



مدينة الملك عبدالعزيز  
للعلوم والتقنية KACST

[19] المملكة العربية السعودية SA

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ٢٤٢١

[45] تاريخ المنح: ١٤٣١/٠٤/٢٠ هـ

الموافق: ٢٠١٠/٠٤/٠٥ م

## [12] براءة اختراع

[30] بيانات الأسبقية:	[72] اسم المخترع: توفوفومي ساكاي، ناوكي سيراتا
JP ٢٠٠٦-٢٠٠٦-١٣٢٠٤ ٢٠٠٦/٠١/٢٠	[73] مالك البراءة: نيبون شوكوباي كو، ليمتد
[51] التصنيف الدولي (IPC <sup>8</sup> ): C07C 51/043	عنوانه: ١- ١، كوراباشي، ٤ شوم، شيو- كو،
[56] المراجع:	اوساكا - شي ٥٤١-٥٤٣، اليابان
US ٣٦٢١٦٦٤ ١٩٧١/١١/٢٣ م	جنسيته: يابانية
US ٦٢٥٢١١٠ ٢٠٠١/٠٦/٢٦ م	[74] الوكيل: سليمان ابراهيم العمار
اسم الفاحص: عادل بن عبدالله السليمان	[21] رقم الطلب: ٠٧٢٧٠٥٠٧
	[22] تاريخ الإيداع: ١٤٢٧/١٢/٢٥ هـ
	الموافق: ٢٠٠٧/٠١/١٥ م

[54] اسم الاختراع: عملية لإنتاج حمض (ميث) أكرليك

Process for producing (meth) acrylic acid

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بتوفير عملية لإنتاج

(meth)acrylic acid) تشمل على خطوة امتصاص

absorption step لجلب الغاز المحتوي على

(meth)acrylic acid) الذي تم الحصول عليه بواسطة

طريقة أكسدة حفزية catalytic oxidation لطور

غاز gas phase إلى برج امتصاص

absorption tower والسماح للغاز بالتلامس مع إحدى المواد

الماصة، حيث أنه في خطوة الامتصاص هذه، يتم سحب

محلول محتوي على (meth)acrylic acid) الخام من

منفذ الخروج الخاص بالسحب الموضوع فيما بين نقطة

الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic

acid ونقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة الموجودة في

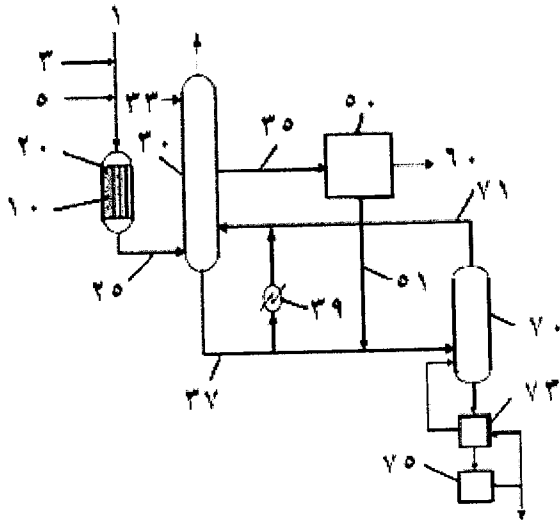
، ثم يتم إدخاله إلى الخطوة التالية. تؤدي عملية إنتاج

(meth)acrylic acid) إلى إمكانية منع تكوّن

مركبات إضافة Michael ، وبالتالي يتم الحصول

على محلول محتوي على (meth)acrylic acid) بناتج

كبير وبتركيز عال.



الشكل (١)

عدد عناصر الحماية (٥)، عدد الأشكال (٢)

## عملية إنتاج حمض (ميث) أكريليك

### Process for producing (Meth) acrylic acid

#### الوصف الكامل

#### خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بعملية إنتاج (meth)acrylic acid . هذا ويعني المصطلح " (meth)acrylic acid " ، كما هو مستخدم في هذا الطلب، acrylic acid أو methacrylic acid .

بشكل عام، يكون acrylic acid و ethacrylic acid مادتين خام مفيدتين مستخدمتين على نطاق واسع باعتبارها المواد الأولية للمنتجات الكيميائية، وقد تم توضيح العمليات المختلفة الخاصة بإنتاجها. على سبيل المثال، يتم إنتاج acrylic acid بواسطة الأكسدة الحفزية catalytic oxidation

لطور غاز gas phase الخاص بـ propylene و / أو acrolein . هذا وتكشف البراءات اليابانية المتاحة للإطلاع أرقام ٢٠٠٠/٥٢٠٢١٣ و ٢٠٠٠/٥٢٠٢١٣ و ٢٠٠٤/٣٥٩٦١٤ و ٢٠٠٤/٣٥٩٦١٥ و ٢٠٠٥/٥١١٧٧٦ عن العمليات التي يتم فيها امتصاص الغاز المحتوي

على acrylic acid الذي تم الحصول عليه بطريقة الأكسدة الحفزية لطور غاز gas phase في مادة ماصة لتوفير المحلول المحتوي على acrylic acid ، متبوعاً بخطوات تقطير و / أو تبلر، وبالتالي يتم الحصول على acrylic acid منقى. كما تكشف البراءات اليابانية المتاحة للإطلاع أرقام ٢٠٠١/٥١٦٧٣٧ و ٢٠٠٢/٥٣٩١٠٤ و ٢٠٠٢/٥٠٩٩٠٣ عن العمليات الخاصة بالحصول على acrylic acid خام بشكل مباشر من الغاز المحتوي على acrylic acid عن طريق

التكثيف الجزئي partial condensation .

تتضمن عمليات الإنتاج هذه العديد من التحسينات المختلفة بغرض إنتاج acrylic acid ذي كفاءة عالية. تحديداً ، فيما يتعلق بالطريقة التي تستخدم الامتصاص بواسطة مذيب، تم تقديم - بهدف

الحصول على acrylic acid ذي نقاء عالي - طريقة تتعلق بإضافة مثبط بلمرة ليتم استخدامه في خطوة الفصل والتقية (انظر البراءة اليابانية المتاحة للإطلاع رقم ٢٠٠١/٥٢٠٢١٣)، وطريقة لتحسين معدل امتصاص acrylic acid (انظر البراءة اليابانية المتاحة للإطلاع رقم ٢٠٠٤/٣٥٩٦١٤)، وطريقة لتنفيذ عملية تقية acrylic acid بسهولة وبساطة بواسطة استخدام محلول يحتوي على acrylic acid عالي التركيز. علاوة على ذلك، توضح البراءة اليابانية المتاحة للإطلاع رقم ٢٠٠٥/٥١١٧٧٦ طريقة لتكوين acrylic acid ذي كفاءة عالية في تفاعل الأكسدة الحفزية لطور الغاز . gas phase catalytic oxidation reaction .

### الوصف العام للاختراع

١٠ تعرض الطرق السابقة بعض درجات من التأثيرات لتحسين كفاءة إنتاج acrylic acid . وبالرغم من ذلك، فإنه في حالة استخدام الامتصاص بواسطة مذيب، تكون هناك مساحة لمزيد من التحسينات. تحديداً، يعتبر acrylic acid مادة قابلة للبلمره polymerizable بسهولة، ويمكن تكوين مركبات إضافة Michael بسهولة مثل: dimer ، و trimer ، و oligomers الأعلى الخاصة بـ acrylic acid عن طريق التفاعل فيما بين جزيئات acrylic acid . وبالإضافة إلى تقليل ناتج acrylic acid ، تعمل هذه المنتجات الثانوية على زيادة لزوجة المحلول المحتوي على acrylic acid لتصبح السبب في انسداد أنابيب جهاز الإنتاج، وبالتالي، يتم تقليل قدرة جهاز الإنتاج على التشغيل. يعتبر التفاعل الخاص بتكوين مركبات إضافة Michael من acrylic acid تفاعلاً قابلاً للعكس، ومن ثم، يتم توفير خطوة لتفكيك مركبات إضافة Michael باعتبارها جزءاً من الخطوات الخاصة بعملية إنتاج acrylic acid ، ويتم استعادة مركبات إضافة Michael في صورة acrylic acid . وبالرغم من ذلك، تتطلب عملية استخدام خطوة جديدة المزيد من الاستثمارات في المعدات، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة في تكاليف إنتاج acrylic acid . علاوة على ذلك، فإنه

حتى وإن تم توفير خطوة تفكيك، يكون من الصعب تفكيك مركبات إضافة Michael بشكل تام، كما يكون من الصعب أيضاً منع فقدان acrylic acid. علاوة على ذلك، يمكن أن تحتوي المنتجات الثانوية المتكونة في نفس وقت تخليق (meth)acrylic acid على مواد ذات نقاط غليان مساوية لتلك الخاصة بـ (meth)acrylic acid أو أعلى منها، وإضافة إلى تعقيد خطوة الفصل والتنقية، يصبح من العسير إزالة المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة بشكل تام. ٥

ويكتمل الاختراع الحالي مع الاهتمام بالظروف السابقة، ويعتبر من أهداف الاختراع الحالي توفير طريقة للحصول على محلول محتوي على (meth)acrylic acid متضمن محتوى ضئيل من المنتجات الثانوية الموضحة فيما سبق ومشمتمل على تركيز عالي من (meth)acrylic acid .

في ضوء المشكلات السابقة، قام المخترعون الحاليون بإجراء سلسلة من الدراسات من وجهة النظر المتعلقة بكيفية تقليل مقادير مركبات إضافة Michael المتكونة في صورة منتجات ثانوية في عملية إنتاج acrylic acid بغرض توفير عملية لإنتاج (meth)acrylic acid ذي كفاءة عالية. ١٠

ونتيجة لذلك، أدت تلك الدراسات إلى عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي. تشتمل عملية إنتاج acrylic acid التي يمكن أن تحقق الهدف السابق على خطوة امتصاص absorption step لجلب الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid الذي تم الحصول عليه بواسطة طريقة الأكسدة

الحفزية لطور غاز gas phase إلى برج امتصاص absorption tower والسماح للغاز بالتلامس ١٥

مع إحدى المواد الماصة، وبالتالي يتم امتصاص (meth)acrylic acid في صورة محلول

(meth)acrylic acid خام؛ حيث يتم في خطوة الامتصاص هذه سحب محلول (meth)acrylic acid

الخام أعلى نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid وأسفل نقطة

الإمداد الخاصة بالمادة الماصة الموجودة في برج الامتصاص absorption tower ، ثم يتم إدخاله

٢٠ إلى الخطوة التالية.

في الحالات التي عادة ما يتم تنفيذ عملية الامتصاص فيها باستخدام مذيب، يتم تجميع (meth)acrylic acid الممتص في المادة الماصة الموجودة في برج الامتصاص في صورة محلول يحتوي على (meth)acrylic acid عند الجزء السفلي من برج الامتصاص ، ويتم سحبه في صورة محلول قاع، ويتم توفيره للخطوة التالية. وعلى هذا، فإنه عند الجزء السفلي من برج الامتصاص ، يتم تضمين - مع (meth)acrylic acid في صورة المنتج المستهدف - مكونات ذات درجة غليان عالية ومنتجات ثانوية كما هو موضح فيما سبق، وتعتبر هذه المكونات احد أسباب تقليل تركيز (meth)acrylic acid في محلول القاع المسحوب من الجزء السفلي لبرج الامتصاص.

