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

[11] رقم البراءة: ١٧١٣
[45] تاريخ المنح: ١٤٢٨/٠٢/٠٩هـ
الموافـــق: ٢٠٠٧/٠٢/٢٧م

[12] براءة اختراع

[72] **اسم المخترع:** يوكيهيرو ماتسوموتو
[73] **مالك البراءة :** نيبون شوكوباي كو.، ليمتد
عنوانه: ١-١، كوراباشي ٤-شوم، شيو-كو، اوساكا-شي، اليابان
[74] **الوكيل:** سليمان ابراهيم العمار

[21] **رقم الطلب:** ٠٤٢٥٠٠٥٨
[22] **تاريخ الإيداع :** ١٤٢٥/٠١/٢٤ هـ
الموافق : ٢٠٠٤/٠٣/١٥ م

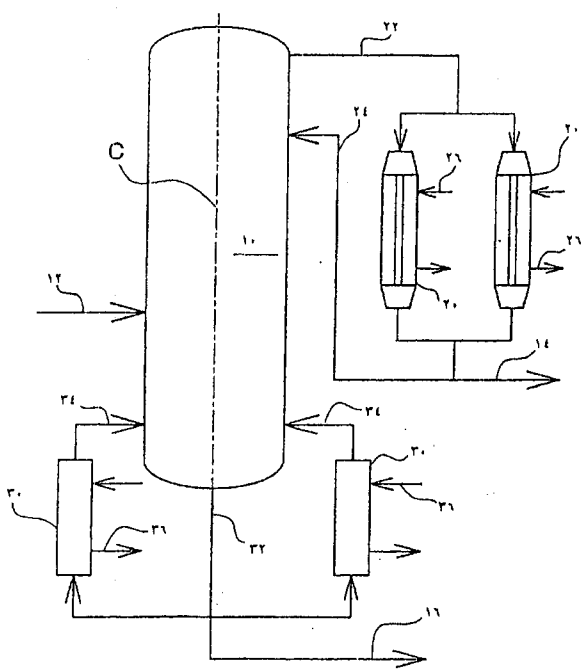
[30] **بيانات الأسبقية:**
٢٠٠٣/٠٣/١٨م اليابان [JP] ٢٠٠٣-٧٤٣٠٤
[51] **التصنيف الدولي[٧] :**
Int. Cl.[7]:B01B 03/14, C07C 051/44
[56] **المراجع:**
براءة أمريكية ٧٠١٤٧٣٦ ٢٠٠٦/٠٣/٢١م

اسم الفاحص: بندر بن عتيق السنيد

[54] **اسم الاختراع:** جهاز وعملية لتنقية مركبات حمض الأكريليك acrylic acid family

[57] **الملخص:** يتعلق الاختراع الحالى بجهاز وعملية لتنقية مركبات حمض الأكريليك acrylic acid family. والجهاز هو جهاز تنقية بالتقطير لمركبات حمض الأكريليك التى تشمل حمض الأكريليك وإستراته، وتشتمل العملية على: عمود تقطير ١٠ تتم تغذيته بسائل يحتوى على مركبات حمض الأكريليك ، ويتم سحب البخار من قمة العمود، ويتم سحب السائل من قاع العمود؛ ومكثف ٢٠ يتصل بقمة عمود التقطير ١٠، وتتم تغذيته بالبخار الوارد من عمود التقطير ، والذى يقوم بتكثيف البخار الوارد ثم يعيد جزءاً من ناتج التكثيف إلى عمود التقطير ١٠، وحيث يتم سحب ناتج التكثيف المتبقى منه؛ ووحدة إعادة غليان ٣٠ تتصل بقاع عمود التقطير ١٠، حيث تتم تغذيتها بالسائل من عمود التقطير ١٠، وحيث تقوم بتسخين السائل الوارد حتى الغليان ثم إعادته إلى عمود التقطير ١٠؛ وحيث توجد وحدة إعادة الغليان ٣٠ بعدد لا يقل عن اثنتين توصلان على التوازى مع عمود التقطير ١٠ . ويتم فى هذه العملية استخدام الجهاز السابق ذكره.

٧ عناصر حماية، ٤ أشكال



الشكل (١)

جهاز وعملية لتنقية مركبات حمض الأكريليك acrylic acid family

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالى بجهاز وعملية لتنقية مركبات حمض الأكريليك acrylic acid family. وبمزيد من التفصيل، فإن موضوعات الاختراع الحالى هى: جهاز تنقية للحصول على مادة منقاة تمت إزالة الشوائب منها لتصبح شديدة النقاء فى عملية لإنتاج حمض الأكريليك وإسترات حمض الأكريليك acrylic acid and acrylic esters التى تستخدم كمواد بادئة لإنتاج منتجات كيميائية عديدة؛ كما يتعلق بعملية لتنقية مركبات حمض الأكريليك باستخدام جهاز التنقية المذكور.

يُستخدم حمض الأكريليك وإستراته والتى سيشار إليها هنا فيما بعد بصفة عامه باسم مركبات حمض الأكريليك على نطاق واسع كمواد بادئة لإنتاج منتجات كيميائية عديدة.

وعند الإنتاج الصناعى لمركبات حمض الأكريليك acrylic acid ، تتم تنقية مركبات حمض الأكريليك الناتجة بحيث يصبح ملائمة للاستخدام وتتصف بالجودة المطلوبة فى مركبات حمض الأكريليك.

وعند إنتاج مركبات حمض الأكريليك ، يكون هناك احتمال لوجود منتجات ثانوية مثل حمض الماليك maleic acid وتتكون هذه المنتجات الثانوية من البروبيلين propylene المستخدم كمادة بادئة وحمض مكوَّن من وحدتين يتكوَّن أثناء عملية الإنتاج وذلك كشوائب فى مركبات حمض الأكريليك الناتجة، ولذلك يلزم وجود خطوه تنقية لإزالة هذه الشوائب.

ويُستخدم أسلوب التقطير فى تنقية مركبات حمض الاكريليك. ويتم- على سبيل المثال- تنفيذ التنقية بالتقطير بالطريقة الآتية: يتم تبخير سائل يحتوى على مركبات حمض الأكريليك، ثم تتم استعادة البخار

الناتج المحتوى على نسبة مرتفعة من مركبات حمض الأكريليك ونسبة منخفضة من الشوائب ثم يتم تكثيفه، وبذلك تتم تنقية مركبات حمض الأكريليك. وعادة ما يتم الحصول على الشوائب مع البخار ويتم الحصول على المنتج المطلوب فى الجزء السائل.

وقد تم اقتراح العديد من الأساليب لزيادة كفاءة عملية التنقية بحيث يمكن إنتاج مركبات حمض أكريليك ذات درجة نقاء عالية أو لتحسين الإنتاجية.

وعلى وجه الخصوص ، فإنه نظراً لأن مركبات حمض الأكريليك هى مواد سهلة التبلّر، فإن هناك مشكلة تتمثل فى تكوُّن البوليمر الخاص بها فى جهاز التنقية والتصاقه بسطح الجدار الداخلى للجهاز أو قيامه بسد شبكة الأنابيب . وقد تم اقتراح أساليب عديدة لحل تلك المشكلة.

وعلى سبيل المثال ، هناك أسلوب يتم فيه وضع مكثفين على الأقل على التوالى مع عمود التقطير، وبذلك يتم منع تكوُّن البوليمر فى الجهاز بعد المكثفات والتصاقه بالجهاز أنظر المرجع رقم ١ الذى سيتم ذكره لاحقاً

وهناك أسلوب يتم فيه وضع جهاز لتشتيت البخار عند موضع اتصال وحدة إعادة الغليان بعمود التقطير ، مما يمنع تكوُّن قنوات للبخار فى عمود التقطير وبالتالى منع تكوُّن البوليمر فى عمود التقطير والتصاقه به ، حيث تقوم وحدة إعادة الغليان بتسخين وإعادة غليان السائل من عمود التقطير ثم تدويره أنظر المرجع رقم ٢ المذكور لاحقاً .

المرجع رقم ١ JP-A-131116/2001Kokai

المرجع رقم ٢ JP-A-254403/2000Kokai

وعندما يكون جهاز التنقية كبيراً لتحسين إنتاجية مركبات حمض الأكريليك ، يحدث تكوُّن والتصاق البوليمر الخاص به فى الجهاز بكمية كبيرة ، وفى الأحوال السيئة ، يمكن أن يحدث انسداد لشبكة الأنابيب الداخلية بالبوليمر . ولذلك فإنه غالباً ما يلزم إيقاف تشغيل الجهاز لإزالة البوليمر الملتصق مما يؤدى إلى انخفاض كفاءة الإنتاج بدرجة كبيرة.

وعلى وجه الخصوص، فإنه بالنسبة لوحدة إعادة غليان ذات تركيب يتضمن استخدام العديد من الأنابيب؛ فإن البوليمر الذى سيلتصق على السطح الداخلى للأنابيب سوف يتسبب بسهولة فى انسدادها، وحتى إذا لم يحدث انسداد ، فإن كفاءة التبادل الحرارى ستنخفض انخفاضاً شديداً ، مما ينتج عنه تدهور أداء جهاز التقطير بالكامل.

وطبقاً لما سبق ذكره بخصوص الأساليب المستخدمة فى الفن السابق والمشروحة فى المرجعين ١ ، ٢، فإنه لا يمكن منع تكوُّن والتصاق البوليمر بدرجة مقبولة. وبالنسبة لجهاز التنقية ذى الحجم الكبير بصفه خاصه، حتى عند التشغيل لفترة قصيرة ، فإنه يتعرَّض لتدهور الأداء نتيجة لالتصاق البوليمر ، وبالتالى يلزم إيقاف التشغيل لتنفيذ العمل اللازم لإزالة البوليمر.

وصف عام للاختراع

يهدف الاختراع الحالى إلى حل المشاكل السابق ذكرها عند تنقية مركبات حمض الأكريليك وذلك بمنع التصاق بوليمراتها فى أجهزة التنقية وبذلك يتم تحسين الإنتاجية فى خطوة تنقية مركبات حمض الأكريليك.

الجهاز الذى يقدمه الاختراع الحالى لتنقية مركبات حمض الأكريليك هو جهاز لتنقية مركبات حمض الأكريليك بالتقطير ، وهى المركبات التى تشمل حمض الأكريليك وإستراته؛ ويشتمل هذا الجهاز على ما يلى:

عمود تقطير تتم تغذيته بسائل يحتوى على مركبات حمض الأكريليك ، ويتم سحب البخار من قمة العمود، ويتم سحب السائل من قاع العمود؛ ومكثف يتصل بقمة عمود التقطير، وتتم تغذيته بالبخار الوارد من عمود التقطير، والذى يقوم بتكثيف البخار الوارد ثم يعيد جزءاً من ناتج التكثيف إلى عمود التقطير، حيث يتم سحب ناتج التكثيف المتبقى منه؛ ووحدة إعادة غليان تتصل بقاع عمود التقطير، حيث تتم تغذيتها بالسائل من عمود التقطير، وحيث تقوم بتسخين السائل الوارد حتى الغليان ثم إعادته إلى عمود التقطير؛ وحيث توجد وحدة إعادة الغليان بعدد لا يقل عن إثنتين توصلان على التوازى مع عمود التقطير.

والعملية التى يقدمها الاختراع الحالى لتنقية مركبات حمض الأكريليك هى عملية لتنقية مركبات حمض الأكريليك بالتقطير باستخدام الجهاز السابق ذكره وفقاً للاختراع الحالى وهى تشتمل على خطوات توفير السائل من عمود التقطير إلى وحدتى إعادة غليان على الأقل وإعادة البخار المسخن حتى الغليان من وحدتى إعادة الغليان إلى عمود التقطير.

وسوف تصبح هذه الأهداف والمزايا ، وكذلك أهداف ومزايا أخرى للاختراع الحالى ، أكثر وضوحاً على ضوء الكشف التفصيلى التالى.

<u>شرح مختصر للرسومات</u>

شكل ١: منظر إنشائى كلى لجهاز التنقية يوضح طريقة تنفيذ الاختراع الحالى.

شكل ٢: مسقط أفقى يوضح التكوين القابل للتنسيق للمعده الخاصة بجهاز التنقية والموضحة فى شكل ١.

شكل ٣ : منظر إنشائى كلى لجهاز التنقية يوضح طريقة أخرى لتنفيذ الاختراع الحالى.

شكل ٤: مسقط أفقى يوضح التكوين القابل للتنسيق للمعده الخاصة بجهاز التنقية الموضح فى شكل ٣.

الوصف التفصيلي

[شرح الرموز]

١٠- عمود التقطير

١٢- أنبوب التغذية

١٤- أنبوب استرجاع ناتج التكثيف

١٦- أنبوب الخروج

٢٠- مكثف

٢٢- أنبوب استرجاع البخار

٢٤- أنبوبة إعادة السائل

٢٦- أنبوب نقل وسط التسخين

٣٠- وحدة إعادة غليان

٣٢- أنبوب استرجاع السائل

٣٤- أنبوب إعادة البخار

٣٦- أنبوب نقل وسط التسخين

θ = زاوية بينيَّه.

