى تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور وتسخينه،

(٣) عمود تقطير ثانى second distillation column مذكور موصل بوسيلة تبادل حرارى heat exchange means مذكورة لتلقى تيار سائل تقطير distillation liquid stream مسخن مذكور وتجزئته إلى تيار بخار سقف overhead vapor stream وتيار سائل بالأسفل bottom liquid stream؛

(٤) وسيلة تبريد ثانى موصلة بعمود تقطير ثانى second distillation column مذكور لتلقى تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور وتبريده بشكل كافى لتكثيفه إلى حد كبير، بذلك يتم تكوين تيار متكثف condensed stream؛

(٥) وسيلة تقسيم موصلة بوسيلة تبريد ثانى مذكورة لتلقى تيار متكثف condensed stream مذكور وتقسيمه إلى جزء أول first portion على الأقل وجزء ثانى second portion؛

(٦) وسيلة تقسيم موصلة بعمود تقطير ثانى second distillation column مذكور لتوريد جزء أول first portion مذكور إلى عمود تقطير ثانى second distillation column مذكور عند موضع تلقيم علوى top feed position؛

(٧) وسيلة تقسيم مذكورة يجرى توصيلها ثانيةً بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد جزء ثانى second portion مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود column feed position سفلى تحت منطقة region مذكورة حيث يتم

توصيل وسيلة سحب سائل liquid withdrawing means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لسحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور؛

(٨) وسيلة تبادل حرارى heat exchange means مذكورة يجرى توصيلها ثانيةً بعمود تقطير ثانى second distillation column مذكور لتلقى تيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مذكور وتبريده، بذلك يتم توريد جزء على الأقل من التسخين heating لخطوة (٢)، وسيلة تبادل حرارى heat exchange means مذكورة يجرى توصيلها ثانيةً بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مبرد مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم علوى top feed position؛

(٩) وسيلة تحكم أولى first control means متوائمة لتنظيم مقادير ودرجات حرارة تيارات تلقيم feed streams مذكورة إلى عمود تقطير ثانى second distillation column مذكور للحفاظ على درجة حرارة السقف overhead temperature لعمود تقطير ثانى second distillation column مذكور عند درجة حرارة حيث يكون بها تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور أغلبه مكونات هيدروكربونية C_3 hydrocarbon components ومكونات أكثر تطايراً more volatile components ، ويكون تيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مذكور أغلبه مكونات هيدروكربونية C_4-C_5 hydrocarbon components؛ و

(١٠) وسيلة تحكم ثانية second control means متوائمة لتنظيم المقادير ودرجات الحرارة لتيارات تلقيم feed streams مذكورة إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور للحفاظ على درجة حرارة السقف overhead temperature لعمود تقطير أول first distillation column مذكور عند درجة حرارة حيث يتم بواسطتها استخلاص الأجزاء العظمى major portions من المكونات components فى جزء أقل تطايراً نسبياً مذكور.

٩. الجهاز apparatus وفقا لعنصر الحماية ٨:

يتضمن الجهاز apparatus المذكور

(أ) اجراء مواءمة وسيلة تبريد أول first cooling means مذكورة لتبريد تيار غاز gas stream مذكور تحت ضغط under pressure بشكل كافى لتكثيفه جزئياً؛

(ب) وسيلة فصل separating means موصلة بوسيلة تبريد أول first cooling means مذكورة لتلقى تيار غاز gas stream متكثف جزئياً مذكور وفصله إلى تيار بخار vapor stream وتيار سائل liquid stream واحد على الأقل؛

(ج) وسيلة تمديد أول مذكورة يجرى توصيلها بوسيلة فصل مذكورة لتلقى تيار بخار مذكور وتمدده إلى ضغط أقل lower pressure مذكور، يجرى ثانيةً توصيل وسيلة تمديد أول مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار بخار متمدد مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط مذكور mid column feed position؛

(د) وسيلة تمديد ثانية another expansion means موصلة بوسيلة فصل separating means مذكورة لتلقى جزء على الأقل من تيار سائل liquid stream واحد على الأقل وتمديده إلى ضغط أقل lower pressure، يجرى ثانيةً توصيل وسيلة تمديد اخرى another expansion means مذكور بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار سائل متمدد expanded liquid stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position سفلى تحت موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position مذكور؛ و

(هـ) وسيلة سحب سائل مذكورة liquid withdrawing means موصلة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتلقى تيار سائل تقطير distillation liquid stream من منطقة region من عمود تقطير أول first distillation column مذكور تحت موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position مذكور وفوق موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position سفلى مذكور؛