لهذا، قام المخترعون الحاليون بإجراء سلسلة من الدراسات ووجدوا أنه إذا تم سحب محلول (meth)acrylic acid خام متكوّن في برج الامتصاص في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص من خلال منفذ الخروج الخاص بالسحب الموضوع فيما بين نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ونقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة الموجودة في برج الامتصاص ، ثم توفيره إلى الخطوة التالية، فإن الكمية المتكونة من المنتجات الثانوية - مثل: مركبات إضافة Michael - يمكن أن تقل بشكل ملحوظ، وبالتالي يتم استكمال عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي.

يعني ذلك أن المكونات التي لها نقاط غليان أعلى من تلك الخاصة بـ (meth)acrylic acid ، والمتضمنة في الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ، تتكثف أو تمتص في مادة ماصة عند موضع منخفض نسبياً من برج الامتصاص absorption tower ، وتتدفق في الاتجاه لأسفل تجاه الجزء السفلي من برج الامتصاص. من ناحية أخرى، يرتفع (meth)acrylic acid الموجود في طور الغاز في برج الامتصاص ويتم امتصاصه في مادة ماصة عند موضع أعلى من الموضع

الذي يتم فيه امتصاص المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة في مادة ماصة موجودة في برج الامتصاص. لهذا، يؤدي سحب محلول (meth)acrylic acid في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص إلى إمكانية الحصول على محلول (meth)acrylic acid مشتمل على محتوى ضئيل من مركبات إضافة Michael ومكونات ذات درجة غليان عالية، ومحتوي على تركيز عالي من (meth)acrylic acid .

في عملية الإنتاج السابقة، يُفضل أن يكون تركيز (meth)acrylic acid الموجود في محلول (meth)acrylic acid الخام المسحوب من برج الامتصاص ٨٠٪ بالكتلة أو أعلى. في نموذج مفضل من الاختراع الحالي، تتمثل الخطوة التالية التي يتم توفير محلول (meth)acrylic acid الخام السابق لها في خطوة فصل وتنقية (meth)acrylic acid من محلول (meth)acrylic acid الخام الذي تم الحصول عليه في خطوة الامتصاص. يُفضل أن تشتمل خطوة الفصل والتنقية السابقة على خطوة تبلر و / أو خطوة تقطير. وفيما يتعلق بالمادة الماصة السابقة، فينصح أن يتم استخدام الماء.

وفقاً لعملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي، يتم تقليل محلول (meth)acrylic acid المشتمل على محتوى من المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة ومادة صلبة إلى مستوى منخفض، وذلك بحيث يتم تنفيذ الخطوة التالية لخطوة الامتصاص بكفاءة عالية. علاوة على ذلك، يتم تقليل الكمية المتكونة من مركبات إضافة Michael ، بحيث يمكن استعادة (meth)acrylic acid المتكوّن في خطوة التفاعل بناتج أعلى. لهذا، إذا تم استخدام عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي، يمكن تبسيط خطوة معالجة المنتجات الثانوية - مثل:

المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة - في خطوة التنقية على سبيل المثال.

## شرح مختصر للرسومات

يمثل شكل (١) مخطط عملية يعرض نموذجاً مفضلاً من الاختراع الحالي.

يمثل شكل (٢) مخطط عملية يعرض نموذجاً مفضلاً آخر من الاختراع الحالي.

### الوصف التفصيلي :

تشتمل عملية إنتاج (meth)acrylic acid وفقاً للاختراع الحالي على خطوة امتصاص لجلب الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid الذي تم الحصول عليه بواسطة طريقة الأكسدة الحفزية لطور غاز gas phase إلى برج امتصاص والسماح للغاز بالتلامس مع إحدى المواد الماصة، وبالتالي يتم امتصاص (meth)acrylic acid في صورة محلول (meth)acrylic acid خام؛ حيث يتم في خطوة الامتصاص هذه سحب محلول (meth)acrylic acid الخام من منفذ الخروج الخاص بالسحب الموضوع فيما بين نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ونقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة الموجودة في برج الامتصاص ، ثم يتم إدخاله إلى الخطوة التالية.

يعتبر السبب الكامن وراء إمكانية الحصول على محلول (meth)acrylic acid عالي التركيز عن طريق عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي موضعاً فيما سبق. وقد اكتشف القائمون على الاختراع الحالي بشكل إضافي أن عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي تكون فعالة أيضاً لتقليل فقدان (meth)acrylic acid الناتج عن تكون مركبات إضافة Michael التي لا يمكن تجنب تكوّنها في أثناء عملية إنتاج (meth)acrylic acid .

يعني ذلك أنه في الطريقة التقليدية لسحب محلول (meth)acrylic acid من الجزء السفلي لبرج امتصاص absorption tower ، يُفترض أن مركبات إضافة Michael تتكون بشكل أساسي

بكميات متزايدة، بينما يتم الحفاظ على محلول (meth)acrylic acid عن الجزء السفلي من برج الامتصاص. لهذا، إذا تم سحب محلول (meth)acrylic acid في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص ، نقل كمية (meth)acrylic acid المسحوب من الجزء السفلي من برج الامتصاص ، وذلك بحيث يمكن تقليل كميات مركبات إضافة Michael .

٥ بالإضافة إلى ذلك، فإنه إذا تم سحب محلول (meth)acrylic acid في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص- كما هو مبين في عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي، نقل الكمية المسحوبة من محلول القاع لكل وحدة زمنية، ويصبح زمن الاحتجاز الخاص بمحلول القاع الموجود في برج الامتصاص طويلاً. وبالرغم من ذلك، يتم تكوين مركبات إضافة Michael عن طريق تفاعل التوازن، وذلك بحيث يكون معدل تكوّن مركبات إضافة Michael أعلى في المرحلة الأولية من احتجاز محلول القاع، ولكنه يقل مع زيادة كميات مركبات إضافة Michael . لهذا، فإنه حتى وإن أصبح زمن الاحتجاز الخاص بمحلول القاع طويلاً، يتم تقليل الكميات المتكونة من مركبات إضافة Michael لكل وحدة زمنية. ويُفترض انه لهذا السبب، يمكن تقليل فقدان (meth)acrylic acid عن طريق استخدام عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي.

سيتم فيما يلي شرح عملية إنتاج (meth)acrylic acid وفقاً للاختراع الحالي.

١٥ [تخليق حمض (ميث) أكريليك (meth)acrylic acid Synthesis of (meth)acrylic acid]

أولاً، يتم شرح طريقة تخليق (meth)acrylic acid وفقاً للاختراع الحالي.

كما هو موضح فيما سبق، تتسم عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي بأنه يتم امتصاص الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid المتكوّن في خطوة التفاعل في إحدى المواد الماصة الموجودة في برج الامتصاص absorption tower ، ويتم سحب محلول (meth)acrylic acid خام في صورة تدفق جانبي خاص ببرج الامتصاص من منفذ الخروج الخاص بالسحب الموضوع فيما بين نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ونقطة الإمداد الخاصة بالمادة

الماصة، ثم يتم إدخاله إلى الخطوة التالية. لهذا، لا تعتبر الخطوات الأخرى محددة بشكل خاص، ويمكن استخدام أي من الطرق المعروفة المذكورة من قبل في هذا الطلب. يعني ذلك أنه يمكن أيضاً تنفيذ عملية تخليق (meth)acrylic acid بواسطة أي من الطرق المعروفة المذكورة من قبل في هذا الطلب التي تتعلق بالأكسدة الحفزية لطور الغاز. على سبيل المثال، في الحالات التي يتم خلالها تخليق acrylic acid ، يتم خلط مادة (مواد) بادئة لـ acrylic acid - مثل: propylene و / أو acrolein ، وغاز (غازات) محتوي (محتوية) على أكسجين جزيئي molecular oxygen - مثل: الهواء، وغاز (غازات) تخفيف معاً لتحضير مادة خام غازية. بعد ذلك، يتم توفير المادة الخام الغازية إلى مفاعل مملوء بمحفز أكسدة حفزية catalytic oxidation لطور غاز gas phase . ويتم تنفيذ تفاعل الأكسدة الحفزية لطور غاز للحصول على غاز محتوي على acrylic acid . وفي الحالات التي يتم خلالها تخليق methacrylic acid ، يمكن تحضير مادة خام غازية من مادة (مواد) بادئة - مثل: isobutylene و / أو t-butyl alcohol بنفس الطريقة الخاصة بالحالات التي يتم خلالها تخليق acrylic acid ، ويمكن تنفيذ تفاعل الأكسدة الحفزية لطور الغاز.

لا تعتبر الظروف الكائنة وقت إجراء تفاعل الأكسدة الحفزية catalytic oxidation لطور غاز محددة بشكل خاص، ويمكن استخدام أي من الظروف المعروفة المذكورة في هذا الطلب. باعتبارها المادة الخام الغازية السابقة، يمكن استخدام غاز إعادة التدوير المتكوّن في برج امتصاص (meth)acrylic acid الموضح فيما يلي. كذلك، لا يعتبر المفاعل الخاص بإجراء تفاعل الأكسدة الحفزية لطور غاز محددًا، ولكن يُفضل استخدام مفاعل متعدد الأنابيب من ناحية كفاءة التفاعل الممتازة الخاصة به.

بالإضافة إلى ذلك، يمكن إجراء تفاعل الأكسدة الحفزية لطور غاز في مفاعل فردي لعمليات التفاعل المكونة من خطوتين أو في التوصيل الترادفي لمفاعلين مختلفين.

[خطوة الامتصاص Absorption step]

فيما يلي، يتم شرح خطوة الامتصاص وفقاً للاختراع الحالي. كما هو موضح فيما سبق، تعتبر خطوة الامتصاص خطوة تختص بجلب غاز محتوي على (meth)acrylic acid تم الحصول عليه بواسطة طريقة الأكسدة الحفزية لطور غاز gas phase إلى برج امتصاص absorption tower والسماح للغاز بالتلامس مع إحدى المواد الماصة، وبالتالي يتم امتصاص (meth)acrylic acid في صورة محلول (meth)acrylic acid خام.

في الاختراع الحالي، يتم إدخال الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid من الجزء السفلي لبرج الامتصاص absorption tower ، بينما يتم إدخال المادة الماصة التي يتم امتصاص الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid فيها من الجزء العلوي لبرج الامتصاص. يتم امتصاص الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid - الذي يتم إدخاله في برج الامتصاص - في المادة الماصة، بينما يرتفع في برج الامتصاص ، ويتم تكوين محلول (meth)acrylic acid الخام.

في الاختراع الحالي، يتم سحب محلول (meth)acrylic acid الخام في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص absorption tower من خلال منفذ الخروج الخاص بالسحب الموضوع فيما بين نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ونقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة الموجودة في برج الامتصاص ، وذلك بينما يتدفق في الاتجاه لأسفل تجاه الجزء السفلي من برج الامتصاص.