فيما سيلى، سيتم تقديم شرح للجهاز والعملية وفقاً للاختراع الحالى لتنقية مركبات حمض الأكريليك. ومع ذلك، فإن نطاق الاختراع الحالى لا يحدده ذلك الوصف ، ويمكن تنفيذ أشكال أخرى غير تلك الموضحه فيما يلى وذلك بعد عمل التعديلات المناسبة لها ولكنها ستكون كلها متوافقة مع روح الاختراع الحالى وواقعة فى نطاقه.

٥ تنقية مركبات حمض الأكريليك :

فى الاختراع الحالى، يستخدم تعبير"مركبات حمض الأكريليك" للدلالة على حمض الأكريليك وإستراته. وعلى وجه التحديد تشمل إسترات حمض الأكريليك إستر الميثيل acrylic esters include methyl ester ، وإستر الإيثيل ethyl ester ، وإستر الأيزوبروبيل isopropyl ester ، وإستر n بيوتيل n-butyl ester ، وإستر ٢-إيثيل هكسيل 2-ethlhexyl ester ، وإستر ٢-هيدروكسى إيثيل 2-hydroxyethl ester ، وإستر الهيدروكسى بروبيل hydroxpropyl ester ، وإسترات الداى الكيل أمينو إيثيل dialkylaminoethyl ester .

١٠

ويمكن تطبيق الأساليب التقليدّية لإنتاج مركبات حمض الأكريليك على الأساليب الرئيسية لإنتاج مركبات حمض الأكريليك السابق ذكرها. وبنفس الطريقة التى ستعمل بها المواد البادئة وظروف التفاعل إذا تم استخدامها فى الأساليب التقليدية المطبقة فى الفن السابق لإنتاج مركبات حمض الأكريليك ، فإنها سوف تكون مناسبة لأغراض الاستخدام والجودة المطلوبة لمركبات حمض الأكريليك.

١٥ وتحتوى مركبات الأكريليك المتكوّنه بواسطة التفاعل على شوائب مثل مواد بادئة غير متفاعلة، وإضافات تمت إضافتها أثناء التفاعل ، ومنتجات ثانوية من التفاعل. ويتم تنفيذ خطوة التنقية باستخدام عمود نزع ، أو عمود نزع ماء بطريقة أزيوتروبية أو عمود فصل للمواد ذات درجة الغليان المنخفضة، أو عمود فصل للمواد ذات درجة الغليان المرتفعة لإزالة الشوائب غير المرغوب فيها حتى يمكن الحصول على مركبات حمض أكريليك ذات درجة نقاء عالية مناسبة لأغراض الاستخدام والجودة المطلوبة.

وتشمل المواد المطلوب إزالتها فى خطوة التنقية ما يلى: الماء والسوائل العضوية الخامله غير المحبة للماء ذات درجة الغليان المرتفعة مثل إيثر الداى الفينيل diphenyl ether ، والداى فينيل diphenyl وهى مذيبات تستخدم لامتصاص غازات التفاعل؛ وحمض الماليك ، والحمض ثنائى الوحدات dimmer acid ، وحمض الأسيتيك acetic acid ، والفورمالدهيد formaldehyde ، والأكرولين acrolein ، وحمض البروبيونيك propioni acid ، والأسيتون acetone والفرفورال furfural ، والبنزالدهيد benzaldehyde ، والبروتو أنيمونين protoanemonin ، وكلها عبارة عن شوائب. وعادة ما يفضل أن تتراوح نسبة الشوائب بين ٠,٠١ و١٠٪ بالوزن. ويفضل أن تتراوح درجة نقاء مركبات حمض الأكريليك التى يتم الحصول عليها من خطوة التنقية بين ٩٩ و ٩٩,٩٩٪ بالوزن.

ويتم استخدام الجهاز المشتمل على عمود التقطير والمكثف ووحدات إعادة الغليان باعتباره جهاز تنقية مركبات حمض الأكريليك.

عمود التقطير

يقوم عمود التقطير باستقبال السائل المحتوى على مركبات حمض الأكريليك ثم تصريف البخار أو السائل المحتوى على مركب حمض الأكريليك المطلوب إلى مكان الاستعادة.

ومن حيث الأساس ، يتم استخدام أعمدة التقطير المستخدمة فى أجهزة التقطير التقليدية. والأعمدة ذات الألواح المثقبة والعمدة المدكوكة هى من الأنواع المعروفة لأعمدة التقطير الشائعة. والأعمدة ذات الألواح المثقبة مفضله نظراً لكونها تمنع تكوُّن البوليمر فى أعمدة التقطير. ويفضل من هذا النوع، تلك الأعمدة التى تستخدم فيها صينيه على شكل منخل ذات تدفُّق مزدوج.

ومن المفضل ضبط درجة الحرارة داخل عمود التقطير المستخدم فى تنقية مركبات حمض الأكريليك بحيث لا تزيد عن ١٢٠ْ م ، والأكثر تفضيلاً ألا تزيد عن ١٠٠ْ م. وعندما تكون درجة الحرارة داخل

العمود شديدة الارتفاع، يتكوَّن البوليمر ويتسبَّب فى زيادة فرق الضغط وانسداد الأنابيب. ويمكن ضبط درجة الحرارة داخل العمود بالتحكُّم فى ظروف التشغيل باستخدام وحدات إعادة الغليان أو بواسطة جهاز التسخين الذى يكون عمود التقطير مزوَّدا به . ومن المرغوب فيه ألا تتغير درجة الحرارة داخل العمود إلا بأقل قدر ممكن والأفضل أن تكون ثابتة. وعلى وجه التحديد ، يفُضَّل كبح مدى التغيُّر فى درجة الحرارة التى يتم قياسها فى موضع مطابق فى عمود التقطير بحيث يتراوح بين صفر و ١٠ ْم . وفى حالة عمود نزع الماء بالتقطير الأزيوتروبى على وجه الخصوص ، يتغير التركيب داخل العمود بدرجة كبيرة تجعل مدى التغير فى درجة الحرارة فى المواضع المطابقة يميل إلى الزيادة.

ويختلف شكل وحجم عمود التقطير طبقاً لتركيبة الداخلى، وطريقة المعالجة، وكمية مركب حمض الأكريليك المطلوب معالجتها. ومع ذلك، فمن المفضل عادة أن يكون الشكل الخارجى لعمود التقطير أسطوانياً . وعندما يكون الشكل الخارجى لعمود التقطير اسطوانياً، فإن القطر الخارجى لعمود التقطير يمكن ضبطه بطريقة ملائمة ليتراوح بين ٠,٥ و ٦متر ، والأفضل بين ٢ و ٦متر. ويفضل أن يتراوح ارتفاع عمود التقطير بين ٢ و ٤٠مترا. ويمكن ضبط سعة عمود التقطير بطريقة ملائمة لتتراوح بين ٠,٥ و ١٠٠٠ م^{٣}.

ويتم تجهيز عمود التقطير بأنبوب لإدخال مركبات حمض الأكريليك التى هى المواد الخام المطلوب تقطيرها، وكذلك بخط أنابيب لتدوير السائل بين عمود التقطير ووحدات إعادة الغليان أو المكثف. ويتم توصيل عمود التقطير ووحدات إعادة الغليان ببعضها من خلال أنابيب استرجاع السائل من عمود التقطير ثم دفع هذا السائل إلى وحدات إعادة الغليان خلال أنابيب إعادة البخار من وحدات إعادة الغليان إلى عمود التقطير . ويتم توصيل أنابيب الخروج التى تقوم بإخراج السائل إلى الخارج، وذلك بأنابيب استرجاع السائل. ويتم توصيل عمود التقطير والمكثف ببعضهما من خلال أنبوب استرجاع البخار من عمود التقطير ثم دفع هذا البخار المسترجع إلى المكثف من خلال أنبوب إعادة السائل لإعادة ناتج التكثيف

والذى تم تكثيفه باستخدام المكثف إلى عمود التقطير . وبالنسبة لأنبوب إعادة السائل ، يتم توصيل أنبوب استرجاع للمادة المنُقاة.

ومن المعتاد أن يتم توصيل شبكة الأنابيب فى اتجاه رأسى بالنسبة لسطح المحيط الخارجى لعمود التقطير. ومع ذلك، يمكن توصيل شبكة الأنابيب فى اتجاه مائل بالنسبة لسطح المحيط الخارجى لعمود التقطير. وعلى سبيل المثال، فإنه بالنسبة لجانب المحيط الخارجى من عمود التقطير، يمكن توصيل شبكة الأنابيب ليس فقط فى اتجاه المحور المركزى لعمود التقطير ولكن أيضاً فى اتجاه يميل قليلاً بالنسبة للمحور المركزى. كما يمكن أيضاً توصيل شبكة الأنابيب ليس فقط فى اتجاه مواز أو رأسى ولكن أيضاً فى اتجاه مائل إلى أعلى أو إلى أسفل.

ويتغيَّر تدفُّق السائل أو البخار ، الذى يخرج أو يدخل بين شبكة الأنابيب وعمود التقطير ، وذلك بضبط موضع التوصيل واتجاه شبكة الأنابيب بالنسبة لعمود التقطير ، بحيث يمكن مساواة التدفق فى عمود التقطير أو منع تكوُّن قنوات.

وعند الضرورة، يمكن تجهيز شبكة الأنابيب بمضخة وصمام مثل صمام لتنظيم الضغط، أو صمام لتنظيم معدل التدفق، أو صمام اختبار، أو صمام أمان، أو صمام تصريف، أو مقياس لمعدل التدفُّق، أو مقياس لدرجة الحرارة.

كما يتم أيضاً تجهيز عمود التقطير بوسيلة قياس أو مستشعر للكشف عن درجة الحرارة الداخلية أو الضغط الداخلى لعمود التقطير. كما يمكن أيضاً تركيب جهاز لضبط الضغط أو تخفيض الضغط وذلك لضبط الضغط الداخلى لعمود التقطير.

ويمكن، بطريقة مناسبة ضبط معدل تدفق مركبات حمض الأكريليك المطلوب دفعها إلى عمود التقطير بحيث تتراوح بين ٥ و ١٠٠ م^{٣}/ساعة.

ويمكن تزويد عمود التقطير بمانع للبلمرة لمنع بلمرة مركبات حمض الأكريليك. وتشمل أمثلة موانع البلمرة التى يمكن استخدامها الهيدروكينون مونو إيثيل إيثر ميثوكينون polymerization inhibitors include hydroquinone monomethyl ether methoquinone وأسيتات المنجنيز manganese acetate ، وداى بيوتيل داى ثيو كربامات النحاس coppe dibutyldithiocarbamate ، ومركبات N-أوكسيل N-oxyl compounds ، والهيدروكينون hydroquinone ، والفينوثيازين phenothiazine ، وموانع البلمرة الأخرى الشائعة. ويمكن التزويد بموانع البلمرة تلك من قمة عمود التقطير أو من وسطه فى الصورة التى تتم بها إضافتها إلى مركبات حمض الأكريليك، أو مذيب أزيوتروبى أو ماء. ومن المفيد أيضاً فى عملية منع البلمرة نفث غاز يحتوى على أكسجين جزيئى مثل الهواء أو الأكسجين من قاع العمود أو من الجزء السفلى من وحدة إعادة غليان.

وحدات إعادة الغليان

تتصل كل وحدة غليان بقاع عمود التقطير وتقوم بمهمة استرجاع السائل الوارد والذى تم ادخاله إلى عمود التقطير ثم تسخينه حتى الغليان ثم إعادته إلى عمود التقطير.

ومن ناحية المبدأ، يمكن استخدام نفس الأجهزة المستخدمة كوحدات إعادة غليان فى أجهزة التقطير التقليدية.

وهناك أنواع معروفة باعتبارها وحدات إعادة غليان مثل النوع متعدد الأنابيب ، والنوع الحلزونى، والنوع ذى الألواح. ويمكن استخدام أى من هذه الأنواع. ويفضل النوع متعدد الأنابيب حيث أنه يمنع تكوُّن البوليمر والتصاقه فى كل وحدة من وحدات إعادة غليان. ومن الأنواع متعددة الأنابيب، تفضل تلك الأنواع ذات التكوين الرأسى المحتوى على أنابيب تبخير داخلية.

ويتم تزويد كل وحدة إعادة غليان بأنبوب يتم من خلاله تدفق السائل الذى تم الإمداد به ، وكذلك بجزء غلاف توضع فيه الأنبوبة ويتدفق فيه وسط تسخين، حيث يحدث التبادل الحرارى بين السائل الذى تم الإمداد به ووسط التسخين من خلال جدار الأنبوب.