١٠. الجهاز the apparatus وفقا لعنصر الحماية ٨ حيث:

يتضمن الجهاز apparatus مذكور

(أ) وسيلة تقسيم أخر another dividing means موصلة بوسيلة تبريد أول first cooling means مذكور لتلقى تيار مبرد cooled stream مذكور وتقسيمه إلى تيارات أول وثانى first and second streams؛

(ب) وسيلة تمديد مذكور expansion means مذكورة يجرى توصيلها بوسيلة تقسيم اخر dividing means مذكورة لتلقى تيار ثانى second stream مذكور وتمدده إلى ضغط أقل lower pressure مذكور، يجرى ثانيةً توصيل وسيلة تمديد أول first expansion means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار ثانى متمدد expanded second stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position؛

(ج) وسيلة تمديد اخرى expansion means موصلة بوسيلة تقسيم أول first dividing means لتلقى تيار أول first stream مذكور وتمديده إلى ضغط متوسط intermediate pressure؛

(د) وسيلة اتحاد combining means موصلة بوسيلة تمديد اخرى expansion means مذكورة ووسيلة تبادل حرارى heat exchange means مذكورة لتلقى تيار اول متمدد expanded first stream مذكور وتيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مبرد مذكور وتكوين تيار متحد combined stream؛

(هـ) وسيلة تبريد ثالث third cooling means موصلة لوسيلة اتحاد combining means مذكورة لتلقى تيار متحد combined stream مذكور وتبريده؛ و

(و) وسيلة تمديد اخرى expansion means موصلة بوسيلة تبريد ثالث third cooling means لتلقى تيار موحد مبرد cooled combined stream مذكور وتمديده إلى ضغط أقل lower

pressure مذكور، يجرى ثانيةً توصيل وسيلة تمديد اخرى expansion means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار متحد مبرد متمدد expanded cooled combined stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم علوى top feed position.

١١. الجهاز apparatus وفقا لعنصر الحماية ٩ ، حيث:

يتضمن الجهاز apparatus المذكور

(أ) وسيلة تقسيم أخرى dividing means موصلة بوسيلة فصل separating means مذكورة لتلقى تيار بخار vapor stream وتقسيمه إلى تيارات أول وثانى first and second streams؛

(ب) وسيلة تمديد expansion mea مذكورة يجرى توصيلها بوسيلة تقسيم أخرى dividing means مذكورة لتلقى تيار ثانى second stream مذكور وتمديده إلى ضغط أقل lower pressure مذكور، يجرى ثانيةً توصيل وسيلة تمديد أول first expansion means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار ثانى متمدد expanded second stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position؛

(ج) وسيلة تمديد أخر expansion means موصلة بوسيلة تقسيم أول first dividing means مذكورة لتلقى تيار أول first stream مذكور وتمديده إلى ضغط متوسط intermediate pressure؛

(د) وسيلة اتحاد combining means موصلة بوسيلة تمديد أخرى expansion means مذكورة ووسيلة تبادل حرارى heat exchange means مذكورة لتلقى تيار أول متمدد expanded first stream مذكور وتيار سائل بالأسفل bottom liquid stream مبرد مذكور وتكوين تيار متحد combined stream؛

(هـ) وسيلة تبريد ثالث third cooling means موصلة بوسيلة اتحاد combining means مذكورة لتلقى تيار متحد combined stream مذكور وتبريده؛ و

(و) وسيلة تمديد اضافية additional expansion means موصلة بوسيلة تبريد ثالث third cooling means لتلقى تيار موحد مبرد cooled combined stream مذكور وتمديده إلى ضغط أقل lower pressure مذكور، يجرى ثانيةً توصيل وسيلة تمديد اضافية additional expansion means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار متحد مبرد متمدد مذكور expanded cooled combined stream إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم علوى top feed position.

١٢. الجهاز apparatus وفقاً لعنصر الحماية ٨ حيث:

(١) يتم مواءمة وسيلة تبريد ثانى second cooling means مذكور لتبريد تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور بشكل كافى لتكثيفه جزئياً

(٢) يتم توصيل وسيلة فصل separating means بوسيلة تبريد ثانى second cooling means مذكور لتلقى تيار بخار سقف overhead vapor stream متكثف جزئياً مذكور وفصله إلى تيار بخار متبقى residual vapor stream وتيار متكثف condensed stream مذكور؛

(٣) يتم مواءمة وسيلة تقسيم dividing means مذكورة مراد توصيلها بوسيلة فصل separating means مذكورة لتلقى تيار متكثف condensed stream؛ و

(٤) يتم توصيل وسيلة فصل separating means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار بخار متبقى residual vapor stream إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود column feed position سفلى اخر تحت منطقة region مذكورة حيث يتم توصيل وسيلة سحب سائل liquid withdrawing means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لسحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور.