يُفترض أن مركبات الإضافة Michael التي قامت بتقليل ناتج (meth)acrylic acid وتقليل كفاءة عملية إنتاج (meth)acrylic acid والمادة الصلبة مثل: بوليمرات (meth)acrylic acid التي أصبحت السبب في انسداد وتلوث الأنابيب الموجودة في الجهاز، يُفترض أن تتكون بشكل أساسي بينما يتم الحفاظ على محلول (meth)acrylic acid عند الجزء السفلي من برج الامتصاص.

لهذا يمكن تقليل الكميات المتكونة من المنتجات الثانوية كما هو موضح فيما سبق، ويصبح من الممكن استعادة (meth)acrylic acid عن طريق استخدام عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي، التي يتم خلالها سحب محلول (meth)acrylic acid الخام في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص absorption tower .

٥ إضافة إلى ذلك، يتم إدخال المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة المتضمنة في الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid إلى برج الامتصاص ، ثم يتم تكثيفها وامتصاصها في مادة ماصة، وذلك قبل الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ، بحيث يمكن منع تضمين المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة في محلول (meth)acrylic acid الخام عن طريق توفير نقطة سحب لمحلول (meth)acrylic acid الخام أعلى نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid .

١٠ يعني المصطلح "مكونات ذات نقطة غليان مرتفعة"، كما هو مستخدم في هذا الطلب، المكونات التي لها نقطة غليان أعلى من تلك الخاصة بـ (meth)acrylic acid تحت الظروف القياسية. ويعني المصطلح "مكونات ذات نقطة غليان منخفضة"، كما هو مستخدم في هذا الطلب، المكونات التي لها نقطة غليان أقل من تلك الخاصة بـ (meth)acrylic acid تحت الظروف القياسية.

١٥ لا يعتبر برج الامتصاص absorption tower الذي يمكن استخدامه في الاختراع الحالي محددًا بوضوح، وذلك طالما أنه يمكن جعل غاز محتوي على (meth)acrylic acid ومادة ماصة لامتصاص (meth)acrylic acid يتلامسان مع بعضهما البعض بكفاءة. على سبيل المثال، يمكن استخدام أي من أبراج الامتصاص المعروفة التي تم توضيحها من قبل، مثل: أبراج على شكل صينية tray towers ، وأبراج محشوة packed towers ، وأبراج ذات جدران رطبة wetted wall towers ، وأبراج رش spray towers .

لا تعتبر الطريقة التي يمكن من خلالها إجراء تلامس فيما بين الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid والمادة الماصة في برج الامتصاص محددة. على سبيل المثال، يمكن استخدام أي من طرق التلامس المعروفة التي تم توضيحها من قبل، مثل: تلامس تدفق عرضي باستخدام صواني مغطاة بالفقاعات cross flow contact using bubble-cap trays ، أو صواني مسطحة أحادية uniflat trays ، أو صواني مثقبة perforated trays ، أو صواني نافثة et trays ، أو صواني فقاعية bubble trays أو صواني Venturi أو عن طريق تلامس تدفق مضاد باستخدام صواني شبكة توربينية turbogrid trays أو صواني طفو مزدوجة dual float trays ، أو صواني متموجة ripple trays ، أو صواني غلايات kittel trays ، أو حشوات معتادة gauze-type أو حشوات غير معتادة من نوع نسيج سلكي، أو من نوع لوحى sheet-type, or grid-type regular fillers ، أو من نوع شبكي irregular fillers .

يُفضل توفير نقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة عند الجزء العلوي من برج الامتصاص absorption tower من أجل إجراء التلامس مع الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid بكفاءة عالية.

وإن لم تكن هناك مشكلة فيما يتعلق بامتصاص الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ، يُفضل توفير نقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة في النطاق من ١٪ إلى ٣٠٪، والأفضل من ١٪ إلى ٢٠٪، والأكثر تفضيلاً من ١٪ إلى ١٠٪، من إجمالي رقم اللوحة النظري، المحسوب من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص.

من ناحية أخرى، يُفضل أن تكون نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid في النطاق من ٥٠٪ إلى ١٠٠٪ (أي على الجانب السفلي للجزء الأوسط في اتجاه

الارتفاع الخاص ببرج الامتصاص ، مثال: عند الموضع الكائن في النطاق من اللوحة ٥٠ إلى اللوحة ١٠٠ في الحالات التي تتم الإشارة فيها إلى الجزء العلوي من برج الامتصاص باعتباره اللوحة او تتم الإشارة إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص باعتباره اللوحة (١٠٠)، والأفضل من ٧٠٪ إلى ١٠٠٪، والأكثر تفضيلاً من ٩٠٪ إلى ١٠٠٪، من إجمالي رقم اللوحة النظري، المحسوب من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص absorption tower .

يمكن وضع منفذ الخروج الخاص بسحب محلول (meth)acrylic acid الخام فيما بين نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ومنفذ الدخول الخاص بالمادة الماصة. من وجهة النظر المتعلقة بتنفيذ خطوة التنقية بكفاءة عالية، يُفضل أن يتم توفير منفذ الخروج الخاص بسحب محلول (meth)acrylic acid الخام ٣٥ على الجانب العلوي مقارنة بموضع الإمداد المخصص للغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ٢٥ كما هو مبين في شكل (١) الذي يعرض نموذجاً نمطياً لعملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي. من ناحية أخرى، إذا كان موضع منفذ الخروج الخاص بالسحب عاليًا جدًا، يمكن أن يحتوي محلول (meth)acrylic acid الخام على تركيز منخفض من (meth)acrylic acid ، ويمكن أن تزداد كمية (meth)acrylic acid المفرّغ من الجزء العلوي لبرج الامتصاص absorption tower (أي تحدث زيادة في معدل فقد (meth)acrylic acid . عادة ما يتم استخدام الغاز المفرغ من الجزء العلوي لبرج الامتصاص في صورة غاز إعادة تدوير في أثناء تخليق (meth)acrylic acid ، أو بعد التبريد، يتم استخدام المواد القابلة للتكثيف المتضمنة في الغاز كجزء من المادة الماصة الموجودة في برج الامتصاص. وبالرغم من ذلك، في الحالات التي يكون معدل فقد (meth)acrylic acid فيها عاليًا، تصبح الأحمال الموجودة في برج الامتصاص وفي المفاعل وفي خطوة التبريد كبيرة جدًا - الأمر الذي يعتبر نقیصة فيما يتعلق بالاستثمار في المعدات والمرافق. لهذا، يُفضل أن يكون منفذ

الخروج الخاص بسحب محلول (meth)acrylic acid الخام في النطاق من ٢٠٪ إلى ٩٩٪، والأفضل من ٥٠٪ إلى ٩٩٪، والأكثر تفضيلاً من ٧٠٪ إلى ٩٩٪، والأكثر تفضيلاً على الإطلاق من ٨٠٪ إلى ٩٩٪، من إجمالي رقم اللوحة النظري على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص. إذا تم توفير منفذ الخروج الخاص بسحب محلول (meth)acrylic acid الخام في النطاق السابق في برج الامتصاص absorption tower ، يمكن أن يشتمل محلول (meth)acrylic acid الخام على محتوى ضئيل من مركبات إضافة Michael وبوليمرات (meth)acrylic acid . إضافة إلى ذلك، يمكن تقليل محتوى المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة المتكونة في صورة منتجات ثانوية في أثناء تفاعل الأكسدة الحفزية catalytic oxidation لطور غاز gas phase مثال :

١٠ حمض (maleic acid, benzaldehyde, furfural, protoanemonin) لتصل إلى مستوى منخفض. علاوة على ذلك ويهدف تقليل معدل فقد (meth)acrylic acid أيضاً، يُفضل أن يتم توفير منفذ الخروج الخاص بسحب محلول (meth)acrylic acid الخام في النطاق السابق.

بهدف سحب محلول (meth)acrylic acid الخام بكفاءة عالية، يُفضل تزويد منفذ الخروج الخاص بسحب محلول (meth)acrylic acid الخام بوسيلة تجميع سائل.

١٥ يُفضل أن يتم ضبط كمية محلول (meth)acrylic acid الخام المسحوب في صورة تدفق جانبي من

برج الامتصاص absorption tower لتكون في النطاق يبدأ من قيمة ليست أصغر من ٢٠٪ بالكتلة، والأفضل أن تكون ليست أصغر من ٥٠٪ بالكتلة، والأكثر تفضيلاً أن تكون ليست أصغر من ٧٥٪ بالكتلة، والأكثر تفضيلاً على الإطلاق أن تكون ليست أصغر من ٩٦٪ بالكتلة، وذلك بالنسبة لكمية المحلول المسحوب من برج الامتصاص (أي الكمية الإجمالية للتدفق الجانبي

٢٠ ومحلول القاع). ومن أجل تقليل الكميات المتكونة من مركبات إضافة Michael ، يُفضل أن

تكون الكمية المسحوبة كبيرة قد الإمكان. وبالرغم من ذلك، فإنه في الحالات التي تكون فيها الكمية المسحوبة كبيرة للغاية، يمكن أن تتراكم المكونات ذات درجة الغليان المرتفعة والمادة الصلبة التي تذوب بصعوبة في المادة الماصة عند الجزء السفلي من برج الامتصاص ، وذلك بحيث يمكن أن يكون لمحلول القاع لزوجة مرتفعة أو يمكن أن تُسد أنابيب الجهاز، وبالتالي يكون من الصعب استمرار العملية الخاصة ببرج الامتصاص.

يُفضل أن يكون تركيز (meth)acrylic acid الموجود في محلول (meth)acrylic acid الخام المسحوب من برج الامتصاص absorption tower ٨٠٪ بالكتلة أو أعلى، والأفضل ٨٥٪ بالكتلة أو أعلى، والأكثر تفضيلاً ٩٠٪ بالكتلة أو أعلى. لا تعتبر المادة الماصة محدودة بشكل خاص، وذلك طالما أنه يمكنها امتصاص وإذابة (meth)acrylic acid ، ولكن يمكن استخدام أي من المواد الماصة المعروفة الموضحة فيما سبق، مثل:

diphenyl ether, diphenyl, mixtures of diphenyl ether and diphenyl ، أو ماء، أو ماء محتوي على حمض عضوي تم توليده من خطوة تنقية (meth)acrylic acid (مثال، السائل المكثف الذي يتم الحصول عليه عن طريق تبريد الغاز المفرغ من الجزء العلوي من برج الامتصاص absorption tower (أي غاز إعادة التدوير) لتكثيف المواد القابلة للتكثيف المتضمنة في الغاز).

في هذه المواد الماصة، يُفضل استخدام الماء و / أو الماء المحتوي على حمض عضوي تم توليده من خطوة تنقية (meth)acrylic acid .

من الغاز المفرغ من الجزء العلوي من برج الامتصاص absorption tower ، تتم الإشارة إلى الغاز المفرغ الذي سيتم تدويره إلى المفاعل (أي عملية تخليق (meth)acrylic acid) في هذا الطلب باعتبارها "غاز التدوير recycle gas" ، كما تتم الإشارة إلى الغاز المفرغ الذي سيتم تدويره إلى خارج الجهاز في هذا الطلب باعتبارها "غاز مهدور waste gas" .