ويمكن ضبط حجم وسعة كل وحدة إعادة غليان بحيث يصبحان مناسبين للقدرة المطلوبة لعملية تنقية مركبات حمض الأكريليك. وفى الاختراع الحالى، نظراً لاستخدام وحدتى إعادة غليان على الأقل، فإن حجمهما وسعتهما سوف يكونان مؤثرين اذا تم ضبطهما بحيث تحقق القدرة الكلية لهما الكفاءة المطلوبة للمعالجة والمطلوبة فى جهاز التنقية ككل.

ويمكن ضبط القطر الداخلى للأنبوب فى كل وحدة إعادة غليان وذلك بطريقة مناسبة ليتراوح بين ١٠ و٥٠مم ، والأفضل بين ١٥ و٣٥مم . ويفضل أن يتراوح طول الأنبوب بين ١ و٧متر ، والأفضل بين ٢ و٦ متر. ويفضل أن يتراوح عدد الأنابيب المطلوب تركيبها فى كل وحدة إعادة غليان بين ١٠ و ٣٠٠٠. ويفضل ضبط قطر قسم الغلاف ليتراوح بين ٠,٢ و ٤متر، والأفضل ألا يزيد عن ٢متر. وعندما يكون قطر قسم الغلاف طبقاً لقدرته على إعادة الغليان كبيراً ، يتم تقسيم وحدة إعادة الغليان إلى جزئين على الأقل بحيث لا يكون قطر قسم الغلاف لكل من وحدتى إعادة الغليان الناتجتين كبيراً. وبذلك يمكن منع البلمرة بشكل جيد فى كل من وحدتى إعادة الغليان.

ويمكن استخدام البخار أو إيثر الفينيل phenyl ether مذيب عضوى كوسط تسخين يتم إدخاله فى كل وحدة إعادة غليان. ويفضل أن تتراوح درجة حرارة وسط التسخين بين ٨٠ و٢٥٠ م. ويفضل ضبط ضغط البخار بحيث لا يزيد عن ٠,٦ ميجا باسكال بالمقياس ، والأفضل ألا يزيد عن ٠,٤ ميجا باسكال بالمقياس.

ويتم تجهيز كل وحدة إعادة غليان بمدخل تزويد للسائل المطلوب معالجته وبمخرج إعادة يتم عن طريقه إخراج البخار المعالج بإعادة الغليان. ويتصل مدخل التزويد بأنبوب استرجاع السائل لعمود التقطير، ويتصل مخرج لإعادة بأنبوب إعادة البخار الذى يؤدى إلى عمود التقطير.

ويفضل ضبط معدل تدفق السائل المطلوب معالجته ليتراوح بين ١ و ٣٠٠٠ م^{٣}/ساعة وبالنسبة لتدوير السائل المطلوب معالجته أو البخار بين كل وحدة إعادة غليان وعمود التقطير، يمكن استخدام كلا من التدوير الجبرى بمضخه وكذلك التدوير الطبيعى نتيجة لوزن السائل المطلوب معالجته او قوة الرفع للبخار . وعادة يفضل استخدام التدوير الطبيعى والذى يمكن أن يقلل من استهلاك الطاقة.

وتوضع وحدتا إعادة غليان على الأقل على التوازى مع كل عمود تقطير. والمقصود بالتوصيل على التوازى أن يتم دفع كميات متطابقة من السائل المطلوب معالجته إلى وحدتين على الأقل لإعادة الغليان ثم معالجته بإعادة الغليان بكل منهما . وهو مفهوم فنى يختلف عن وضع وحدتين على الأقل لإعادة الغليان على التوالى بحيث تتم معالجة كمية متطابقة من السائل المطلوب معالجته باستخدام وحدة واحدة لإعادة الغليان ثم يتم دفع السائل المعالج إلى وحدة إعادة غليان أخرى لتتم معالجته بها.

ويمكن أن تكون الوحدتان على الأقل المخصصتان لإعادة الغليان مختلفتين فى الشكل أو الحجم أو النوع أو القدرة على المعالجة. ومع ذلك، فإن استخدام وحدات إعادة غليان لها نفس المواصفات يجعل من الممكن الحصول على معالجة مرتفعة الكفاءة، كما يُسهّل انتاج وحدات إعادة الغليان وعمليات صيانتها والعناية بها، كما أنه أمر عملى. وتعنى نفس المواصفات أن يكون للمعدات نفس الشكل والحجم الأساسيين. والمعدات التى تتطابق مواصفاتها الأساسية ولكن يكون لها تركيب مشابه، تدخل أيضاً بصفة أساسية فى نفس المواصفات.

وتوضع كل وحدة إعادة غليان عند قاع عمود التقطير لكى تقوم بمعالجة السائل المتجمع فى قاع عمود التقطير هذا . ويمكن أن يؤدى التنسيق المتطابق أو المتشابه للوحدتين على الأقل المستخدمين فى إعادة الغليان حول عمود التقطير إلى أن يعملا بكفاءة ، كما يُسهِّل هذا التنسيق من عملية الصيانة والعناية بوحدات إعادة الغليان. وبمزيد من التحديد، ونظراً لأن عمود التقطير يمتد فى اتجاه رأسى ، فإن الوحدتين على الأقل المخصصتين لإعادة الغليان يمكن وضعهما فى مواضع متماثلة بالنسبة لمركز عمود التقطير فى اتجاه أفقى يقطع المحور المركزى لعمود التقطير بزوايا قائمة. واذا كان عدد وحدات إعادة الغليان هو إثنتين ، فيمكن وضعهما فى مواضع تبعد بنفس المسافة عن عمود التقطير على امتداد قطر عمود التقطير.

ويفضل أن يكون وضع أنابيب استرجاع السائل وأنابيب إعادة البخار، والتى تتصل من خلالها وحدتين على الأقل لإعادة الغليان مع عمود التقطير، متساوياً أو متماثلاً بالنسبة لعمود التقطير باعتباره المركز.

وعلى وجه التحديد، يمكن تجهيز أنابيب إعادة البخار بطريقة منفصله فى وحدات إعادة غليان منفصله بحيث يمكن أن تكون هناك فروق فى الارتفاع بين مواضع أنابيب إعادة البخار إلى عمود التقطير تتراوح بين صفر و١متر وزوايا بينية تتراوح بين ٢٠ و١٨٠ ْ ، ويفضل أكثر ألا تقل عن ٦٠ ْ ، ويفضل أكثر أيضاً ألا تقل عن ١٠٠ ْ ، وذلك حول مركز عمود التقطير فى اتجاه أفقى. وتشير الزاوية البينيَّه إلى زاوية توجد بين الخطوط الافتراضيَّه الممتده من مواضع الاتصال المناظره لأنبوبتى إعادة بخار متجاورتين إلى مركز عمود التقطير. وكلما زادت الزاوية البينيَّه ، يزداد البخار المعاد غليانه والواصل من الاتجاهين على الأقل إلى عمود التقطير، كما تزداد إمكانية منع حدوث قنوات فى السائل المطلوب معالجته أو البخار داخل عمود التقطير. وعندما نرغب فى جعل عدد وحدات إعادة الغليان اثنتين فقط، فإن أكبر زاوية تنسيق ممكنة هى ١٨٠ ْم. وعند زيادة عدد وحدات إعادة الغليان تقل هذه الزاوية.

وبالنسبة للفرق فى الارتفاع بين مواضع الاتصال، فإن قيمتة الصغرى تكون أكثر تأثيراً فى منع حدوث قنوات فى السائل المطلوب معالجته أو البخار داخل عمود التقطير.

وإذا كان قد تم ضبط المواضع التى يتم فيها تجهيز أنابيب استرجاع السائل التى توصل السائل المطلوب معالجته من عمود التقطير إلى وحدات إعادة الغليان بحيث يمكن استرجاع السائل المطلوب معالجته بنفس الكمية من عمود التقطير، يمكن منع حدوث ركود للسائل المطلوب معالجته فى برج التقطير واحتلال درجة الحرارة فيه. وبالتحديد، وبطريقة مشابهه لأنابيب إعادة البخار، يكون من المؤثر تقليل الفرق بين أعلى مواضع أو توسيع الزوايا البينيه أو وضع أنابيب استرجاع السائل على مواضع متماثله حول المحيط الخارجى لعمود التقطير.

ويمكن وضع أنابيب استرجاع السائل بحيث يكون لها تركيب متفرِّع بحيث يتصل أحد الأطراف بمركز قاع عمود التقطير ويتفرِّع الطرف الثانى فى اتجاهين على الأقل بحيث يتصلان بالغلايات المناظرة لهما. وبالإضافة إلى ذلك، يمكن أيضاً أن تتصل الوحدتين على الأقل المخصصتين لإعادة الغليان بقاع عمود التقطير من خلال أنابيب منفصله لاسترجاع السائل. وفى كلتا الحالتين، يكون من المرغوب فيه أن يتم ضبط أمور مثل الأطوال، والإنحناءات، ومواضع ارتفاع الوصلات للأنابيب بحيث تكون مساوية لتلك الموجودة فى الوحدات الأخرى بحيث لا يحدث اختلاف بين فرق الضغط عند مرور السائل من قاع العمود إلى وحدات إعادة الغليان . وتؤدى تلك التركيبة إلى أن يصبح من الممكن تجنُّب مشكلة أن يكون استرجاع السائل المطلوب معالجته من عمود التقطير يحدث من وحدة معينة لإعادة الغليان أكثر من الأخرى.

وبالنسبة لأنابيب إعادة البخار أيضاً ، وبطريقة شبيهه لأنابيب استرجاع السائل ، يكون من المرغوب فيه ضبط الظروف الخاصة بالأنابيب المطلوب تجهيزها بحيث تكون فروق الضغط الناتجة عند مرور الغاز من وحدات إعادة الغليان إلى عمود التقطير متساوية . ومن وجهه نظر منع البلمره فى الأنابيب ، يكون

من المرغوب فيه عمل الأنابيب بأقل طول ممكن . ويفضل توصيل الأنابيب مباشرة عند أدنى مسافة من وحدات إعادة الغليان بعمود التقطير . وإذا تم تجهيز أنابيب إعادة البخار بطريقة منفصلة إلى وحدات إعادة الغليان كل على حده، يمكن نشر الغاز بطريقه جيدة فى عمود التقطير.

المكثف :

ويتصل المكثف بقمة عمود التقطير ويؤدى مهمة استرجاع البخار الذى يتم الإمداد به والمسترجع من عمود التقطير ثم تكثيفه وارتجاع جزء من ناتج التكثيف إلى برج التقطير وتصريف باقى ناتج التكثيف إلى الاسترجاع.

ومن حيث المبدأ، يمكن استخدام نفس الجهاز مثل المكثفات المستخدمة فى أجهزة التكثيف التقليدية. وتشترك وحدات إعادة الغليان والمكثف مع بعضهما فى أنهما يؤديان مهمة التبادل الحرارى. ولذلك، فإنه فى هذا النوع، والتركيب، والحجم، والشكل للمكثف يمكن تبين الظروف المعتادة المستخدمة فى وحدات إعادة الغليان السابق ذكرها.

وبالنسبة للمكثف أيضاً، يمكن أيضاً استخدام النوع متعدد الأنابيب وعلى وجه الخصوص ذلك الذى يتضمن أنابيب تكثيف داخليه.

وفى كل عمود تقطير، يمكن استخدام مكثف واحد فقط، أو يمكن-بطريقة تشبه وحدات إعادة الغليان السابق ذكرها-يمكن استخدام مكثفين على الأقل. وفى هذه الحالة أيضاً، يكون من المرغوب فيه وضع المكثفات على التوازى بالنسبة لعمود التقطير، ويمكن استخدام نفس ظروف التنسيق المستخدمة بالنسبة لوحدات إعادة الغليان السابق ذكرها.

ووسط التسخين المستخدم للمكثف هو وسط تسخين ذو درجة حرارة منخفضة أو وسط لتبريد البخار الذى تم دفعه من عمود التقطير. وبالنسبة لوسط التسخين، يمكن استخدام نفس المواد المستخدمة فى المكثفات

التقليدية. وتشمل الأمثلة المناسبة الخاصة مواد وسط التسخين ذات نقاط الانصهار واللزوجة المنخفضة. ويفضل أن يتراوح تركيز الإيثيلين جليكول ethylene glycol فى محلول الإيثيلين جليكول المائى بين ١٠ و ٥٠٪ بالوزن. ويفضل ضبط درجة حرارة وسط التسخين لتتراوح بين صفر و ٥٠ م.

ويمكن ضبط حجم وسعة المكثف بحيث يكونان مناسبين للقدرة المطلوبة لتنقية مركبات حمض الأكريليك وفى حالة استخدام المكثفين الإثنين على الأقل، فإن حجمهما وسعتهما سوف يكونان مؤثرين اذا تم ضبطهما بحيث تكون القدرة الكلية للمكثفين الإثنين على الأقل قادرة على تلبية متطلبات المعالجة المطلوبة لجهاز التنقية ككل.