١٣. الجهاز apparatus وفقاً لعنصر الحماية ٩ حيث:

(١) يتم مواءمة وسيلة تبريد ثانى second cooling means مذكور لتبريد تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور بشكل كافى لتكثيفه جزئياً؛

(٢) يتم توصيل وسيلة فصل اخر another separating means بوسيلة تبريد ثانى second cooling means مذكور لتلقى تيار بخار سقف overhead vapor stream متكثف جزئياً مذكور وفصله إلى تيار بخار متبقى residual vapor stream وتيار متكثف condensed stream مذكور؛

(٣) يتم مواءمة وسيلة تقسيم dividing means مذكورة مراد توصيلها بوسيلة فصل أخرىanother separating means مذكورة لتلقى تيار متكثف condensed stream؛ و

(٤) يتم توصيل وسيلة فصل أخرى another separating means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار بخار متبقى residual vapor stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود سفلى ثانى second lower column feed position تحت منطقة region مذكورة حيث يتم توصيل وسيلة سحب سائل liquid withdrawing means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لسحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور.

١٤. الجهاز apparatus وفقاً لعنصر الحماية ١٠ حيث:

(١) يتم مواءمة وسيلة تبريد ثانى second cooling means مذكور لتبريد تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور بشكل كافى لتكثيفه جزئياً؛

(٢) يتم توصيل وسيلة فصل separating means بوسيلة تبريد ثانى second cooling means مذكور لتلقى تيار بخار سقف overhead vapor stream متكثف جزئياً مذكور وفصله إلى تيار بخار متبقى residual vapor stream وتيار متكثف condensed stream مذكور؛

(٣) يتم مواءمة وسيلة تقسيم ثانى second dividing means مذكورة مراد توصيلها بوسيلة فصل separating means مذكورة لتلقى تيار متكثف condensed stream؛ و

(٤) يتم توصيل وسيلة فصل separating means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار بخار متبقى residual vapor stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود سفلى ثانى second lower column feed position تحت منطقة region مذكورة حيث يتم توصيل وسيلة سحب سائل liquid withdrawing means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لسحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور.

١٥. الجهاز apparatus وفقاً لعنصر الحماية ١١ حيث:

(١) يتم مواءمة وسيلة تبريد ثانى second cooling means مذكور لتبريد تيار بخار سقف overhead vapor stream مذكور بشكل كافى لتكثيفه جزئياً؛