لا تعتبر طريقة تبريد غاز التدوير recycle gas محددة بشكل خاص، ولكن يمكن استخدام جهاز يمكن أن يقوم بتكثيف المواد القابلة للتكثيف المتضمنة في غاز التدوير. على سبيل المثال، يمكن استخدام أي من استخدام أي من المبادلات الحرارية heat exchangers المعروفة المذكورة من قبل، مثل: المبادلات الحرارية من النوع متعدد الأنابيب، والمبادلات الحرارية من النوع الأنبوبي على شكل زعنفي، والمبادلات الحرارية من النوع المبرّد بالهواء، والمبادلات الحرارية من النوع مزدوج الأنبوب، والمبادلات الحرارية من نوع الملف، والمبادلات الحرارية من نوع التلامس المباشر، والمبادلات الحرارية من النوع اللوحي. غالبًا ما يتضمن السائل المتكثف المتولد عن طريق تبريد غاز التدوير recycle gas على مواد القابلة للبلورة، مثل: (meth)acrylic acid. لهذا، إذا كانت طريقة التبريد على سبيل المثال تستخدم برج تبريد مع وسيلة تبريد، يصبح الإمداد بمثبط inhibitor (مثبطات inhibitors) بلمرة polymerization أمرًا يسيرًا ومفضلًا.

لا تكون درجة حرارة تبريد غاز التدوير recycle gas محددة بشكل خاص. يُفضل أن يتم ضبط تركيز الماء الموجود في إجمالي المادة الخام الغازية التي يتم توفيرها للمفاعل ليكون في النطاق من صفر٪ إلى ١٠٪ بالحجم، والأفضل من صفر٪ إلى ٧٪ بالحجم، والأكثر تفضيلًا من صفر٪ إلى ٦٪ بالحجم. علاوة على ذلك، يُنصح يُفضل أن يتم ضبط التركيز الإجمالي للأحماض الموجودة في إجمالي المادة الخام الغازية التي يتم توفيرها للمفاعل ليكون في النطاق من صفر٪ إلى ٠.٢٪ بالحجم، والأفضل من صفر٪ إلى ٠.١٪ بالحجم. لذا، يُفضل أن يتم تنفيذ عملية التبريد لتكثيف المواد القابلة للتكثيف بحيث تكون كمية الماء المتضمنة في كل من غاز التدوير recycle gas وفي المادة الخام الغازية واقعة في النطاق السابق. في الحالات التي يتم فيها استخدام الهواء باعتباره الغاز المحتوي على الأكسجين الجزيئي the molecular oxygen، يكون الماء متضمنًا في الهواء. في هذه الحالات، يتم تحديد كمية الماء بعد تبريد غاز التدوير من كل

من التركيز المفضل للماء المتضمن في المادة الخام الغازية ومن كميات المادة الخام الغازية والهواء التي سيتم خلطها، ويمكن تنفيذ عملية التبريد بحيث يمكن الوصول إلى التركيز المفضل للماء.

وكمؤشر لدرجة حرارة عملية التبريد، يُفضل أن يتم تنفيذ عملية التبريد بحيث يمكن أن تصبح درجة حرارة غاز التدوير أقل من درجة حرارة الغاز المهذور بحوالي من ١ م إلى ٥٠ م، والأفضل من ٢ م إلى ٤٠ م، والأكثر تفضيلاً من ٣ م إلى ٣٠ م.

يعني المصطلح "المواد القابلة للتكثيف condensable substances"، كما هو مستخدم في هذا الطلب، الموجود التي تكون في الحالة السائلة عند درجة حرارة ٢٠ م تحت الضغط الجوي القياسي.

- ١٠ على نحو ملائم، يمكن تحديد كتلة المادة الماصة التي يتم توفيرها لبرج الامتصاص absorption tower بواسطة تركيز محلول (meth)acrylic acid الخام المستهدف. ومن أجل تنفيذ عملية تنقية (meth)acrylic acid بكفاءة عالية، يفضل أن يكون تركيز (meth)acrylic acid مرتفعاً قدر الإمكان. من وجهة النظر هذه، يُنصح أن يتم ضبط - على نحو مفضل - معدل التدفق الكتلي للمادة الماصة التي يتم إدخالها إلى برج الامتصاص على ألا يكون أقل من ٠.١ مرة، والأفضل
- ١٥ ألا يكون أقل من ٠.١٥ مرة، كما يُفضل أن يتم ضبطه على ألا يكون أعلى من ١.٥ مرة، والأفضل أن يتم ضبطه على ألا يكون أعلى من ١ مرة، والأكثر تفضيلاً أن يتم ضبطه على ألا يكون أعلى من ٠.٨ مرة من معدل التدفق الكتلي لـ (meth)acrylic acid المتضمن في الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid. وفي الحالات التي تكون نسبة التدفق الكتلي للمادة الماصة خلالها منخفضاً للغاية، يمكن أن يتسبب ذلك في انخفاض حاد في كفاءة امتصاص (meth)acrylic acid. من ناحية أخرى، في الحالات التي تكون نسبة التدفق الكتلي للمادة الماصة
- ٢٠

خلالها مرتفعاً للغاية، يمكن أن يتسبب ذلك في صعوبة الحصول على محلول (meth)acrylic acid عالي التركيز.

يُفضل أن يتم ضبط درجة حرارة المادة الماصة التي يتم إدخالها إلى برج الامتصاص لتكون في النطاق من صفر م إلى ٦٠ م، والأفضل من ١٠ م إلى ٥٠ م. ومن أجل جعل المادة الماصة ذات درجة حرارة مفضلة، يمكن استخدام - إن دعت الضرورة - أي من المبادلات الحرارية heat exchangers المعروفة المذكورة من قبل، مثل: المبادلات الحرارية من النوع متعدد الأنابيب، والمبادلات الحرارية من النوع مزدوج الأنبوب، والمبادلات الحرارية من النوع اللولبي، والمبادلات الحرارية من النوع اللوحي.

بهدف منع بلمرة المواد القابلة للبلمرة الموجودة في برج الامتصاص ، يمكن إضافة أي من مثبطات البلمرة المعروفة المذكورة من قبل إلى مادة الامتصاص. يمكن أن تتضمن مثبطات البلمرة واحداً أو أكثر من أنواع المركبات المختارة من المجموعة التي تتكون من مركبات:

N-oxy compounds, phenol compounds, manganese salts such as manganese acetate,

dialkyldithiocarbamic acid copper salts

— dialkyldithiocarbamic مثل: copper dibutylthiocarbamate ، ومركبات nitroso ، ومركبات amine ، و phenothiazine ، كما هو موضح - على سبيل المثال - في النشرات المتاحة للإطلاع الخاصة بالبراءات اليابانية أرقام ٢٠٠١/٣٤٨٣٦٠ ، و ٢٠٠١/٣٤٨٣٥٨ ، و ٢٠٠١/٣٤٨٣٥٩ .

يُنصح أن يتم تشغيل برج الامتصاص absorption tower الخاص بـ (meth)acrylic acid على نحو مفضل تحت ضغط (الضغط على العداد) من صفر إلى ٠.٤ ميغا بسكال، والأفضل ٠.١

ميغا بسكال أو أقل، والأكثر تفضيلاً ٠.٠٣ ميغا بسكال أو أقل، وذلك عند الجزء العلوي من برج الامتصاص. في الحالات التي يكون فيها الضغط الموجود عند الجزء العلوي من برج الامتصاص منخفضاً للغاية، يمكن أن يتطلب الأمر جهاز خفض ضغط - الأمر الذي يؤدي إلى تكاليف معدات مرتفعة وتكاليف مرافق مرتفعة أيضاً. من ناحية أخرى، عندما يكون الضغط الموجود عند الجزء العلوي من برج الامتصاص مرتفعاً للغاية، يصبح من الضروري زيادة درجة حرارة برج الامتصاص بهدف تفريغ المواد ذات نقطة الغليان المنخفضة من الجزء العلوي من برج الامتصاص ، مما يؤدي إلى تقليل كفاءة امتصاص (meth)acrylic acid . هذا ويُنصح أن يتم ضبط درجة حرارة الجزء العلوي من برج الامتصاص على نحو مفضل لتكون ٣٠ م أو أعلى، والأفضل ٤٠ م أو أعلى، كما يفضل ضبطها لتكون ٨٥ م أو أقل، والأفضل ٨٠ م أو أقل. ١٠

يكون محلول القاع الكامن في الجزء السفلي من برج الامتصاص absorption tower في خطوة الامتصاص غنياً بمحتوى المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة، ولهذا، يمكن التخلص منه. وبالرغم من ذلك، هناك بعض الحالات التي تحتوي على (meth)acrylic acid ومركبات إضافة Michael ، ولذا، يمكن توفير جزء من محلول القاع إلى خطوة تنفيذ عملية التقطير distillation أو عملية تفكيك مركبات إضافة Michael ، أو ما شابه، وذلك بهدف تحسين ناتج (meth)acrylic acid . بالإضافة إلى ذلك، يمكن تبريد جزء من محلول القاع أو تسخينه، ثم تتم إعادته إلى برج الامتصاص. ١٥

من ناحية أخرى، يتم توفير محلول (meth)acrylic acid الخام المسحوب في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص في خطوة الامتصاص للخطوة التالية. على سبيل المثال، يمكن توفير محلول (meth)acrylic acid الخام إلى خطوة تفاعل الأسترة esterification في صورة مادة بادئة ٢٠

لاسترات (meth)acrylic acid دون أية معالجة إضافية، أو توفيره إلى خطوة الفصل والنقية من أجل تحضير (meth)acrylic acid عالي النقاء.

تميز عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي بخطوة امتصاص absorption step (meth)acrylic acid الموضحة فيما سبق. لا تعتبر الخطوات الأخرى بخلاف خطوة الامتصاص محددة بشكل خاص، ولكن يمكن تنفيذها بواسطة أي من الطرق المعروفة الموضحة من قبل أو عن طريق إضفاء التغييرات أو التعديلات الملائمة إلى أي من الطرق المعروفة الموضحة من قبل.

[الخطوة التالية (مثال (١)): خطوة الأسترة esterification step]

أولاً، وكما هو الحال مع الخطوة السابقة، سيتم شرح الحالات التي سيتم فيها تنفيذ عملية الأسترة. لا تعتبر طريقة عملية الأسترة محددة بشكل خاص، ويمكن استخدام أي من الطرق المعروفة الموضحة من قبل. على سبيل المثال، يمكن ذكر طرق يتم خلالها الحصول على محلول (meth)acrylic acid الخام في خطوة الامتصاص ويُسمح لمركب alcohol بالتسبب في حدوث أسترة في ظل وجود (محفزات catalysts) لحمض، وطرق يتم خلالها الحصول على محلول (meth)acrylic acid الخام في خطوة الامتصاص ويُسمح بالalkylene oxide بالتسبب في حدوث أسترة في ظل وجود catalyst ، وبعض الطرق الأخرى.