وعند استخدام مكثفين إثنين على الأقل، يمكن تحديد مواصفات جزء الغلاف والأنبوبة لتكون تقريباً فى نفس المدى المستخدم فى وحدة إعادة الغليان. وعند استخدام مكثف واحد فقط، يتم تحديد سعته بحيث تكون أكبر من الحالة التى يتم فيها استخدام مكثفين وعلى وجه الخصوص، يفضل أن يتم ضبط قطر جزء الغلاف بحيث لا يزيد عن ٣ متر. وعندما لا يمكن أن يكون قطر جزء الغلاف كبيراً جداً، يستحسن أن يتم استخدام إثنين منه.

وبالنسبة للمكثف يتم توصيل أنبوب استرجاع البخار إليه لتغذية البخار من عمود التقطير وأنبوب استرجاع السائل المستخدم لإعادة السائل الذى تمت معالجته بالتكثيف إلى عمود التقطير. وعندما يتم استخدام مكثفين على الأقل، فإن هذه المكثفات يمكن توصيلها بعمود التقطير خلال أنابيب منفصله لاسترجاع البخار أو أنابيب إعادة السائل. كما يمكن أيضاً توصيل أنابيب استرجاع السائل الإثنين على الأقل أو أنابيب إعادة البخار التى تم توصيلها بالمكثفين الإثنين على الأقل، ببعضهما فى الطريق ثم توصيلهما بعمود التقطير.

وعندما يتم فصل موقع اتصال كل من أنبوب استرجاع البخار وأنبوب إعادة السائل إلى عمود التقطير إلى شعبتين على الأقل، يكون من المناسب، وبطريقة تشبه حالة وحدات إعادة الغليان، تقليل الفرق بين الارتفاعات أو توسيع الزوايا البينية.

ومن المناسب تحديد معدل تدفق البخار المطلوب الحصول عليه من عمود التقطير إلى المكثف ليتراوح بين ١ و١٠٠طن/ساعة. وبالنسبة لتدوير البخار أو ناتج التكثيف بين المكثف وعمود التقطير ، يمكن استخدام التدوير الجبرى أو التدوير الطبيعى.

وبالنسبة لناتج التكثيف الذى يتم دفعه إلى المكثف، يمكن إرجاع جزء منه إلى عمود التقطير، واسترجاع الباقى كمنتج منقًّى لمركبات حمض الأكريليك. كما يمكن دفع الباقى السابق ذكره إلى جهاز لمعالجة مركبات حمض الأكريليك بعد ذلك.

عملية التنقية :

من حيث المبدأ، تم تطبيق التقنيات الشائعة فى العمليات التقليدية للتنقية بالتقطير لمركبات حمض الأكريليك، ولكن مع استخدام جهاز التنقية الخاص بالاختراع الحالى.

ويتم تجهيز وحدات إعادة الغليان بحيث يكون عددها اثنتين على الأقل. ولذلك، فإنه عندما يتم امداد السائل المطلوب معالجته من عمود التقطير إلى وحدات إعادة التقطير، يتم دفع السائل على دفعات إلى وحدتى إعادة الغليان الإثنتين على الاقل. وهنا يكون من المناسب أن يتم توزيع السائل بالتساوى على وحدتى إعادة الغليان الإثنتين على الأقل. وبالتالى يمكن منع تكوين البوليمر والتصاقه فى عمود التقطير ووحدات إعادة التقطير بحيث يمكن تنفيذ المعالجة بطريقة أكثر كفاءة. وبصفة خاصة، فإن البخار المعاد من الأنابيب العائدة لوحدات إعادة الغليان إلى عمود التقطير يمكن منعه من السريان خلال قنوات فى عمود التقطير، بحيث يتم تنفيذ المعالجة بالتقطير فى عمود التقطير بطريقة جيدة. ويمكن جعل الوحدتين

على الأقل الخاصتين بإعادة الغليان تنفذان واجباتهما فى المعالجة بصورة متساوية مما يحُسِّن من القدرة الكلية للمعالجة، بحيث يمكن تنفيذ معالجة بإعادة غليان تكون أكثر كفاءة وإذا كان للوحدتين على الأقل الخاصيتين بإعادة الغليان نفس المواصفات وكانتا موضوعتين بالتساوى أو بطريقة متماثلة على التوازى مع عمود التقطير ، فإن الإمداد المتساوى للسائل المطلوب معالجته يكون سهلاً.

٥ تأثيرات ومزايا الاختراع :

بالنسبة للجهاز والعملية وفقاً للاختراع الحالى لتنقية مركبات حمض الأكريليك، تتم إعادة غليان السائل الذى تم وضعه فى عمود تقطير باستخدام وحدتى إعادة غليان على الأقل موضوعتين على التوازى مع عمود التقطير. وبالتالى فإن التصاق البوليمر داخل الجهاز والانسداد الذى سيحدث نتيجة لهذا الالتصاق يمكن منعهما بدون إفساد القدرة على المعالجة لوحدتى إعادة الغليان أو إفساد جودة أداء عملية التنقية، ١٠ وذلك بالمقارنة بالحالة التى تكون فيها المعالجة بإعادة الغليان يتم تنفيذها بوحدة إعادة غليان واحدة فقط. ويمكن منع حدوث قنوات للسائل أو البخار فى عمود التقطير وذلك لتثبيت درجة الحرارة الداخلية وبالتالى تحقيق ثبات عملية التنقية بالتقطير وتحسين كفاءة هذه المعالجة.

ونتيجة لذلك، يمكن مد فترات عملية التفتيش والتنظيف داخل الجهاز أو الغاؤها ، وبالتالى يمكن تنفيذ عملية تنقية عالية الجودة تستمر لفترة طويلة ، وبالتالى يمكن المساهمة بشكل كبير أيضاً فى تحسين كفاءة ١٥ إنتاج مركبات حمض الأكريليك أو تقليل تكاليف إنتاج هذه المركبات.

وصف تفصيلى للنموذج المفضل

تركيب جهاز التنقية :

يتم تجهيز جهاز التنقية الموضح فى شكلى ١ و ٢ بوحدتى إعادة غليان ومكثفين على التوازى مع كل عمود تقطير.

وكما هو موضح فى شكل ١، يأخذ عمود التقطير ١٠ شكل العمود ذى الخزان الأسطوانى الذى يقع طوله فى الاتجاه الرأسى. ويتم توصيل أنبوب ١٢ لإدخال السائل المطلوب معالجته بعمود التقطير ١٠ فى الطريق فى اتجاه ارتفاعه. ويتم توصيل أنبوب استرجاع ٢٢ للبخار المتكون فى عمود التقطير ١٠ وذلك بقسم علوى من عمود التقطير ١٠ . ويتم توصيل أنبوب ٣٢ لاسترجاع السائل المطلوب معالجته من قاع العمود وذلك إلى مركز القاع بالنسبة لعمود التقطير ١٠.

ويتفرَّع الأنبوب ٣٢ الخاص باسترجاع السائل من قاع العمود إلى ثلاث اتجاهات . وأحد هذه الأفرع هو أنبوب الخروج ١٦ الخاص بتغذية السائل إلى الخارج.

ويمتد الفرعان الباقيان بشكل متماثل بالنسبة لعمود التقطير ١٠ ثم يتصلان بوحدتين منفصلتين لإعادة الغليان ٣٠.

وحدات إعادة الغليان :

تعمل وحدات إعادة الغليان ٣٠ كمبادلات حرارية تقوم بتسخين السائل حتى الغليان، وهو السائل المسترجع من عمود التقطير ١٠. وبالنسبة لوحدات إعادة الغليان ٣٠، يتم استخدام تلك الوحدات الأسطوانية فى مجملها والتى بها أنبوب داخلى للتبخير من النوع الرأسى. وإلى الطرف السفلى من وحدتى إعادة الغليان٣٠، يتم توصيل طرفى الأنبوب ٣٢ الخاص باسترجاع السائل من قاع عمود التقطير ١٠ . ويتم توصيل طرف آخر من الأنبوب ٣٢ بمكان يخترق فيه المحور المركزى C لعمود التقطير ١٠ قاع العمود ، ويمتد هذا الأنبوب إلى أسفل من المكان العلوى للتوصيل بعمود التقطير ١٠ ثم يتفرَّع يميناً ويساراً ثم يتصل بوحدتى إعادة الغليان اليمنى واليسرى ٣٠. وإلى موضع التفرُّع للأنبوب ٣٢ الخاص باسترجاع السائل من قاع عمود التقطير ، يتصل أنبوب خروج ١٦.

وإلى كل من الطرفين العلويين لوحدتى إعادة الغليان ٣٠ يتصل أنبوب استرجاع بخار ٣٤. ويتصل الطرف الآخر لأنبوب استرجاع البخار ٣٤ بالجانب المحيطى الخارجى لعمود التقطير ١٠ . ويتم تجهيز وحدتى إعادة الغليان بأنابيب ٣٦ و ٣٦ لتدوير وسط التسخين.

وبالنسبة لوحدات إعادة الغليان ٣٠ فإن وحدتى إعادة الغليان ٣٠ و ٣٠ الذين لهما نفس المواصفات يكون موضعاهما متماثلين . أى أنهما يوضعان فى موضعين متوازيين على نفس الارتفاع وعلى نفس البعد من عمود التقطير ١٠ . وفى الشكل الأفقى الموضح فى شكل ٢، يوضع زوج من وحدات إعادة الغليان ٣٠ فى مواضع متماثله بالنسبة للمحور المركزى C لعمود التقطير ١٠ فى اتجاه قطره. وتمتد أنابيب إعادة البخار ٣٤ والمتصلة بالإطراف العلوية لوحدات إعادة الغليان ٣٠ نحو المحور المركزى C لعمود التقطير ١٠ فى اتجاه نصف قطره ثم تتصل بالمواضع المتماثلة للسطح المحيطى الخارجى لعمود التقطير ١٠.

وتكون قيمة الزاوية البينية θ بين زوج وحدات إعادة الغليان ٣٠ أو بين المواضع التى تتصل فيها أنابيب إعادة البخار ٣٤ بعمود التقطير ١٠ حول المحور المركزى هى ١٨٠°.

المكثفات :

يوضع مكثفان على التوازى بجوار عمود التقطير ١٠ وعلى الجانب العلوى منه.

وبطريقة شبيهه لوحدات إعادة الغليان ٣٠ ، فإن المكثفان ٢٠ المستخدمان يكونان فى مجملهما اسطوانيان تقريباً ولهما أنبوب داخلى ذو تركيب رأسى متعدد. ويقوم المكثفان ٢٠ باسترجاع إمداد البخار من اطرافهما العلوية ثم تصريف ناتج التكثيف من أطرافهما السفلية. وإلى الطرف السفلى من كل مكثف ٢٠ ، يتصل أنبوب ٢٢ لاسترجاع البخار يؤدى إلى عمود التقطير ١٠. ويتفرَّع أنبوب استرجاع البخار ٢٢ إلى فرعين على جانب الاتصال مع المكثفات ٢٠، ولكن هذان الفرعان يتصلان ببعضهما فى الطريق ثم

يتصلان بالجانب المحيطى الخارجى من عمود التقطير ١٠. وإلى الأطراف السفلية للمكثفات ٢٠ ، تتصل أنابيب إعادة ناتج التكثيف ٢٤. وتلتحم أنابيب إعادة ناتج التكثيف ٢٤ هذه ببعضها ثم تتصل بالجانب المحيطى الخارجى لعمود التقطير ١٠ . وبعد موضع الاتصال ، يتفرَّع أنبوب إعادة ناتج التكثيف ٢٤ عن طريق الاتصال المؤدى إلى عمود التقطير ١٠ ثم يتصل بأنبوب استرجاع ناتج التكثيف ١٤ لاسترجاع السائل المنقى. وعلاوة على ذلك يتم تجهيز المكثفات ٢٠ بأنابيب وسط التسخين ٢٦ و ٢٦ والتى يتم داخلها تدوير وسط التبريد.

وكما هو موضح فى شكل ٢ ، فإن الموضع الأفقى للمكثفات ٢٠ يكون بحيث توضع المكثفات ٢٠ فى مواضعها المناظره بجانب عمود التقطير ١٠ وتتماثل خطياً بالنسبة لخط القطر الذى يقطع المحور المركزى ٢ لعمود التقطير ١٠. وتوضع أنابيب استرجاع البخار ٢٢ أيضاً بطريقة متماثلة خطياً. ويتم توصيل أنابيب استرجاع البخار ٢٢ اليمنى واليسرى ببعضها ثم توصيلها بعمود التقطير ١٠ بطول محور التماثل. وبالرغم حذفها من الرسم ، فإن نفس التنسيق المذكور مع أنابيب استرجاع البخار ٢٢ سيتم اتباعه بالنسبة لأنابيب إعادة ناتج التكثيف ٢٤.