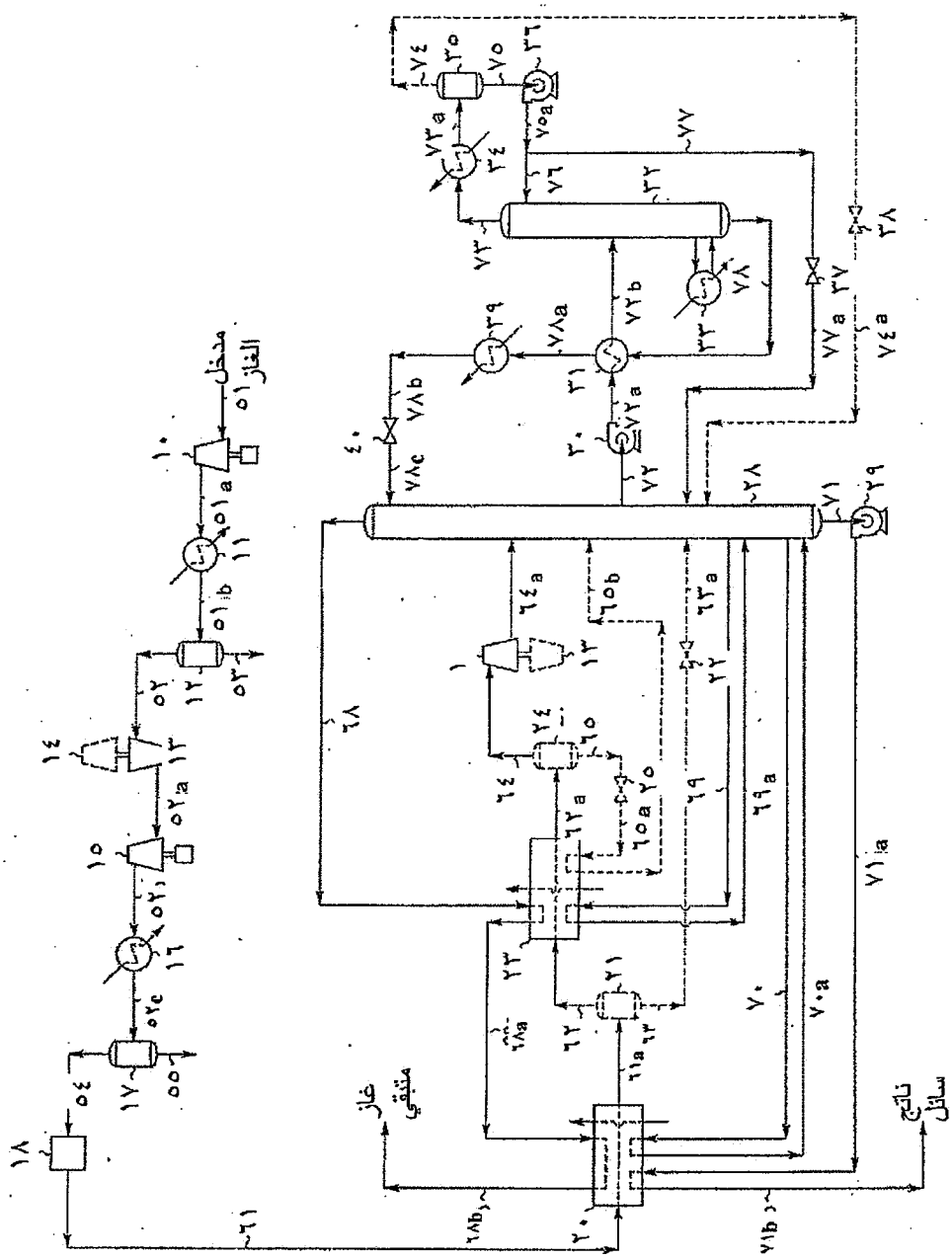
(٢) يتم توصيل وسيلة فصل أخرى another separating means بوسيلة تبريد ثانى second cooling means مذكور لتلقى تيار بخار سقف overhead vapor stream متكثف جزئياً مذكور وفصله إلى تيار بخار متبقى residual vapor stream وتيار متكثف condensed stream مذكور؛

(٣) يتم مواءمة وسيلة تقسيم dividing means مذكورة مراد توصيلها بوسيلة فصل separating means مذكورة لتلقى تيار متكثف condensed stream مذكور؛ و