يمكن أن تتضمن الأمثلة الخاصة بالكحول المركبات aliphatic alcohols المشبعة أو غير المشبعة المتضمنة من ١ إلى ١٢ ذرة كربون، والمركبات aliphatic alcohols الحلقية المتضمنة من ٣ إلى ١٠ ذرات كربون، والمركبات الكحولية العطرية aromatic alcohols المتضمنة من ٦ إلى ١٠ ذرات كربون. في هذه المركبات الكحولية، يُفضل المركبات aliphatic alcohols المتضمنة من ١ إلى ١٢ ذرة كربون، والمركبات aliphatic alcohols الحلقية المتضمنة من ٣ إلى ١٠

ذرات كربون، التي يمكن أن تتضمن الأمثلة النموذجية الخاصة بها :

methanol, ethanol, n-propanol, isopropanol, n-butanol, isobutanol, sec-butanol, tert-butanol, 1-pentanol, 2-pentanol, 3-pentanol, cyclopentanol, 1-hexanol, 2-hexanol, 3-hexanol, cyclohexanol, 1-heptanol, 2-heptanol, 3-heptanol, 1-octanol, isooctanol, 2-ethylhexanol, isononyl alcohol, and lauryl alcohol.

. يمكن استخدام هذه المركبات الكحولية بمفردها، كما يمكن استخدام اثنين أو أكثر من هذه الأنواع معًا في توليفة.

يمكن أن تتضمن أمثلة alkylene oxides المتضمنة من ٢ إلى ٦ ذرات كربون، التي يمكن أن تتضمن الأمثلة النموذجية الخاصة بها ethylene oxide ، و propylene oxide ، و butylenes و oxide . هذا ويمكن استخدام alkylene oxides بمفردها، أو يمكن استخدام اثنين أو أكثر من هذه الأنواع معًا في توليفة.

يمكن أن تتضمن أمثلة محفز الحمض راتينجات تبادل الكاتيون cation exchange resins . هذا ولا تعتبر راتينجات تبادل الكاتيون قاصرة بشكل محدد على أي من الهياكل الراتنجية أو الخواص الفيزيائية مثل: درجة الربط التبادلي، ولكن يُفضل استخدام راتينجات تبادل كاتيون لحمض قوي من النوع المسامي أو النوع الجيل. يمكن أن تتضمن الأمثلة النمطية لراتينجات تبادل الكاتيون الخاصة بحمض قوي من النوع المسامي: 1-MS (المتاح من Dow Chemical Company)؛ و PK—208 ، و PK—212 ، و PK—216 ، و PK—220 ، و PK—228 (المتاحة كلها من Mitsubishi Chemical Corporation)؛ و AMBERLYST-16 (حيث تكون "AMBERLYST" علامة تجارية مسجلة تمتلكها Rohm and Haas Company)، و IR-116 ، و IR-118 ، و IR-122 ، و C—26 ، و C—26TR ، و C—264 ، و C—265 (المتاحة جميعًا من :

KC—(Bayer AG)؛ و SPC—112 (المتاحين من Bayer AG)؛ و SPC—108، و (Rohm and Haas Company)؛ و 470 (المتاح من Sumitomo Chemical Co., Ltd.) . تتضمن الأمثلة النمطية لراتينجات تبادل الكاتيون الخاصة بحمض قوي من النوع الجيل: HCR-S، و HCR-W2، و HGR-W2 (المتاحة جميعاً من Dow Chemical Company)؛ و SK-1B، و SK-106، و SK-110 (المتاحة جميعاً من Mitsubishi Chemical Corporation)؛ و DUOLITE C20H، و C255LFH (المتاحين من Rohm and Haas Company)؛ (حيث "DUOLITE" تكون علامة تجارية مسجلة تمتلكها Rohm and Haas Company)؛ و K1221، و K1431 (المتاحين من Bayer AG). بالطبع، لا يكون محفز الحمض قاصراً على راتينجات تبادل الكاتيون cation exchange resins الخاصة بحمض قوي، ولكن يمكن استخدام راتينجات تبادل الكاتيون الخاصة بحمض ضعيف أو الأحماض غير العضوية، مثل: حمض الكبريتيك. يمكن استخدام راتينجات تبادل الكاتيون والأحماض غير العضوية بمفردها، أو يمكن استخدام اثنين أو أكثر من هذه الأنواع معاً في توليفة. عندما يتم السماح لمحلول (meth)acrylic acid الخام و alkylene oxide بالتسبب في حدوث أسترة esterification، يمكن استخدام محفز فلزي محتوي على الكروم، والحديد، وما شابه. هذا ويمكن ضبط الطريقة الخاصة والظروف المختلفة - مثل: درجة حرارة التفاعل - المستخدمة في خطوة الأسترة على نحو مناسب، وهي لا تكون محددة بشكل حصري.

تلي خطوة الأسترة خطوة الفصل والتنقية متضمنة التقطير distillation، أو الانبعاث emission أو التبلر crystallization أو الاستخلاص extraction، أو التكثيف الجزئي partial condensation أو الترشيح filtration، أو مجموعة ملائمة منها، تؤدي إلى الحصول على (meth)acrylic acid (alkyl ester(s) or a (meth)acrylic acid hydroxyalkyl ester(s) التي تعتبر ناتجاً (نواتج).

[الخطوة التالية (مثال (٢)): خطوة التنقية (Purification)]

سيتم شرح الحالات التي يتم خلالها تنفيذ عملية التنقية في الخطوة التالية لخطوة الامتصاص. كطريقة لتنقية (meth)acrylic acid ، يمكن استخدام أي من الطرق متضمنة التقطير distillation أو الانبعاث emission ، أو التبلر crystallization ، أو الاستخلاص extraction ، أو التكتيف الجزئي partial condensation ، أو الترشيح ، أو مجموعة ملائمة منها. في الحالات التي يتم فيها استخدام الماء كمادة ماصة في خطوة الامتصاص، يمكن أن تشمل خطوة التنقية على خطوة نزع للماء بالتقطير الأزيوتروبي في جزء من خطوة التقطير. في الحالات التي يكون فيها محلول (meth)acrylic acid الخام الذي يتم توفيره لخطوة التنقية هو محلول (meth)acrylic acid عالي التركيز يشتمل على تركيز (meth)acrylic acid يبلغ ٧٠٪ بالكتلة أو أعلى، والأفضل ٨٠٪ بالكتلة أو أعلى، والأكثر تفضيلاً ٨٥٪ بالكتلة أو أعلى، يُفضل أن يتم تنفيذ خطوة التنقية الخاصة بـ (meth)acrylic acid بواسطة أي من طرق التبلر.

على سبيل المثال، في الحالات التي يتم خلالها تنفيذ عملية التنقية بالتبلر ، ليس هناك تحديد فيما يتعلق بطرق التبلر التي يمكن استخدامها. فيمكن أن تكون طرق التبلر عبارة عن أي من الأنواع المستمرة أو التي الأنواع التي تعمل على دفعات، كما يمكن تنفيذ عملية التبلر في مرحلة واحدة، أو في مرحلتين أو أكثر.

كوسيلة تبلر من النوع المستمر، يمكن استخدام - على سبيل المثال - وسيلة التبلر Backmixing Column (المتاحة من Nippon Steel Chemical Co., Ltd) التي يتم خلالها تجميع جزء التبلر ، وجزء فصل المادة الصلبة - السائل، وجزء تنقية البلورات معاً كوحدة واحدة من نوع البرج؛ أو أي من أنواع وسائل التبلر المحتوية على مجموعة مكونة من جزء تبلر (مثال: وسيلة التبلر Cooling Disk (CDC؛ المتاحة من Gouda GMF))، وجزء فصل المادة الصلبة - السائل

(مثال: مرشح نطاقي، جهاز فصل بالطرد المركزي)، وجزء تنقية البلورات (مثال: وسيلة التنقية

Kureha Crystal Purifier (KCP؛ المتاح من Kureha Techno Eng Co., Ltd.)).

كوسيلة تبلّر من النوع الذي يعمل بالدفعات، يمكن استخدام على سبيل المثال وسيلة تبلّر طبقية

متاحة من Sulzer Chemtech Ltd. (أي، وسيلة تبلّر ديناميكية)، ووسيلة تبلّر استاتيكية متاحة من

BEFS PROKEM، أو ما شابه. ٥

يمكن تحديد الظروف الخاصة بتشغيل وسائل التبلّر crystallization السابقة وعدد عمليات التبلّر

على نحو ملائم وفقاً لتركيز محلول (meth)acrylic acid الخام الذي يتم توفيره لوسيلة التبلّر

ونقاء (meth)acrylic acid المنقى المستهدف.

في الحالات التي تتم فيها التنقية بالتقطير distillation ، يمكن استخدام نماذج متنوعة: على سبيل

المثال، في أحد النماذج، تتم إزالة المكونات ذات نقطة الغليان المنخفضة المتضمنة في محلول ١٠

(meth)acrylic acid الخام من الجزء العلوي من برج التقطير ، وتتم إزالة المكونات ذات نقطة

الغليان المرتفعة المتضمنة في محلول (meth)acrylic acid الخام من الجزء السفلي من برج

التقطير ، ويتم الحصول على (meth)acrylic acid الذي يعتبر ناتجاً من الجزء الأوسط لبرج

التقطير ؛ أو في نموذج آخر، يتم توفير أبراج التقطير بشكل منفصل بهدف إزالة كل من

المكونات ذات نقطة الغليان المنخفضة والمكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة، وبالتالي يتم ١٥

الحصول على (meth)acrylic acid منقى.

يمكن أن تتضمن أمثلة أبراج التقطير التي يمكن استخدامها في طرق التنقية هذه أبراج من نوع

الصينية tray towers تشتمل على اثنتين أو أكثر من الصواني فيها، وأبراج محشوة packed

towers مملوءة بحشوات. يمكن أن تكون الأبراج من نوع الصواني والحشوات الموضوعة في

الأبراج المحشوة مثل تلك الموجودة في برج الامتصاص absorption tower المستخدم في ٢٠

خطوة الامتصاص. يمكن استخدام (meth)acrylic acid المنقى بواسطة برج (أبراج) التقطير distillation كنتاج دون أية معالجة إضافية، أو يمكن تنقيته بشكل إضافي بواسطة أي من طرق التبلر.

يمكن تزويد برج التقطير إن دعت الحاجة بمرجل إعادة غلي للتحكم في درجة الحرارة الموجودة في البرج، ومكثف لتبريد أو إرجاع البخار المتدفق للخارج من الجزء العلوي للبرج، وجهاز تفريغ، وما شابه ذلك.

لا تعتبر الظروف الخاصة بتشغيل برج التقطير محددة بشكل خاص، ولكن يمكن تحديدها على نحو ملائم وفقاً لتركيز محلول (meth)acrylic acid الخام الذي يتم توفيره للبرج ودرجة نقاء (meth)acrylic acid المنقى المستهدف. على سبيل المثال، يُنصح أن يتم ضبط الضغط (الضغط المطلق) عند الجزء العلوي لبرج التقطير على نحو مفضل ليكون في النطاق من ٢٠ إلى ٤٠٠ مائة بسكال، والأفضل من ٣٠ إلى ٣٠٠ مائة بسكال، والأكثر تفضيلاً من ٣٠ إلى ٢٠٠ مائة بسكال، ويُفضل أن يتم ضبط درجة الحرارة في الجزء العلوي لبرج التقطير لتكون في النطاق من ٣٠ م إلى ٧٠ م، والأفضل من ٤٠ م إلى ٦٠ م، كما يُفضل أن يتم ضبط درجة الحرارة في الجزء السفلي لبرج التقطير لتكون في النطاق من ٧٠ م إلى ١٢٠ م، والأفضل من ٨٠ م إلى ١١٠ م.