خطوة التنقية :

يتم دفع سائل غير منقى من مركبات حمض الأكريليك ثم انتاجه من خطوة أخرى أو بجهاز آخر من أنبوب التغذية ١٢ إلى عمود التقطير ١٠.

ويتم ارتجاع السائل غير المنقى، والذى تم تجميعه فى عمود التقطير ١٠ بين أنبوب استرجاع السائل من قاع العمود ٣٢، وزوج وحدتى إعادة الغليان ٣٠ وأنبوبى إعادة البخار ٣٤ وبدفع وسط التسخين إلى أنابيب نقل وسط التسخين ٣٦، تقوم وحدات إعادة الغليان ٣٠ بتسخين السائل المرتجع حتى الغليان ثم دفعه إلى عمود التقطير ١٠.

وفى عمود التقطير ١٠، يرتفع بخار السائل غير المنقى. وطبقاً للفرق بين خواص المكونات الموجودة فى السائل غير المنقى، ترتفع مركبات حمض الأكريليك الموجودة فى السائل غير المنقى إلى قمة عمود التقطير. ومع ذلك، يمكن أن ترتفع الشوائب قليلاً فقط ثم تعاود السقوط. وفى البخار الذى ارتفع إلى قمة عمود التقطير ١٠، فإن نقاء مركبات حمض الأسيتيك يكون شديداً، ويكون محتوى الشوائب قليلاً.

أما البخار الذى تم دفعه إلى خارج أنبوب استرجاع البخار ٢٢ عند قمة عمود التقطير ١٠، فيتم تكثيفه فى المكثف ٢٠ ثم يتم دفعه إلى أنابيب إعادة السائل ٢٤ . أما ناتج التكثيف ، والذى تم دفعه إلى الخارج إلى أنابيب إعادة السائل ٢٤ ، فهى مركبات حمض الأكريليك التى تمت تنقيتها لتصبح ذات درجة نقاء عالية، ويتم استرجاع قسم من ناتج التكثيف من أنبوب استرجاع ناتج التكثيف ١٤ ثم تداوله كمنتج.

وتتم إعادة ناتج التكثيف المتبقى إلى عمود التقطير ١٠ ثم ترحيله إلى قاع عمود التقطير ١٠ لكى يعود بذلك إلى السائل المطلوب معالجته الذى تم تجميعه فى قاع العمود.

ويمكن إخضاع مركبات حمض الأكريليك غير المُنقَّاة والتى تم دفعها من أنبوب التغذية ١٢ بصفة مستمرة للتنقية ثم استرجاعها، وتنفيذ إعادة الغليان بصفة مستمره للسائل المطلوب معالجته والموجود فى عمود التقطير ١٠ باستخدام وحدات إعادة الغليان ٣٠ واسترجاع مركبات حمض الأكريليك من المكثفات ٢٠.

وفى عملية التنقية تلك، هناك إمكانية لحدوث بلمرة لمركبات حمض الأكريليك داخل عمود التقطير ١٠، ووحدات إعادة الغليان ٣٠، والمكثفات ٢٠، والأنابيب ٢٢ و٢٤ و ٣٢ و ٣٤ التى توصل بينهم. ويحتمل حدوث بلمرة مركبات حمض الأكريليك فى الأماكن التى بها سائل راكد يحتوى على مركبات حمض الأكريليك الناتجة من تكثيف البخار. وإذا تكوَّنت قنوات فى مسار تدفق السائل أو البخار ، فإن البوليمر قد يلتصق بالسطح الداخلى لجدار الجهاز فى المناطق التى يحدث فيها ركود للتدفق. وعلى سبيل المثال،

ففى حالة وحدات إعادة الغليان ٣٠ أو المكثفات ٢٠ التى توجد بداخلها مجموعات من الأنابيب، فإنه إذا حدث ركود للتيار فى جزء من الأنابيب، فسوف تحدث مشاكل مثل التصاق البوليمر بجدار السطح الداخلى للأنابيب مما يعوق التدفق أو يسد الأنابيب. وإذا حدث تكوُّن قنوات بواسطة تيار السائل أو البخار فى عمود التقطير ١٠، فسوف يحدث التصاق للبوليمر فى جدار السطح الداخلى لعمود التقطير ١٠ أو أجزاء معداته الداخلية فى الأماكن التى يحدث بها ركود لتيار التدفق، بحيث تتم إعاقة عمل عمود التقطير.

ومع ذلك، فإنه بالنسبة للأسلوب السابق ذكره لتنفيذ الاختراع الحالى ، يتم دفع السائل فى عمود التقطير ١٠ بطريقة متساوية إلى كل من وحدتى إعادة الغليان ٣٠ والموضوعتان بطريقة متماثلة حول عمود التقطير ١٠ وعلى التوازى معه ثم تتم معالجتها بإعادة الغليان . وبالمقارنة بالحالة التى يتم فيها استخدام وحدة إعادة غليان ٣٠ ذات حجم كبير وسعة كبيرة ولها نفس القدرة على إعادة الغليان ، فإن تكوُّن البوليمر والتصاقه سيتم منعهما من الحدوث فى وحدات إعادة الغليان ٣٠. والسبب فى ذلك كما يلى . كلما زادت سعة وحجم وحدة إعادة الغليان ٣٠ ، تزداد القابلية لحدوث فروق بين مجموعة الأنابيب فيما يتعلق بمعدل التدفق وكمية السائل. وعلى سبيل المثال ، فإنه من الصعب تجنُّب حدوث فروق بين الجزء المركزى والجزء المحيطى الخارجى لوحدة إعادة الغليان ٣٠ بالنسبة للتدفق . وكذلك بالنسبة لوظيفة التسخين بواسطة وسط

التسخين، فهناك احتمال أن تحدث فروق بين الجانب المركزى والجانب المحيطى الخارجى. وإذا تم جعل وحدتى إعادة غليان ٣٠ صغيرتى الحجم تؤديان المعالجة بنفس الطاقة التى تبذلها وحدة إعادة الغليان ٣٠ كبيرة الحجم السابق ذكرها، فإن عدم الانتظام وحدوث القنوات لتيار التدفق فى كل وحدة إعادة غليان ٣٠ سوف يقل ، بحيث تقل إمكانية تكوُّن البوليمر والتصاقه.

وبالمثل، فبالنسبة للمكثفات ٢٠ ، إذا تم استخدام مكثفين صغيرين نسبياً ٢٠ ليؤديا المعالجة بنفس القدرة التى يؤديها مكثف كبير ٢٠ ، فإنه بالمقارنة بهذا المكثف ذى الحجم الكبير ٢٠، فإن تيار البخار أو ناتج التكثيف فى المكثفات ٢٠ سوف يصبح سلسلا، بحيث تقل احتمالات تكوُّن البوليمر والتصاقه.

ونظراً لأن مواقع اتصال أنابيب إعادة البخار ٣٤ من وحدتى إعادة الغليان ٣٠ إلى عمود التقطير ١٠ متماثلين بالنسبة لعمود التقطير ١٠ ، فإن تدفق البخار الذى تتم إعادته إلى عمود التقطير ١٠ سيكون متساوياً فى الاتجاه الأفقى لعمود التقطير ١٠ بحيث يتم منع حدوث قنوات محلية. وبذلك يتم منع التصاق البوليمر وتكوُّنه فى عمود التقطير ١٠. وتكون قدرة التقطير لعمود التقطير ١٠ متساوية فى مجملها، بحيث يمكن تحقيق كفاءة تقطير عالية.

مثال آخر على تركيب الجهاز :

طريقة تنفيذ الاختراع الحالى كما هو موضح فى شكلى ٣ و ٤ تشبه ما سبق ذكره بالنسبة للتركيب الأساسى للجهاز ولكنها تختلف عنه فى تركيب اتصال الأنابيب بين المكثفات وعمود التقطير ١٠.

وكما هو موضح فى شكل ٣، فإن المكثفين ٢٠ و ٢٠ يتصلان بعمود التقطير ١٠ من خلال خطوط أنابيب مستقلة عن بعضها. ويتم تزويد كل مكثف ٢٠ بأنبوب ٢٢ لاسترجاع البخار لإمداد البخار من عمود التقطير ١٠ إلى المكثف ٢٠ وأنبوب لإعادة السائل ٢٤ لإعادة ناتج التكثيف من المكثف ٢٠ إلى عمود التقطير ١٠. ويتم توصيل أنبوب تغذية السائل ١٤ فى طريق كل أنبوب إعادة سائل ٢٤. ويمكن برغم حذفهما من الرسم، توصيل أنبوبى التغذية بالسائل الخارجين ١٤ ببعضهما ثم توصيلهما بالخطوة التالية.

وكما هو موضح فى شكل ٤، ففى التركيب الأفقى، يوضع المكثفان ٢٠ و ٢٠ فى مواضع متماثله بالنسبة لقطر عمود التقطير ١٠ باعتباره محور التماثل . ويمتد كل من أنبوب استرجاع البخار ٢٢ وأنبوب إعادة

السائل ٢٤ لكل مكثف ٢٠ من اتجاه بطول نصف القطر لعمود التقطير ١٠ إلى مركزه C ثم يتم توصيلها بعمود التقطير ١٠ لتتقاطع مع بعضها بزاوية بينيه θ. وفى الأشكال، تم جعل الزاوية البينية θ ضيقة وتساوى ٦٠° تقريباً لكى توضح المكثفات مع وحدات إعادة الغليان ٣٠. ومع ذلك يمكن أيضاً تحديد زاوية بينيه أكبر θ. فعلى سبيل المثال يمكن جعل الزاوية θ بين المكثفات =١٨٠° كتلك التى بين وحدات إعادة الغليان ٣٠.

أمثلة عملية :

سيتم فيما يلى توضيح الاختراع الحالى عن طريق أمثلة لبعض النماذج المفضلة بالمقارنة بأمثلة مقارنة ليست وفقاً للاختراع الحالى. ومع ذلك، فإن الإختراع الحالى لا يعتبر مقصوراً على تلك الأمثلة بأى حال من الأحوال.

وقد تم إنشاء أجهزة التقطير وفقاً للاختراع الحالى لتنفيذ المعالجة الخاصة بتنقية مركبات حمض الأكريليك.

والنتائج موضحة فيما يلى:

مثال ١ :

من حيث الأساس ، تم استخدام جهاز تنقية له التركيب الموضح فى شكلى ٣ و٤.

عمود التقطير:

قطر العمود ٤م ومجهز بـ٥٠ صينية على شكل منخل ذات تدفق مزدوج،

المادة SUS 316 .

المكثفات :

تم استخدام مكثفات من النوع الرأسى متعدد الأنابيب. تم وضع مكثفين بزاوية بينيه $\theta = ١٨٠^{\circ}$ ، وبتعبير آخر على امتداد قطر عمود التقطير ١٠ كما هو موضح فى شكل ٤.

الأنابيب

سمك الجدار ٢,١١مم

الطول ٣,٠٤٨ مم

عدد الأنابيب ١١٦٠

المادة SUS 316

قسم الغلاف: القطر الخارجى ١٨٠مم

وحدات إعادة الغليان :

تم استخدام وحدات إعادة غليان رأسية متعددة الأنابيب . وتم وضع وحدتين منهما بالتنسيق الموضح فى شكل ٤.

قطر خارجى ٣٨,١مم

سمك الجدار ٢,١١مم

الطول ٤٠٠٠ مم

عدد الأنابيب ٨٩٤

المادة SUS 316

قسم الغلاف: القطر الخارجى ١٦٠٠مم

الزاوية بين وحدتى إعادة الغليان θ = ١٨٠°

عملية التنقية :

تمت التغذية بسائل يحتوى على مركبات حمض الأكريليك المنقاة التى تحتوى على حمض أكريليك ٩٦,٥ ٪ بالوزن وحمض أكريليك ثنائى الوحدات ١,٩٪ بالوزن وحمض ماليك ٠,٤٪ وفينوثيازين phenothiazine ٢٠٠ جزء فى المليون بالوزن وذلك بمعدل ١٨,٧م^{٣}/ساعة من أنبوب التغذية ١٢ إلى عمود التقطير ١٠.

وتم تنفيذ التقطير فى ظروف معينة حيث بلغ الضغط فى قمة عمود التقطير ١٠ ما قيمته ٣,٣ كيلو باسكال، ونسبة الارتجاع ١,٥ . ونتيجة لذلك ، تم الحصول على بخار يحتوى على حمض أكريليك ٩٩,٩٪ وحمض ماليك ٤ جزء فى المليون بالوزن فى أنابيب استرجاع البخار ٢٢ فى قمة العمود . وبالمقارنة مع السائل غير المنقى ، فقد تم تحسين درجة نقاء حمض الأكريليك وإزالة معظم الشوائب مثل حمض الأكريليك ثنائى الجزيئات.