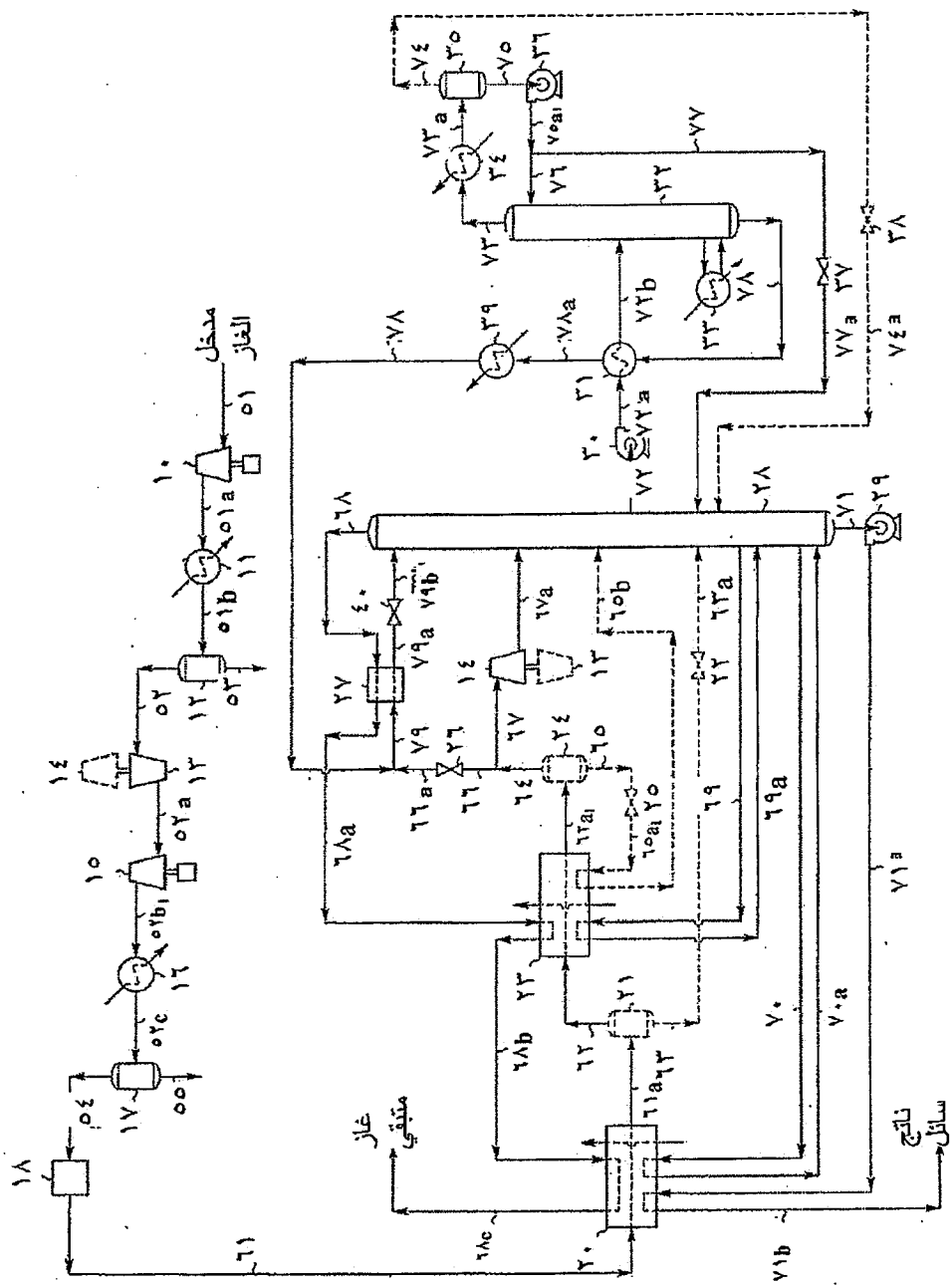
(٤) يتم توصيل وسيلة فصل أخرى another separating means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار بخار متبقى مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود سفلى اخر another lower column feed position تحت منطقة region مذكورة حيث يتم توصيل وسيلة سحب سائل liquid withdrawing means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لسحب تيار سائل تقطير distillation liquid stream مذكور.

١٦. الجهاز apparatus وفقاً لعناصر الحماية ٩، ١١، ١٣، أو ١٥ حيث:

يتم توصيل وسيلة تسخين heating means بوسيلة تمديد ثانى second expansion means مذكورة لتلقى تيار سائل متمدد expanded liquid stream مذكور وتسخينه، يجرى ثانيةً توصيل وسيلة تسخين heating means مذكورة بعمود تقطير أول first distillation column مذكور لتوريد تيار سائل متمدد مسخن heated expanded liquid stream مذكور إلى عمود تقطير أول first distillation column مذكور عند موضع تلقيم عمود متوسط mid column feed position سفلى مذكور.


مدخل الغاز
٥١
٥١a
٥١b
٥٢
٥٢a
٥٢b
٥٢c
٥٣
٥٤
٥٥
غاز منتقي
ناتج سائل
٦١
٦٨b
٧٠
٧٠a
٧١b
٧١a
٧٢a
٧٢b
٧٣a
٧٤a
٧٥
٧٦
٧٧
٧٨
٧٨a
٧٨b
٧٨c

شكل ١


مدخل الغاز
٥١
٥١a
٥١b
٥٢
٥٢a
٥٢b١
٥٢c
٥٣
٥٤
٥٥
غاز متبقي
نواتج سائل
٦١
٦١a
٦٢
٦٣
٦٣a
٦٤
٦٥
٦٥a١
٦٥b
٦٦
٦٦a
٦٧
٦٨
٦٨a
٦٨b
٦٨c
٦٩
٦٩a
٧٠
٧٠a
٧١
٧١a
٧١b
٧٢
٧٢a
٧٣
٧٣a
٧٤
٧٤a
٧٥
٧٥a١
٧٦
٧٧
٧٧a
٧٨
٧٨a
٧٩
٧٩a
٧٩b
٨٠
١٠
١١
١٢
١٣
١٤
١٥
١٦
١٧
١٨
٢٠
٢١
٢٢
٢٣
٢٤
٢٥
٢٥a١
٢٦
٢٦a
٢٧
٢٨
٢٩
٣٠
٣١
٣٢
٣٣
٣٤
٣٥
٣٦
٣٧
٣٨
٣٩

شكل ٢