في خطوة التنقية، يمكن تفريغ السائل الأصلي المفرغ في صورة مادة متبقية (في حالات طرق التقطير) أو محلول (محاليل) القاع لبرج (أبراج) التقطير (في حالات طرق التقطير) في صورة سائل مهدور إلى خارج الجهاز، ولكن يمكن توفيره لخطوة استعادة المكونات النافعة المتضمنة في المادة المتبقية.

لا تعتبر خطوة الاستعادة محددة بشكل خاص، ولكن يمكن أن تتضمن خطوة التقطير الخاصة باستعادة (meth)acrylic acid المتبقي في المادة المتبقية، وخطوة تفكيك مركبات إضافة Michael واستعادتها في صورة (meth)acrylic acid .

كما هو موضح فيما سبق، يمكن أن تتضمن عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي بالكاد تكوين مركبات إضافة Michael . لهذا، يمكن إجراء خطوة التفكيك بمقياس ضئيل وصورة مبسطة مقارنة بتلك الخاصة بالطرق التقليدية.

لا تعتبر خطوة التفكيك محددة بشكل خاص، وذلك طالما أنه يمكن تفكيك مركبات إضافة Michael واستعادتها في صورة (meth)acrylic acid ، ولكن يمكن استخدام أي من الطرق والأجهزة المعروفة المذكورة من قبل.

١٠ على سبيل المثال، كجهاز يمكن استخدامه في خطوة التفكيك، يمكن ذكر وسائل التبخير ذات الغشاء الرقيق المزودة بحمامات تفكيك حرارية، ووسائل التقطير distillation التي يمكنها القيام بعملية تقطير، في نفس وقت إجراء عملية تفكيك مركبات إضافة Michael ، النواتج التي تم تفكيكها.

١٥ يمكن توفير (meth)acrylic acid الذي تم الحصول عليه في خطوة التفكيك أو في خطوة التقطير إلى برج الامتصاص absorption tower (أي، خطوة الامتصاص) أو خطوة التنقية.

بالرجوع إلى شكل (١)، يتم شرح عملية إنتاج (meth)acrylic acid وفقاً للاختراع الحالي. لا تعتبر عملية إنتاج (meth)acrylic acid الخاصة بالاختراع الحالي قاصرة على هذا المثال النمطي، ولكن يمكن تنفيذها عن طريق عملية إضافة أو إجراء تغييرات أو تعديلات ملائمة دون الحد من التأثيرات النافعة الخاصة بالاختراع الحالي.

أولاً، يتم توفير مادة خام غازية - تم الحصول عليها عن طريق خلط مادة بادئة (meth)acrylic acid مثل: propylene و / أو acrolein ، وغاز محتوي على أكسجين جزيئي (molecular oxygen ٣ مثل: الهواء، وغاز تخفيف ٥ - إلى مفاعل ٢٠ مملوء بمحفز أكسدة حفزية catalytic oxidation لطور غاز gas phase ١٠، وبالتالي يتم الحصول على غاز محتوي على (meth)acrylic acid ٢٥ عن طريق تفاعل أكسدة حفزية لطور غاز. يتم توفير الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ٢٥ الذي تم الحصول عليه إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص absorption tower ٣٠، حيث يتم إجراء تلامس فيما بين هذا الغاز ٢٥ ومادة ماصة ٣٣ تم توفيرها من الجزء العلوي من برج الامتصاص ٣٠، وبالتالي يتم الحصول على محلول (meth)acrylic acid خام. في شكل (١)، يتم توفير سائل ناتج التقطير ٧١ من برج التقطير (الذي يُشار إليه باعتباره برج لفصل المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة) كما هو موضح فيما يلي إلى برج الامتصاص ٣٠. وبالرغم من ذلك، لا تعتبر عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي قاصرة على هذا النموذج، ولكن يمكن تفريغ جزء من ناتج التقطير distillation ٧١ إلى خارج الجهاز. بالإضافة إلى ذلك، يمكن إعادة تدوير الغاز المفرغ من الجزء العلوي لبرج الامتصاص ٣٠ في صورة غاز تدوير إلى المفاعل ٢٠. في ذلك الوقت وبعد فصل المكونات القابلة للتكثيف المتضمنة في الغاز المفرغ بالتبريد، يمكن مزج المكونات القابلة للتكثيف (في صورة سائل متكثف) مع المادة الماصة ٣٣، ويمكن توفير هذا الخليط إلى برج الامتصاص absorption tower ٣٠ (غير معروض في شكل (١)).

بعد ذلك، يتم سحب محلول (meth)acrylic acid الخام أعلى نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على (meth)acrylic acid ٢٥ الموجود على برج الامتصاص ٣٠ وأسفل نقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة ٣٣ الموجودة على برج الامتصاص ٣٠.

يتم توفير محلول (meth)acrylic acid الخام ٣٥ الذي تم الحصول عليه لوسيلة التبلر  
crystallization ٥٠، متبوعاً بعملية التنقية، وبالتالي يتم الحصول على (meth)acrylic acid  
الناتج ٦٠.

من ناحية أخرى، يمكن تفريغ السائل الأصلي المتبقي من وسيلة التبلر ٥٠ كاملاً خارج الجهاز  
٥ (غير معروض في شكل (١)). يمكن أيضاً توفير السائل الأصلي المتبقي من وسيلة التبلر ٥٠  
بشكل جزئي أو تام في صورة السائل الأصلي المتبقي من عملية التبلر ٥١، مع سائل القاع ٣٧  
المفرغ من برج الامتصاص ٣٠، إلى برج التقطير ٧٠. بالطبع، يمكن توفير سائل القاع ٣٧  
كاملاً إلى برج التقطير ٧٠ (الذي يُشار إليه في هذه الحالة باعتباره برج لفصل المكونات ذات  
نقطة الغليان المرتفعة)، أو يمكن تفريغه بشكل جزئي أو تام إلى خارج الجهاز (غير معروض  
١٠ في شكل (١))، أو يمكن تبريده جزئياً باستخدام مبادل حراري ٣٩ ثم إعادة تدويره إلى برج  
الامتصاص ٣٠. بالإضافة إلى ذلك، يمكن مزج السائل الأصلي المتبقي من عملية التبلر ٥١ من  
وسيلة التبلر crystallization ٥٠ مع سائل ناتج التقطير distillation ٧١ الناتج من برج  
التقطير ٧٠، ثم توفير الخليط إلى برج الامتصاص ٣٠. هذا ويُنصح أن يكون السائل الأصلي  
المتبقي من عملية التبلر ٥١ مختلطاً على نحو مفضل مع سائل القاع ٣٧ الخاص ببرج  
١٥ الامتصاص ٣٠، ثم يتم توفيره إلى برج التقطير ٧٠ لفصل المكونات ذات نقطة الغليان  
المرتفعة.

في برج التقطير ٧٠، يتم تقطير المكونات ذات نقطة الغليان المنخفضة و (meth)acrylic acid  
المتضمنين في سائل القاع ٣٧ الخاص ببرج الامتصاص absorption tower ٣٠ والسائل  
الأصلي المتبقي من عملية التبلر ٥١ من الجزء العلوي للبرج، ويُعاد تدوير سائل ناتج التقطير  
٢٠ إلى برج الامتصاص ٣٠. من ناحية أخرى، تشتمل المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة

المتضمنة في سائل القاع الخاص ببرج التقطير ٧٠ على مركبات إضافة Michael . يتم توفير مركبات إضافة Michael هذه من خلال وسيلة تبخير ذات غشاء رقيق ٧٣ إلى حمام تفكيك حراري ٧٥، ثم يتم السماح لها بالترسب فيه لتفكك حرارياً إلى (meth)acrylic acid (أي، خطوة تفكيك مركبات إضافة Michael). تتم إعادة (meth)acrylic acid المتكوّن عن طريق التفكيك الحراري إلى وسيلة التبخير ذات الغشاء الرقيق ٧٣، بحيث يتم تقطيره من الجزء العلوي لبرج التقطير distillation ٧٠ ليصبح سائل ناتج التقطير distillation ٧١، الذي يُعاد تدويره إلى برج الامتصاص ٣٠، وبالتالي تتم استعادته في نهاية الأمر في صورة (meth)acrylic acid الناتج ٦٠.

في خطوة تفكيك مركبات إضافة Michael ، يمكن استخدام أي من أجهزة التقطير التفاعلي مثل تلك التي تحدث فيها عملية تفكيك مركبات إضافة Michael وتقطير (meth)acrylic acid المتكون في نفس الوقت، وذلك بحيث يتم تعزيز تفاعل تفكيك مركبات إضافة Michael وتتم إزاحة التوازن في اتجاه زيادة الكمية المتكونة من (meth)acrylic acid. على سبيل المثال وكما هو موضح في شكل (٢)، يتم توفير سائل القاع الخاص ببرج التقطير distillation ٧٠ إلى جهاز تقطير تفاعلي ٨٠ يتم فيه تنفيذ عملية تفكيك مركبات إضافة Michael وتقطير (meth)acrylic acid لمكون في نفس الوقت. يُعاد تدوير سائل القمة المحتوي على (meth)acrylic acid إلى برج التقطير ٧٠، بينما يتم تفريغ سائل القاع المحتوي على المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة في صورة زيت مهدور إلى خارج الجهاز.

في شكلي (١) و(٢)، يتم عرض مثال يستخدم طريقة تبلّر باعتبارها خطوة التنقية. وبالرغم من ذلك، يمكن استخدام أي من خطوات التنقية بخلاف طريقة التبلّر crystallization ، وخطوة سابقة لخطوة التنقية، يمكن توفير أي من خطوات الأستر.

كما هو موضح فيما سبق، تتميز عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي بأنه يتم سحب محلول (meth)acrylic acid الخام في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص absorption tower . لهذا، يسهل تراكم المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة (أي، المكونات التي لها نقطة غليان أعلى من (meth)acrylic acid المحتوية على مركبات إضافة Michael في الجزء السفلي من برج الامتصاص. هذا ويمكن استعادة مركبات إضافة Michael في صورة (meth)acrylic acid عن طريق التفكيك، ولهذا، يمكن تزويد عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي بخطوة لتنفيذ عملية تفكيك سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص (أي، خطوة تفكيك). لا تعتبر خطوة التفكيك قاصرة على الطريقة الموضحة في هذا الطلب، ولكن يمكن استخدام أي من خطوات إنتاج (meth)acrylic acid التي تستخدم الطرق الأخرى. على سبيل المثال، في الحالات التي يتم فيها تركيز المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة في الجزء السفلي من برج الامتصاص ، ووفقاً لظروف إنتاج (meth)acrylic acid وظروف تشغيل برج الامتصاص ، يُفضل أن يتم سحب سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص ثم تفكيكه في خطوة تفكيك مركبات إضافة Michael .