وقد تم دفع البخار القادم من أنابيب استرجاع البخار٢٢ قطر كل منها ١٨٠٠مم إلى زوج من المكثفات ٢٠ و ٢٠ ثم تكثيفه من ٥٦°م إلى ٤٠° . وتم إمرار ماء تبريد تبلغ درجة حرارته ٣٠°م خلال أنابيب نقل وسط التسخين ٢٦ فى المكثفات ٢٠. وتمت إعادة قسم من ناتج التكثيف الذى تم دفعه إلى الخارج فى أنابيب إعادة السائل ٢٤ إلى عمود التقطير ١٠ ، وتم استرجاع ناتج التكثيف المتبقى إلى أنابيب استرجاع ناتج التكثيف ١٤.

وفى ناحية القاع من عمود التقطير ١٠ ، تمت التغذية بسائل قاع العمود من أنبوب ارتجاع السائل إلى قاع العمود ٣٢ قطرها ١١٠٠مم إلى زوج من وحدات إعادة الغليان ٣٠ و ٣٠ بالتدوير الطبيعى. وتم استخلاص قسم من سائل قاع العمود من أنبوب الخروج ١٦. وتم تبخير السائل فى وحدات إعادة الغليان ٣٠ . وتمت إعادة البخار الناتج من أنابيب إعادة البخار ٣٤ قطرها ١٢٥٠مم إلى عمود التقطير ١٠. وتم دفع بخار مشبع تحت ضغط ٠,٦ ميجا باسكال بالمقياس إلى أنابيب وسط التسخين ٣٦ لوحدات إعادة الغليان ٣٠. وتم دفع أكسجين جزيئى بمعدل ٢٠م^{٣} طبيعى/ساعة من الأقسام السفلى لوحدات إعادة الغليان ٣٠. وقد قام غاز الأكسجين الجزيئى بمنع حدوث عملية البلمرة.

وتم تشغيل جهاز التنقية فى ظروف التشغيل السابق ذكرها لمدة شهر. وبعد نهاية التشغيل تم فحص الحيِّز الداخلى للجهاز ولم تتم ملاحظة تكوُّن أي بوليمر تقريباً داخل أى من عمود التقطير ١٠ والمكثفات ٢٠ ووحدات إعادة الغليان ٣٠.

مثال مقارن ١ :

بالنسبة لجهاز التنقية المذكور فى مثال ١ ، تم تعديل المكثفات ٢٠ ووحدات إعادة الغليان ٣٠ كالآتى:

المكثفات :

تمت إقامة مكثف واحد فقط من النوع الرأسى متعدد الأنابيب

الأنابيب:

القطر الخارجى ٣٨,١مم

سمك الجدار ٢,١١مم

الطول ٣,٠٤٨ مم

عدد الأنابيب ٢٣٢٠

المادة SUS 316

قسم الغلاف : القطر الخارجى ٢٥٠٠مم

وبالمقارنة بالمكثف الموضح فى مثال ١، فإن عدد الأنابيب فى كل مكثف أصبح أكبر، وكذلك أصبح قطر قسم الغلاف أكبر. أما قدرة التكثيف فتساوى مجموع قدرة المكثفين المذكورين فى مثال ١

وحدات إعادة الغليان :

تم استخدام وحدة واحدة لإعادة الغليان من النوع الرأسى متعددة الأنابيب .

قطر خارجى ٣٨,١مم

سمك الجدار ٢,١١مم

الطول ٤٠٠٠ مم

عدد الأنابيب ١٧٨٨

المادة SUS 316

قسم الغلاف : القطر الخارجى ٢٢٥٠مم

وبالمقارنة بوحدات إعادة الغليان الموضحه فى مثال ١، فقد ازداد عدد الأنابيب فى كل وحدة إعادة غليان، وكذلك ازداد قطر قسم الغلاف. وكانت القدرة على المعالجة بإعادة الغليان مساوية للقدرة الكلية لوحدتى إعادة الغليان الموضحتين فى مثال ١:

عملية التنقية :

تم تنفيذ العملية فى نفس ظروف مثال ١. تم الحصول على بخار يحتوى على ٩٩,٩٪ بالوزن حمض أكريليك و ١٨٠ جزء فى المليون بالوزن حمض ماليك من قمة عمود التقطير ١٠ . ولم تختلف المادة الناتجة المُنقَّاة عن تلك الناتجه فى مثال ١ كثيراً.

ومع ذلك، فبعد التشغيل لمدة ٢١ يوماً، ازداد فرق الضغط فى عمود التقطير ١٠، ولذلك تم إيقاف التشغيل. وعند التفتيش داخل عمود التقطير ١٠، والمكثف ٢٠ ووحدة إعادة الغليان ٣٠، اتضح أن البوليمر قد تكوَّن بكميه ٥٥كجم على الصوانى الموجودة فى عمود التقطير ١٠، وبكميه ٢كجم على اللوح الأنبوبى العلوى داخل المكثف ٢٠ . وبالنسبة لوحدة إعادة الغليان ٣٠، حدث انسداد فى ٥٧ أنبوبة بالبوليمر وهو أمر غير ملائم تماماً.

مثال ٢ :

تم استخدام جهاز تنقية له نفس التركيب الموضح فى شكل ١. ومن حيث المبدأ تم استخدام نفس المواصفات المستخدمة فى مثال ١. ومع ذلك فإن تركيب المكثفات سوف يختلف . وسيتم فيما يلى شرح البنود التى حدث فيها اختلاف فقط.

المكثفات :

من حيث المبدأ، هى نفسها ما تم استخدامها فى مثال ١ . والمواصفات التى حدث فيها اختلاف موضحه فيما يلى:

الأنابيب

الطول ٦٠٩٦ مم

عدد الأنابيب ٢٩٤٨

قسم الأنابيب : القطر الخارجى = ٢٨٠٠ مم

وكما هو موضح فى شكل ٢ ، فإن أنبوب استرجاع البخار ٢٢ وأنبوب إعادة السائل ٢٤ والذين كانا متفرعين، تم استخدامهما كتركيبة توصيل بين المكثفين وعمود التقطير ١٠.

٥ عملية التنقية :

تم الإمداد بمحلول مائى يحتوى على حمض أكريليك منقى يحتوى على حمض أكريليك ٦٧,٥٪ بالوزن، وحمض أسيتيك acetic acid ٢,٢٪ بالوزن ، وماء ٢٨,٦ ، ويشتمل الباقى على حمض ماليك maleic acid وأسيتالدهيد acetoaldehyde ، وأكرولين acrolein وهيدروكينون hydroquinone ٢٠٠ جزء فى المليون بالوزن وذلك بمعدل ٢٣م^3/ساعة من أنبوب تغذية ١٢ إلى اللوح رقم ٢٣ فى عمود التقطير ١٠.

١٠ وتم تنفيذ التقطير الأزيوتروبى تحت ضغط ١٨,٧ كيلو باسكال فى قمة عمود التقطير ١٠ . وقد انفصل السائل الموجود فى قمة العمود، والذى تم استرجاعه من أنبوب استرجاع البخار ٢٢ عند قمة العمود ثم معالجته لتكثيفه بالمكثف ٢٠ إلى طورين . وقد تم ارتجاع طور الطولوين ، والذى كان فى صورة مادة أزيوتروبيه ، بالكامل إلى عمود التقطير ١٠ . وتم تقطير الطور المائى باعتباره ماءً مهدوراً. وكانت كمية الارتجاع ٦٠م^3/ساعة . وتمت إضافة فينوثيازين، باعتباره مادة مانعة لتكوُّن البوليمر ، إلى سائل

١٥ الارتجاع بكمية تبلغ ١٥٠ جزء فى المليون بالوزن.

ونتيجة لذلك ، تم الحصول على مادة منقاة تشتمل على حمض أكريليك ٩٦,٢ ٪ بالوزن وحمض اكريليك ٣٠٠ جزء فى المليون بالوزن باعتبارها السائل الموجود فى قاع العمود.

وكان قطر أنبوب استرجاع البخار ٢٢، والتى يتم خلالها إدخال البخار من عمود التقطير ١٠ إلى المكثفات ٢٠ يبلغ ١٨٠٠ مم فى ناحية عمود التقطير ويبلغ ١٣٠٠ مم فى الأقسام المتفرعه التى كانت تتصل بالمكثفين ٢٠ و٢٠ . وتم تبريد البخار من ٤٦ °م إلى ٣٧ °م فى المكثفات ٢٠ وبذلك تم تكثيفه . وتم إمرار ماء التبريد عند ٣٠ °م خلال أنابيب نقل وسط التبريد ٢٦ للمكثفات ٢٠.

وكان قطر أنبوب استرجاع السائل من قاع العمود ٣٢ والذى يؤدى من عمود التقطير ١٠ إلى وحدات إعادة الغليان ٣٠ هو ١٣٠٠ مم . وقد تمت إعادة البخار الذى تم الحصول عليه من غلى السائل باستخدام وحدات إعادة الغليان ٣٠ من أنابيب إعادة البخار ٣٤ قطرها ١٢٥٠مم إلى عمود التقطير ١٠ . وقد تم تنفيذ تدوير السائل أو البخار بين وحدات إعادة الغليان ٣٠ وعمود التقطير ١٠ بالتدوير الطبيعى. وقد تم الإمداد ببخار مشبع ضغطه ٠,٦ ميجا باسكال بالمقياس إلى أنابيب نقل وسط التسخين ٣٦ فى وحدات إعادة الغليان ٣٠ . وتم الامداد بأكسجين جزيئى بمعدل ١٠٠م^{3} طبيعى من الجزء السفلى فى كل وحدة إعادة غليان.

واستمرت العملية فى ظل الظروف السابقة لمدة شهر وكانت درجة الحرارة الداخلية فى عمود التقطير ثابتة. وعلى سبيل المثال ، تراوحت درجة حرارة اللوح رقم ٢٩ بين ٩٣ و ٩٧ °م . وبعد نهاية العملية تم فحص الحيِّز الداخلى للجهاز . ولم يتم العثور على أى التصاق للبوليمر بالداخل فى أى من عمود التقطير ١٠ أو المكثفات ٢٠ أو وحدات إعادة الغليان ٣٠ أو الأنابيب.

مثال مقارن ٢ :

استناداً على مثال ٢، تم تعديل مواصفات الجهاز وظروف التشغيل كالآتى.

كان عمود التقطير ١٠ والمكثفات ٢٠ ومكان استخدامها كما هو فى مثال ٢. ومع ذلك ، فبالنسبة لوحدات إعادة الغليان ٣٠ ، تم استخدام وحدة واحدة بالمواصفات التالية:

وحدة إعادة الغليان :

من حيث المبدأ ، كانت هى نفس المستخدمة فى مثال ٢، والبنود المختلفة فى المواصفات هى كالتالى :

الأنابيب

الطول ٤٠٠٠ مم

عدد الأنابيب ١٧٨٨

قسم الغلاف : القطر الخارجى ٢٢٥٠مم

وكانت قدرة المعالجة لوحدات إعادة الغليان مساوية للقدرة الكلية لوحدتين مثل المستخدمتين فى مثال ٢

عملية التنقية :

تم تنفيذ التقطير فى ظل نفس ظروف التشغيل المستخدمة فى مثال ٢. وتم الحصول على مادة منقاة تشتمل على حمض أكريليك ٩٦٪ بالوزن وحمض أسيتيك ٦٠٠ جزء فى المليون بالوزن باعتبارها السائل الخارج من قاع العمود. وقد تغيرت درجة الحرارة فى عمود التقطير بدرجة ملحوظة. وعلى سبيل المثال، فقد تراوحت درجة حرارة اللوح رقم ٢٩ بين ٨٣ و ٩٦ °م. وعند تنفيذ العملية لمدة ١٢ ساعة، ازداد فرق الضغط فى العمود، وبالتالى تم إيقاف العملية وعند الفحص الداخلى لعمود التقطير ١٠، والمكثفات ٢٠ ووحدات إعادة الغليان ٣٠ وُجد البوليمر بكمية ١٣٠كجم على صوانى عمود التقطير ١٠. وبالنسبة لوحدة إعادة الغليان ٣٠ ، حدث انسداد فى ٩٢ أنبوبة نتيجة لالتصاق البوليمر بها.

مثال ٣ :

استند هذا المثال على جهاز التنقية ذى التركيب الموضح فى شكلى ٣ و ٤. ومع ذلك، فبالنسبة للمكثفات ٢٠، تمت إقامة مكثف واحد. ومن حيث الأساس، تم استخدام نفس المواصفات السابق استخدامها فى مثال ١ وفيما يلى توضيح للبنود المختلفة فقط.