عادةً ما يتم توفير خطوة تفكيك مركبات إضافة Michael أو معالجة المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة بالقرب من المرحلة النهائية لخطوة التنقية، ويمكن أن تكون خطوة تفكيك زيت مهدور مفرغ من البرج لفصل المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة (مثال، انظر النشرة المتاحة للإطلاع الخاصة بالبراءة اليابانية رقم ١١/١٢٢٢٢) أو خطوة تفكيك المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة بعد فصل acrylic acid والمكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة كم سائل القاع المفرغ من برج نزع الماء بالتقطير distillation الأزيوتروبي (مثال، انظر النشرة المتاحة للإطلاع الخاصة بالبراءة اليابانية رقم ٢٠٠٤/٥١٤٨٩). على النقيض من ذلك، تعتبر الخطوة السابقة خطوة تفكيك مركبات إضافة Michael المتضمنة في سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص absorption tower دون توفيرها إلى خطوة تنقية أو أي من الخطوات الأخرى، وتحديداً في

الحالات حيث يسهل تراكم المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة في الجزء السفلي من برج الامتصاص ، هذا ويمكن إنتاج (meth)acrylic acid بكفاءة أعلى عن طريق استخدام الخطوة السابقة.

يمكن توفير سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص ، أي سائل القاع المتراكم في الجزء السفلي من برج الامتصاص في الحالات التي يتم فيها سحب محلول (meth)acrylic acid الخام في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص ، إلى خطوة التفكيك عن طريق خطوة التقطير distillation (أي، خطوة لفصل المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة). يمكن إعادة تدوير سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص ، الذي تم توفيره إلى خطوة التفكيك، إلى برج الامتصاص إما بشكل مباشر أو بواسطة البرج لفصل المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة. يؤدي ذلك إلى إمكانية امتصاص (meth)acrylic acid ، المنقى عن طريق تفكيك سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص absorption tower ، مع (meth)acrylic acid المشتق من خطوة التفاعل، إلى المادة الماصة ثم سحبه في صورة محلول (meth)acrylic acid الخام من برج الامتصاص.

يمكن تنفيذ خطوة تفكيك سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص (أي، المعالجة بالتفكيك لمركبات إضافة Michael ) إما في خطوة مزودة ببرج لفصل المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة إضافة إلى وسيلة تبخير ذات غشاء رقيق وخزان تفكيك حراري (مثال، انظر شكل (١)) كما هو موضح في النشرة المتاحة للإطلاع الخاصة بالبراءة اليابانية رقم ١١/١٢٢٢٢، أو في خطوة تستخدم جهاز تقطير تفاعلي يتم فيه تنفيذ عملية تفكيك مركبات إضافة Michael وتقطير (meth)acrylic acid بعد التفكيك في نفس الوقت (مثال، انظر شكل (٢)) كما هو موضح في النشرة المتاحة للإطلاع الخاصة بالبراءة اليابانية رقم ١٧١٣٤٢/٢٠٠٣. في هذه الخطوات، تعتبر الخطوة التي تستخدم جهاز التقطير التفاعلي مفضلة على الخطوة المزودة ببرج لفصل

المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة إضافة إلى وسيلة تبخير ذات غشاء رقيق وخزان تفكيك حراري لأنه يمكن استعادة acrylic acid بكفاءة عالية من محلول القاع الخاص ببرج الامتصاص absorption tower . علاوة على ذلك، في كلا الحالتين، يمكن استخدام مثبط (مثبطات) للبلورة - إن دعت الحاجة.

#### ٥. الأمثلة

يتم وصف الاختراع الحالي بالتفصيل فيما يلي وذلك بالإشارة إلى الأمثلة والأمثلة المقارنة، إلا أن الاختراع الحالي لا يعتبر قاصراً على تلك الأمثلة. يمكن وضع الاختراع الحالي في حيز التطبيق العملي بعد إجراء التعديلات أو التبديلات الملائمة في نطاق الجوهر الذي تم توضيحه من قبل والذي يتم توضيحه لاحقاً أيضاً، هذا ويتم تضمين كل التعديلات والتغييرات في النطاق التقني للاختراع الحالي. ١٥

[الأمثلة التجريبية (١) و(٢): امتصاص acrylic acid ]

وفقاً للطريقة التالية، يتم تنفيذ عملية امتصاص acrylic acid . في المثال التجريبي (١)، تم تثبيت موضع سحب محلول (meth)acrylic acid خام عند الموضع الخاص (أي، الموضع المناظر للقيمة ٨٩٪ من إجمالي رقم اللوحة النظري المحسوب من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج امتصاص على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص)، وتم تغيير كمية محلول (meth)acrylic acid الخام. في المثال التجريبي (٢)، تم تغيير موضع سحب محلول (meth)acrylic acid خام، وتثبيت كمية محلول (meth)acrylic acid الخام (أي، لتكون عن الكمية المسحوبة التي تبلغ ٦ كجم).

## المثال التجريبي (١)

باعتباره برج الامتصاص ، تم استخدام برج يشتمل على منفذ خروج غاز عند الجزء العلوي منه ومنفذ خروج سائل القاع عند الجزء السفلي منه، ويكون مملوء بحشوات بحيث يكون إجمالي رقم اللوحة النظري الخاص به ١٨. في برج الامتصاص ، تم توفير منفذ دخول للغاز المحتوي على (meth)acrylic acid أسفل الجزء الأدنى من الحشوات، ومنفذ دخول للمادة الماصة ووسيلة لتوزيع السائل من أجل توزيع المادة الماصة في برج الامتصاص فوق أعلى موضع في الحشوات. علاوة على ذلك، فإنه في برج الامتصاص ، تم توفير وسيلة لتجميع السائل في الموضع المناظر للقيمة ٨٩٪ من إجمالي الرقم النظري للوحة المحسوب من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج امتصاص ، على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص (أي، في الموضع المناظر للرقم النظري للوحة الذي يبلغ ١٦، محسوبًا من أعلى لوحة في الحشوات)، حيث يمكن سحب محلول acrylic acid الخام من هذا الموضع.

تم التحكم في درجة الحرارة والضغط عند الجزء العلوي من برج الامتصاص ليكونا ٦٩.٦ م و ٠.٠١٥ مائة باسكال، على التوالي، حيث يتم تنفيذ عملية امتصاص acrylic acid. تم تنفيذ عملية التحكم في درجة الحرارة الخاصة ببرج الامتصاص عن طريق تبريد وإعادة تدوير جزء من سائل القاع.

تم إدخال الغاز المحتوي على acrylic acid (التركيب: ٧.١٪ بالحجم من acrylic acid ، ١٣.٩٪ بالحجم من الماء، ٧٤.٢٪ بالحجم من nitrogen gas ، ١.٥٪ بالحجم من oxygen gas ، ٣.٣٪ بالحجم من مكونات أخرى (مثال: propane ، propylene ، Co<sub>x</sub> ، acetic acid ، مركبات aldehydes)) الذي تم الحصول عليه بواسطة طريقة الأكسدة الحفزية لطور غاز gas phase عند درجة حرارة تبلغ ٢٧٠ م بمعدل تدفق يبلغ ٣٤.٩ نانو متر<sup>٣</sup> / ساعة من منفذ دخول الغاز

المحتوي على acrylic acid (عند الموضع المناظر للقيمة ١٠٠٪ من إجمالي الرقم النظري للوحة المحسوب من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص ، على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص ؛ أو عند الموضع الذي يبلغ الرقم النظري للوحة الخاص به ١٨) إلى برج الامتصاص ، تم إدخال المادة الماصة (أي، ماء :  
٥ acetic acid : acrylic acid : مكونات أخرى = ٩٥ : ٢ : ٢ : ١ ، متضمنة :

4-hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpyperidinoxyl (TEMPO) بكمية مناظرة لـ ٢٠٠ جزء في المليون بالكتلة، بالنسبة لـ acrylic acid الموجود في الغاز المحتوي على acrylic acid ( بمعدل تدفق يبلغ ٤.٥ كجم / ساعة من منفذ الدخول الخاص ببرج الامتصاص إلى برج الامتصاص absorption tower . في برج الامتصاص ، تم إجراء تلامس فيما بين الغاز المحتوي على acrylic acid والمادة الماصة بحيث يتم امتصاص الغاز المحتوي على acrylic acid في المادة الماصة، الأمر الذي ينتج عنه محلول acrylic acid الخام الذي تم سحبه من برج الامتصاص عن طريق وسيلة تجميع سائل تم توفيرها على جانب الجزء السفلي من الجزء الأوسط لبرج الامتصاص (أي، الموضع المناظر للقيمة ٨٩٪ من إجمالي رقم اللوحة النظري المحسوب من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص ، على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص).  
١٥

يتم توضيح تركيب والكمية المسحوبة من محلول acrylic acid الخام في جدول (١)، مع تركيبة سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص. في جدول (١)، يعني المصطلح "تدفق جانبي" محلول acrylic acid الخام المسحوب على جانب الجزء السفلي من الجزء الأوسط لبرج الامتصاص (أي، الموضع المناظر للقيمة ٨٩٪ من إجمالي رقم اللوحة النظري المحسوب من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص ، على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من  
٢٠

برج الامتصاص ؛ أو رقم اللوحة النظري الخاص به الذي يبلغ ١٦)؛ يعني المصطلح "سائل القاع" السائل المسحوب من الجزء السفلي لبرج الامتصاص ؛ ويعني المصطلح "دايمر" مركب إضافة Michael متكوّن بواسطة تفاعل جزيئين من acrylic acid (أي، دايمر الحمض). بالإضافة إلى ذلك، يعني المصطلح "نسبة الكمية المسحوبة للتدفق الجانبي" النسبة بالكتلة من التدفق الجانبي (أي، محلول acrylic acid الخام) إلى إجمالي كتلة التدفق الجانبي وسائل القاع. علاوة على ذلك، يعني مصطلح "معدل الفقد العلوي" نسبة كمية الغاز المحتوي على acrylic acid المفرغ من برج الامتصاص دون امتصاصه في المادة الماصة إلى كمية الغاز المحتوي على acrylic acid الذي يتم إدخاله إلى برج الامتصاص.

في الأمثلة التجريبية من (١-١) إلى (٦-١)، تم سحب محلول acrylic acid الخام من الجزء الجانبي لبرج الامتصاص. في المثال التجريبي (٧-١)، تم سحب محلول acrylic acid الخام في صورة سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص. وفي الأمثلة التجريبية من (١-١) إلى (٦-١)، تم تنفيذ عملية امتصاص acrylic acid تحت نفس الظروف، فيما عدا ما يتعلق بالكمية المسحوبة من محلول acrylic acid الخام.