عمود التقطير :

٥ تم تغيير القطر الداخلى للعمود ليصبح ٢م مع استخدام تركيب يشبه ما تم استخدامه فى مثال ١

المكثف :

يشبه بصفة أساسية ما تم استخدامه فى مثال ١ . والبنود المختلفة هى

الطول ٤٠٠٠ مم

عدد الأنابيب ٤٩٢

١٠ المادة SUS 304

قسم الغلاف: القطر الخارجى ١٩٠٠ مم

وحدات إعادة الغليان :

بصفة أساسية ، تم استخدام نفس ما كان مستخدماً فى مثال ١ والبنود المختلفة هى كالآتى:

الطول ٤٠٠٠ مم

١٥ عدد الأنابيب ١٧٠

المادة SUS 304

قسم الغلاف: القطر الخارجى ٧٠٠ مم

الزاوية بين وحدتى الغليان θ = ١٨٠° م

عملية التنقية :

تم الإمداد بسائل غير منقى لإستر حمض الأكريليك يحتوى على أكريلات بيوتيل butyl acrylate ٧٨٪ بالوزن ، وكحول بيوتيلى butyl alcohol ١٨,٦٪ بالوزن ، وماء ٢,٩ ٪ بالوزن وفينوثيازين phenothiazine ٨٠ جزء فى المليون بالوزن وذلك بمعدل تدفق يبلغ ٨م٣/ساعة إلى اللوح رقم ١٦ فى عمود التقطير ١٠. وتم تنفيذ التقطير الأزيوتروبى تحت ضغط ٣٣ كيلو باسكال فى قمة العمود وبنسبة ارتجاع قدرةا ٣ . وتم الحصول على مادة منقاة تشتمل على اكريلات بيوتيل ٩٩,٩ ٪ بالوزن وكحول بيوتيلى ٥٠ جزء فى المليون بالوزن فى صورة السائل الخارج من قاع العمود.

وكان قطر انبوب الاسترجاع ٢٢ من عمود التقطير ١٠ إلى المكثف ٢٠ هو ٥٥٠ مم . وتم تبريد البخار من٨٣° م إلى ٤٠° م فى المكثف ٢٠ وبذلك تم تكثيفه وتم إمرار ماء تبريد عند٣٠° م خلال أنبوب نقل وسط التسخين ٢٦ فى المكثف ٢٠.

وكان قطر أنبوب استرجاع السائل ٣٢ من قاع عمود التقطير ١٠ إلى وحدات إعادة الغليان ٣٠ هو ٤٥٠مم. وكان قطر أنابيب إعادة البخار ٣٤ هو ٥٥٠ مم . وتم تنفيذ التدوير للسائل أو البخار بين عمود التقطير ١٠ ومعدات إعادة الغليان ٣٠ بالدوران الطبيعى . وتم استخلاص قسم من سائل التدوير إلى أنبوب الخروج ١٦ . وتم الإمداد ببخار مشبع عند ضغط ٠,٦ ميجا باسكال طبقاً للمقياس إلى أنبوب نقل وسط التسخين ٣٦ لكل وحدة إعادة غليان ٣٠. وتم الإمداد بالهواء بمعدل ٤متر٣ طبيعى/ساعة من القسم السفلى لكل وحدة إعادة غليان ٣٠.

وتم التشغيل فى ظل الظروف السابق ذكرها لمدة شهر. وكانت درجة الحرارة داخل عمود التقطير ١٠ ثابتة . وعلى سبيل المثال، تراوحت درجة حرارة اللوح رقم ٣٥ بين ١٠٢ و ١٠٤ م . وبعد نهاية التشغيل ، تم فحص الحيِّز الداخلى للجهاز. ونتيجة لذلك ، لم يكن هناك – تقريباً- أي وجود للبوليمر داخل أى من عمود التقطير ١٠ والمكثف ٢٠ ووحدات إعادة الغليان ٣٠.

٥

مثال مقارن ٣ :

استناداً إلى مثال ٣ ، ثم تعديل مواصفات الجهاز وظروف التشغيل كالآتى:

كان عمود التقطير ١٠ والمكثف ٢٠ وأوضاعهما التركيبية كما هو مستخدم فى مثال ٣ . ومع ذلك ، فبالنسبة لوحدات إعادة الغليان ٣٠، تم استخدام وحدة واحدة بالمواصفات الآتية:

١٠ وحدات إعادة الغليان :

من حيث الأساس، تم استخدام وحدة مماثلة لما تم استخدامه فى مثال ٣. وكانت البنود المختلفة فى المواصفات هى كالتالى:

الأنابيب :

عدد الأنابيب ٣٤٠

١٥ قسم الغلاف: القطر الخارجى ٩٥٠ مم

وكانت قدرة المعالجة لوحدة إعادة الغليان مساوية للقدرة الكلية للوحدتين المستخدمتين فى

مثال ٣.

عملية التنقية :

تم تنفيذ التقطير فى ظل نفس الظروف الاختياريّة المتبعه فى مثال ٣. وتم الحصول على مادة منقاة تشتمل على أكريلات بيوتيل ٩٩,٩٪ بالوزن وكحول بيوتيل ٢٠٠ جزء فى المليون بالوزن فى صورة السائل الخارج من قاع العمود.

وقد تغيّرت درجة الحرارة فى عمود التقطير بدرجة ملحوظة. فعلى سبيل المثال تراوحت درجة حرارة اللوح رقم ٣٥ بين ٩٩ و ١٠٤ °م. وعند فحص الحيِّز الداخلى للجهاز بعد مرور شهر، لوحظ تكوُّن بوليمر بكمية ٦كجم على صوانى عمود التقطير ١٠. وبالنسبة لوحدة إعادة الغليان ٣٠ ، حدث انسداد فى الأنابيب نتيجة لالتصاق البوليمر بها.

التقييم :

(١) فى كل الأمثلة، كانت درجة الحرارة فى عمود التقطير ثابتة بدون حدوث التصاق للبوليمر أو انسداد الأنابيب الداخلية به . وكان من الممكن تحقيق تشغيل جيد لعملية تنقية مركبات حمض الأكريليك.

(٢) بالنسبة للمثالين المقارنين واللذين تم فيهما تحقيق نفس القدرة على المعالجة كتلك الأمثلة التى تم فيها العمل باستخدام وحدة إعادة غليان واحدة، أمكن تنفيذ عملية التنقية فى حد ذاتها لمركبات حمض الأكريليك. ومع ذلك ففى المرحلة الباكرة بمجرد بداية التشغيل، التصق البوليمر بالحيِّز الداخلى فى الجهاز ، أو تم انسداد شبكة الأنابيب الداخلية به.

وقد تغيرّت درجة الحرارة الداخلية بشكل كبير ، وبالتالى يمكن استنتاج حدوث قنوات للسائل أو البخار فى عمود التقطير وأن تدفقهما لم يكن ثابتاً . ونتيجة لذلك ، كان أداء عملية تنقية مركبات حمض الأكريليك غير مستقر.

(٣) ومن كلا المثالين ١و٢ اللذين تم فيهما تنفيذ عملية تنقية حمض الأكريليك، وكذلك من مثال ٣ والذى تم فيه تنفيذ عملية تنقية إستر حمض الأكريليك، تم الحصول على نتائج جيدة. وبالتالى يمكن إدراك أن الاختراع الحالى فعّال لأى مادة من مواد حمض الأكريليك.

وفى المثالين ١ و٢، لم يتم استخدام وحدتى إعادة الغليان اثنتين على الأقل فقط، ولكن تم أيضاً استخدام مكثفين على الأقل أيضاً. وفى مثال ٣، تم استخدام مكثف واحد فقط، وفى كل الحالات، تم الحصول على أداء جيد. وبالتالى يمكن إدراك أنه يجب استخدام وحدتى إعادة غليان اثنتين على الأقل ولكن بالنسبة للمكثف، فإن هناك حالة يمكن فيها تنفيذ الاختراع الحالى حتى إذا تم استخدام مكثف واحد فقط. وبالنسبة للحالة المذكورة فى مثال ٣، التى تم فيها استخدام جهاز أصغر حجماً وأقل من حيث الكمية المعالجة نسبة إلى الجهاز المستخدم فى مثالى ١ و ٢، يمكن استنتاج أن الهدف يمكن تحقيقه بكفاءة بالرغم من استخدام مكثف واحد.

ويمكن تغيير العديد من تفصيلات الاختراع بدون الابتعاد عن روحه ونطاقه. وعلاوه على ذلك، فقد تم سرد الشرح السابق للنماذج المفضلة للاختراع الحالى بغرض التوضيح فقط ، وليس بغرض الحد من نطاق الاختراع الذى تحدده عناصر الحماية المرفقة وما يكافئها.

عناصر الحماية

١ ١- عملية للتنقية بالتقطير لعائلة حمض أكريليك acrylic acid family تشتمل على
٢ حمض أكريليك وإستراته acrylic acid and its esters باستخدام جهاز يشتمل
٣ على عمود تقطير، ومرجلي إعادة غليان على الأقل، ومكثف، بحيث يتم
٤ توصيل مرجلي إعادة الغليان على الأقل بالجانب السفلي لعمود التقطير، ويتم
٥ توصيل المكثف بالجانب العلوي لعمود التقطير، وتشتمل العملية على
٦ الخطوات:
٧ الإمداد بسائل يحتوي على عائلة حمض الأكريليك acrylic acid family
٨ المذكورة إلى عمود التقطير؛
٩ استخلاص بخار من أعلى عمود التقطير المذكور؛
١٠ استخلاص سائل من قاع عمود التقطير المذكور؛
١١ اختيار القطر الخارجي لعمود التقطير ليتراوح بين ٢ و٦ متر، واختيار ارتفاع
١٢ عمود التقطير ليتراوح بين ٢ و٤٠ متر، واختيار سعة عمود التقطير لتتراوح
١٣ بين ٠,٥ و١٠٠٠ م^{٣}،
١٤ والإمداد بالبخار المستخلص من عمود التقطير إلى المكثف ؛
١٥ والتكثيف بواسطة المكثف للبخار الذي تم الإمداد به إليه وبعد ذلك التكثيف
١٦ الإرجاعي لجزء من المتكثف الناتج إلى عمود التقطير ؛
١٧ واستخلاص المتكثف المتبقي من المكثف ؛
١٨ والإمداد بالسائل في عمود التقطير إلى مرجلي إعادة الغليان على الأقل
١٩ المذكورين ؛
٢٠ والغلي بالتسخين بواسطة مرجلي إعادة التسخين على الأقل المذكورين للسائل

الذي تم الإمداد به إلى عمود التقطير المذكور، وإعادة السائل المذكور إلى عمود التقطير؛

ووضع مرجلي إعادة التسخين على الأقل المذكورين موازيين لعمود التقطير لكي يتم منع تكون قنوات بالسائل أو البخار في عمود التقطير، وبذلك يتم منع تكون بوليمر والتصاقه وانسداد عمود التقطير ومرجلي إعادة الغليان على الأقل المذكورين.

٢- عملية لتنقية عائلة حمض أكريليك acrylic acid family وفقاً لعنصر الحماية ١، تشتمل أيضاً على خطوة وضع مكثفين على الأقل موازيين لعمود التقطير.

٣- عملية لتنقية عائلة حمض أكريليك acrylic acid family وفقاً لعنصر الحماية ١، تشتمل أيضاً على خطوة المساواة في الانخفاض في الضغط عندما يمر السائل من قاع العمود إلى مرجلي إعادة الغليان على الأقل المذكورين لكي يتم تفادي مشكلة انحراف السائل الذي تم استخلاصه من عمود التقطير إلى مرجل إعادة غليان معين.

٤- عملية لتنقية عائلة حمض أكريليك acrylic acid family وفقاً لعنصر الحماية ١ ، تشتمل أيضاً على خطوة توفير أنابيب استخلاص سائل ، يتم خلالها توصيل مرجلي إعادة الغليان على الأقل المذكورين وعمود التقطير مع بعضهم ، بحيث يكونا متساويين أو متماثلين بالنسبة لعمود التقطير باعتباره المركز.

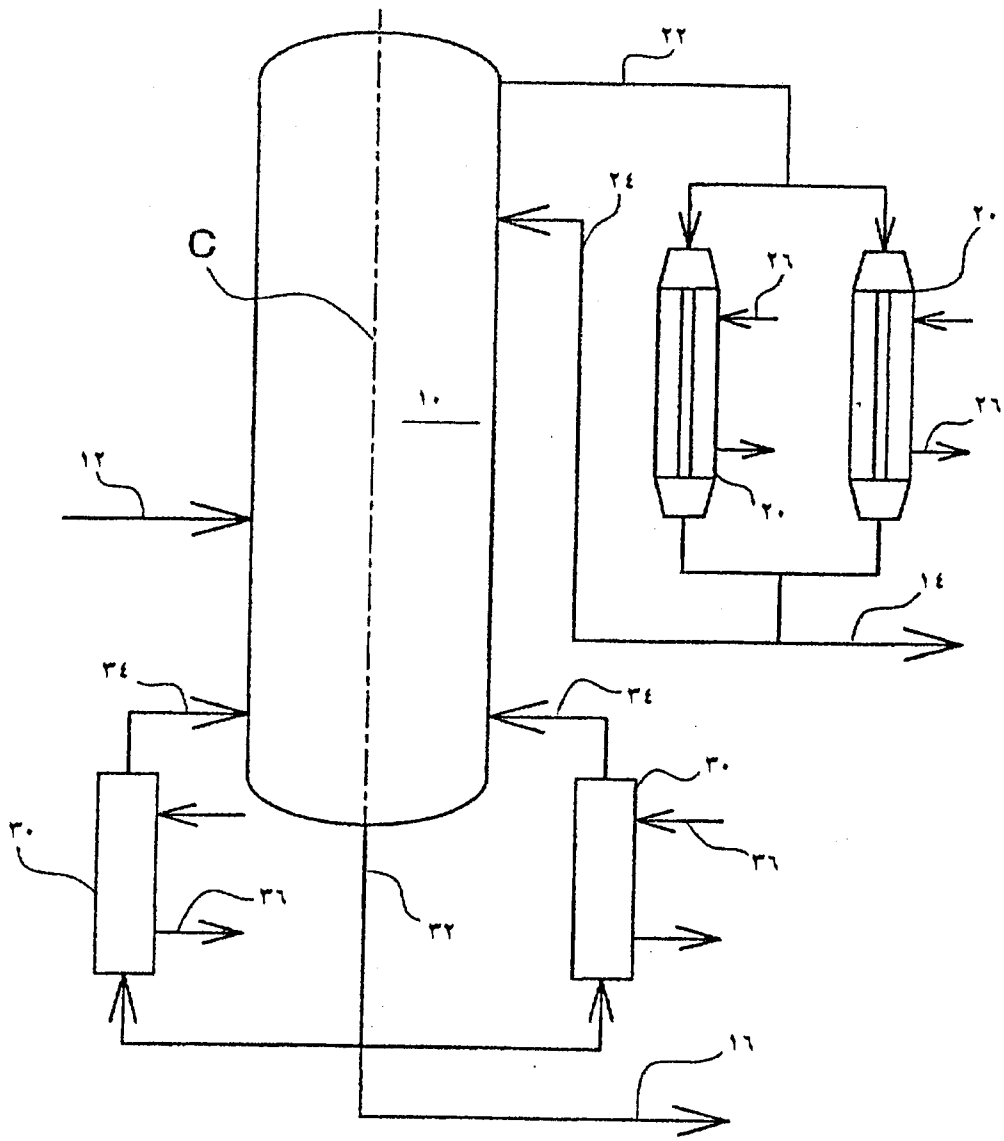
٥- عملية لتنقية عائلة حمض أكريليك acrylic acid family وفقاً لعنصر الحماية ١

، تشتمل أيضاً على خطوة المساواة في الانخفاض في الضغط عندما يمر لسائل من مرجلي إعادة الغليان على الأقل المذكورين إلى عمود التقطير ليتم تشتيت الغاز بشكل جيد في عمود التقطير.

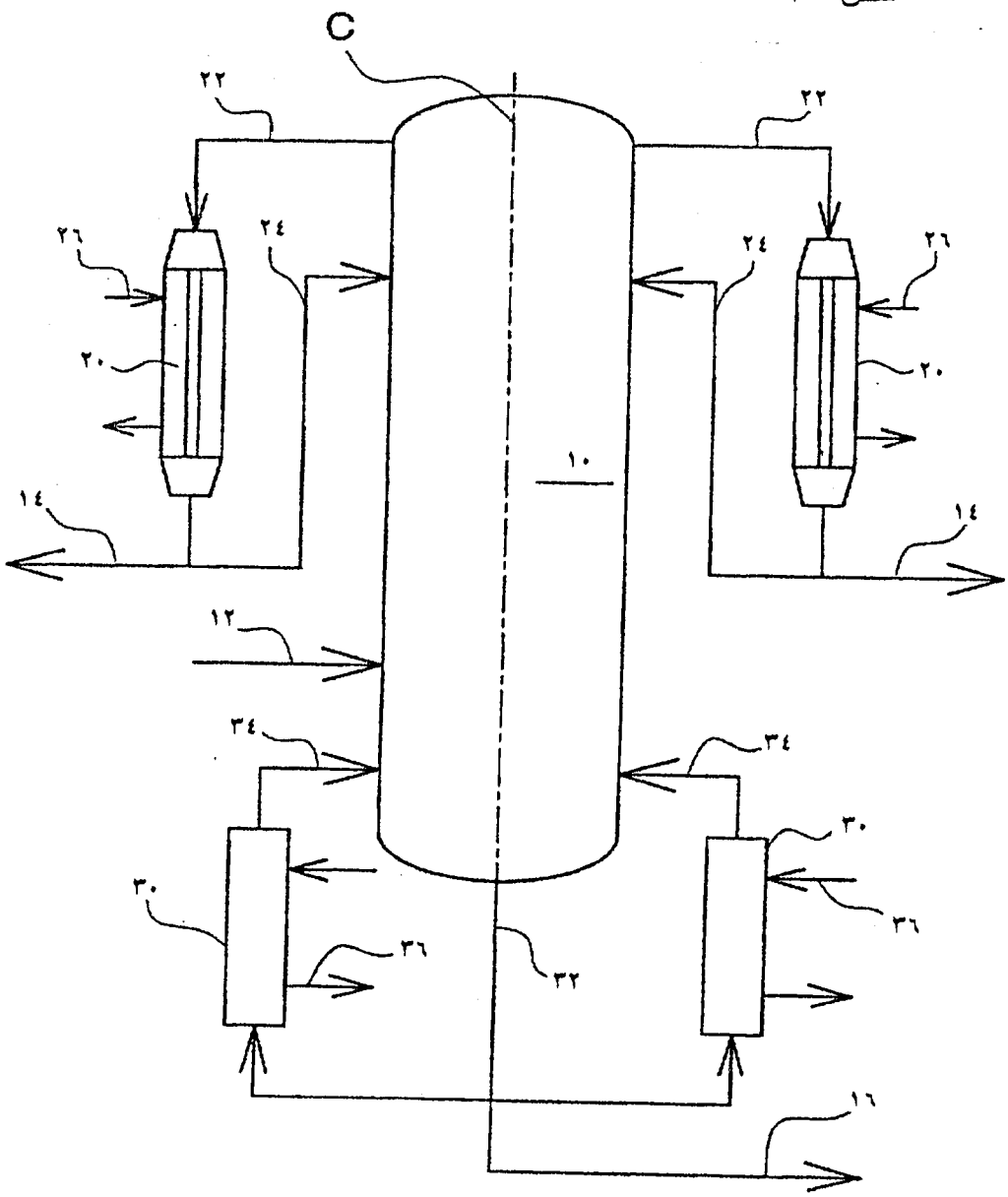
٦- عملية لتنقية عائلة حمض أكريليك acrylic acid family وفقاً لعنصر الحماية ١ ، تشتمل أيضاً على خطوة تزويد مرجلي إعادة الغليان بشكل منفصل بأنابيب منفصلة لإعادة البخار.

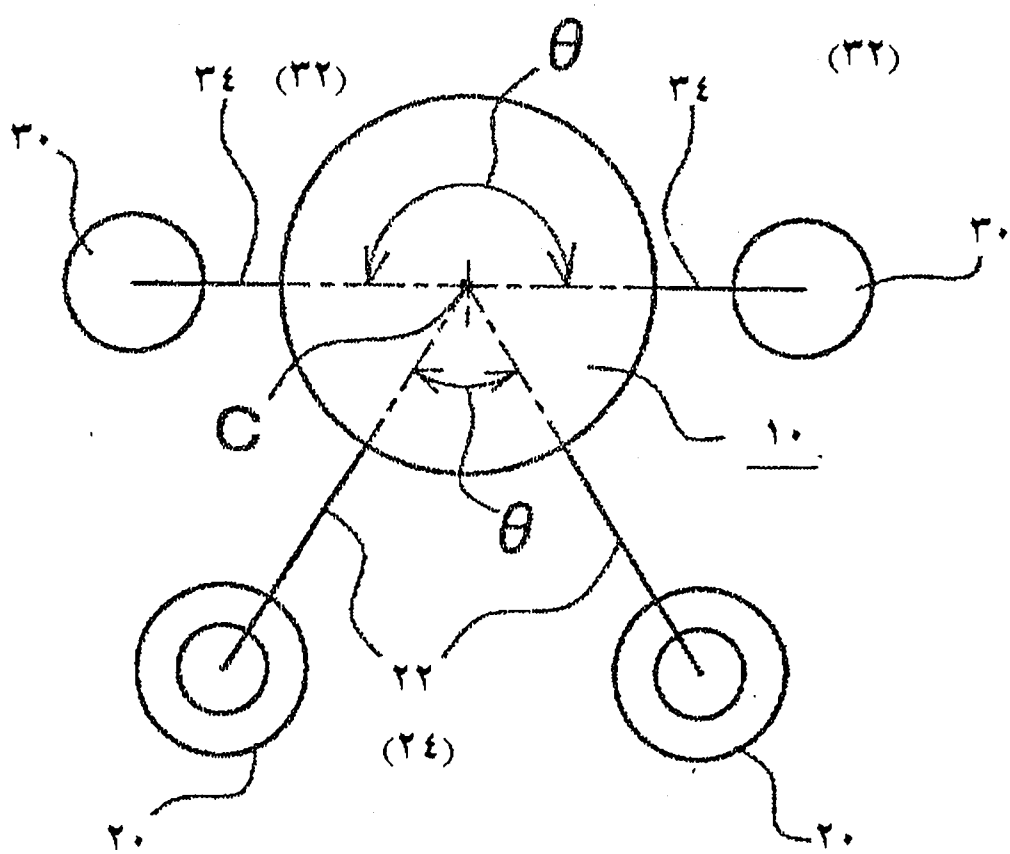
٧- عملية لتنقية عائلة حمض أكريليك acrylic acid family وفقاً لعنصر الحماية ١ ، تشتمل أيضاً على خطوة وضع مواضيع توصيل أنابيب إعادة البخار من مرجلي إعادة الغليان على الأقل المذكورين إلى عمود التقطير بشكل متماثل بالنسبة له.

شکل ١

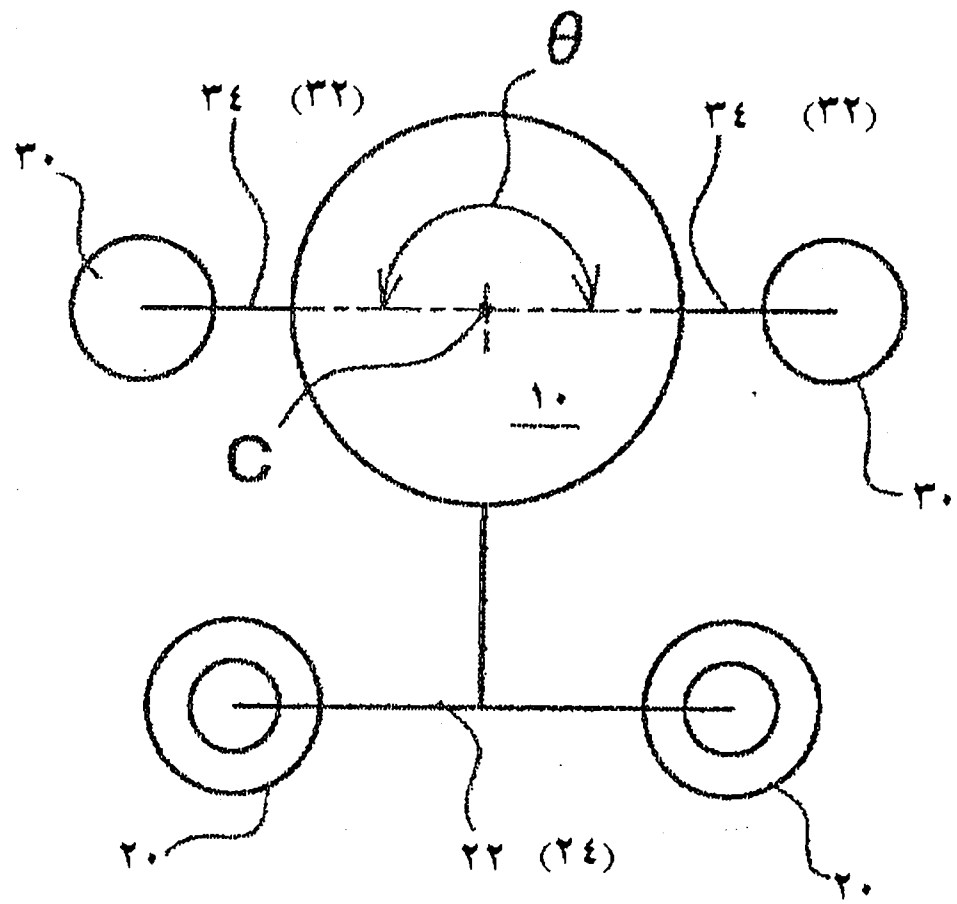


شكل ٢





شكل ٣



شكل ٤