٧-١	٦-١	٥-١	٤-١	٣-١	٢-١	١-١	المثال التجريبي
صفر	٧.٥	٧	٦.٥	٦	٤	٢	الكتلة (كجم / ساعة)
٩٢.٤٠ *	٩٢.٨٩	٩٢.٨٤	٩٢.٨	٩٢.٧٥	٩٢.٥ ٦	٩٢.٣ ٥	تركيز acrylic acid (%)
*١.٦٥	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	تركيز dimer (%)
-	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	تركيز المادة الصلبة (جزء في المليون)
٨.١٩	٠.٧٦	١.٢٥	١.٧٥	٢.٢٥	٤.٢٣	٦.٢١	الكتلة (كجم / ساعة)
٠.١٣٥	٠.٠٤٧	٠.٠٥٨	٠.٠٦٧	٠.٠٧٥	٠.٠٩ ٩	٠.١١ ٧	تركيز dimer (%)
٥	٥٤	٣٣	٢٤	١٨	١٠	٧	تركيز المادة الصلبة (جزء في المليون)
صفر	٩٠.٨	٨٤.٩	٧٨.٨	٧٢.٧	٤٨.٦	٢٤.٤	نسبة الكمية المسحوبة الخاصة بالتدفق الجانبي (%)
٤.٥٠	٤.٦٠	٤.٦٠	٤.٥٩	٤.٥٩	٤.٥٦	٤.٥٣	معدل الفقد العلوي (%)
١٠٠	٣٤.٥	٤٢.٩	٤٩.٨	٥٥.٦	٧٣.٢	٨٦.٧	نسبة كمية dimer المتكونة، بالنسبة لتلك الخاصة بالمثال التجريبي ٧-١ (%)

يشير تركيز acrylic acid وتركيز dimer في المثال التجريبي (٧-١) المعروض بواسطة العلامة "\*" في جدول (١) إلى تركيز acrylic acid وتركيز dimer في سائل القاع، على التوالي.

من نتائج جدول (١)، يتم إدراك أنه حتى إذا تم سحب محلول acrylic acid الخام في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص absorption tower، فإنه يمكن الحصول على محلول acrylic acid الخام المحتوي على تركيز مساوي أو أكبر من ذلك الموجود في الحالات التي يتم سحب محلول acrylic acid الخام في صورة سائل القاع. لا يحتوي التدفق الجانبي لبرج الامتصاص على مادة صلبة أو دايمر acrylic acid، لذا، يمكن التخلي عن أو تبسيط الحشوات الخاصة بإزالة المادة الصلبة وخطوات تفكيك دايمر acrylic acid عن طريق استخدام طريقة سحب محلول acrylic acid الخام في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص.

من نتائج جدول (١)، يتم بشكل إضافي إدراك أنه في الأمثلة التجريبية من (١-١) إلى (٦-١)، يمكن تقليل الكمية المتكونة من دايمر acrylic acid في الجزء السفلي لتصل إلى ٨٧٪ بالكتلة أو أقل مع زيادة الكمية المسحوبة للتدفق الجانبي (أي المثال التجريبي (١-١)، ٠.١١٧ كجم / ساعة [٨٦.٧٪ من تلك الخاصة بالمثال التجريبي (٧-١)]؛ والمثال التجريبي (٢-١)، ٠.٠٩٩ كجم / ساعة [٧٣.٢٪ من تلك الخاصة بالمثال التجريبي (٧-١)]؛ والمثال التجريبي (٣-١)، ٠.٠٧٥ كجم / ساعة [٥٥.٦٪ من تلك الخاصة بالمثال التجريبي (٧-١)]؛ والمثال التجريبي (٤-١)، ٠.٠٦٧ كجم / ساعة [٤٩.٨٪ من تلك الخاصة بالمثال التجريبي (٧-١)]؛ والمثال التجريبي (٥-١)، ٠.٠٥٨ كجم / ساعة [٤٢.٩٪ من تلك الخاصة بالمثال التجريبي (٧-١)]؛ والمثال التجريبي (٦-١)، ٠.٠٤٧ كجم / ساعة [٣٤.٥٪ من تلك الخاصة بالمثال التجريبي (٧-١)].

في الحالات التي تكون فيها الكمية المسحوبة للتدفق الجانبي لكل وحدة زمنية أكبر من ٨ كجم /

ساعة (٩٦.٩٪ بالكتلة، بالنسبة لإجمالي كتلة التدفق الجانبي وسائل القاع، حيث يتم سحب كلاهما من برج الامتصاص absorption tower)، يتسبب الأنبوب الموجود في الجزء السفلي من برج الامتصاص في حدوث انسداد، وبالتالي لا يكون من الممكن استمرار تشغيل برج الامتصاص.

٥ بصياغة أخرى، يمكن تقليل الكمية المتكونة من دايمر acrylic acid عن طريق سحب محلول acrylic acid الخام في صورة تدفق جانبي من برج الامتصاص، مقارنة بالخالات التي يتم خلالها سحب محلول acrylic acid الخام في صورة سائل القاع، وعلى هذا، يكون معدل الفقد الخاص ب acrylic acid ضئيلاً ويمكن الحصول على acrylic acid بناتج كبير.

#### المثال التجريبي (٢)

١٠ في المثال التجريبي (٢)، تم سحب محلول (meth)acrylic acid الخام بنفس الطريقة الموضحة في المثال التجريبي (١)، فيما عدا أنه تم ضبط كمية محلول (meth)acrylic acid الخام التي تم سحبها في صورة تدفق جانبي لتكون ٦ كجم، كما تم تغيير موضع سحب محلول (meth)acrylic acid الخام لأي من المواضع المناظرة لأي من القيم من ٢٨٪ إلى ٨٩٪ من إجمالي رقم اللوحة النظري، المحسوبة من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص absorption tower على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص (المشار إليها فيما بعد ١٥ في هذا الطلب على أنها الأمثلة التجريبية من (٢-١) إلى (٢-٥)).

يتم عرض التركيبة الخاصة بمحلول (meth)acrylic acid الخام الذي تم الحصول عليه وتركيبه سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص معاً، إلى جانب مواضع منافذ الخروج الخاصة بالسحب،

في جدول (٢). في جدول (٢)، يتم أيضاً عرض نتائج المثال التجريبي (١-٧) الذي تم فيه

٢٠ سحب محلول (meth)acrylic acid الخام في صورة سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص

. absorption tower

المثال التجريبي						
٧-١	٥-٢	٤-٢	٣-٢	٢-٢	١-٢	
-	٥ (%٢٨)	٧ (%٣٩)	١٠ (%٥٦)	١٣ (%٧٢)	١٦ (%٨٩)	رقم اللوحة الخاص بالسحب
٩٢.٤٠ *	٨٩.٥٠	٩٠.٤١	٩٠.٩٨	٩١.٣٠	٩٢.٧٥	النتدفق الجانبى تركيز acrylic acid (%)
*١.٦٥	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	تركيز dimer (%)
-	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	تركيز المادة الصلبة (جزء في المليون)
٨.١٩	١.٨٢	٢.٠٦	٢.٢٢	٢.٢٨	٢.٢٥	الكتلة (كجم / ساعة)
٠.١٣٥	٠.٠٦٨	٠.٠٧٢	٠.٠٧٥	٠.٠٦٧	٠.٠٧٥	سائل القاع تركيز dimer (%)
٥	٢١	٢٠	١٩	١٨	١٨	تركيز المادة الصلبة (جزء في المليون)
صفر	٧٦.٧٣	٧٤.٤٤	٧٢.٩٩	٧٢.٤٦	٧٢.٢٣	نسبة الكمية المسحوبة الخاصة بالنتدفق الجانبى (%)
٤.٥٠	١١.٩٥	٨.٣٩	٦.١٢	٥.١١	٤.٥٣	معدل الفقد العلوي (%)
١٠٠	٥٠.٦	٥٣.٤	٥٥.٢	٥٥.٩	٥٥.٦	نسبة كمية dimer المتكونة، بالنسبة لتلك الخاصة بالمثال التجريبي ٧-١ (%)

في جدول (٢)، تشير القيم الرقمية الموضحة في الصف - الموصوف بالمسمى "رقم اللوحة الخاص بالسحب" إلى أرقام اللوحة النظرية عند منافذ الخروج الخاصة بالسحب ذات الصلة لمحلول (meth)acrylic acid الخام، وتشير القيم الرقمية الموضحة بين أقواس إلى نسب أرقام اللوحة النظرية لمنافذ الخروج الخاصة بالسحب إلى إجمالي رقم اللوحة النظري، المحسوبة من الجزء العلوي إلى الجزء السفلي من برج الامتصاص absorption tower ، على أن تكون النقطة الأساسية على الجانب العلوي من برج الامتصاص.

بالإضافة إلى ذلك، يشير تركيز acrylic acid و dimer للمثال التجريبي (٧-١) المعروف بواسطة "\*" في جدول (٢) إلى تركيز acrylic acid وتركيز dimer لسائل القاع، على التوالي. من نتائج جدول (٢)، يتم إدراك أن هناك اتجاهات تتمثل في أنه: مع تقليل رقم اللوحة عند منفذ الخروج الخاص بسحب محلول (meth)acrylic acid الخام (أي على جانب الجزء العلوي من برج الامتصاص)، يتم تقليل الكمية المتكونة من دايمر acrylic acid ، كما يقل أيضاً تركيز acrylic acid الموجود في محلول (meth)acrylic acid الخام، وتتم زيادة معدل الفقد الخاص بالغاز المحتوي على acrylic acid من الجزء العلوي لبرج الامتصاص.

ويتم بشكل إضافي إدراك أنه يمكن تقليل الكمية المتكونة من دايمر acrylic acid عن طريق توفير منفذ خروج لسحب محلول (meth)acrylic acid الخام فيما بين نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على acrylic acid ونقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة، وذلك مقارنة بالحالات التي يتم خلالها سحب محلول (meth)acrylic acid الخام في صورة سائل القاع.

[المثال التجريبي (٣): تنقية محلول (meth)acrylic acid الخام]

في هذا المثال التجريبي، تمت تنقية ٦ كجم من محلول (meth)acrylic acid الخام الذي تم إنتاجه تحت نفس الظروف المستخدمة في المثال التجريبي (١-٣) بواسطة طريقة تنقية بالتبلر crystallization أو طريقة تنقية بالتقطير distillation .

المثال التجريبي (٣-١): طريقة التنقية بالتبلر crystallization

باستخدام وسيلة تنقية بالتبلر متوافقة مع وسيلة التبلر التي تم الكشف عنها في نشرة البراءة اليابانية رقم 53-41637، تم تنفيذ عملية تبلر ديناميكية. تتكون وسيلة التنقية بالتبلر من أنبوب معدني طوله ٦ متر وقطره الداخلي ٧٠ مم، مزود بخزان في الجزء السفلي منه. باستخدام مضخة تدوير، يمكن نقل السائل الموجود في الخزان إلى الجزء العلوي من الأنبوب، ثم يتم السماح له بالتدفق في صورة غشاء متساقط على الجدار الداخلي للأنبوب. يتكون الجدار الخارجي من الأنبوب من غلاف مزدوج يتم التحكم فيه ليكون له درجة حرارة ثابتة بواسطة منظم حرارة. إلى هذا الخزان، تم توفير محلول (meth)acrylic acid الخام (التركيب: ٩٢.٧٥% بالكتلة من acrylic acid ، ٤.٩٩% بالكتلة من الماء، ٢.٥٠% بالكتلة من acetic acid ، ٠.١٦% بالكتلة من شوائب أخرى) بمعدل ٦ كجم / ساعة، وتم تنفيذ عملية التبلر الديناميكي وفقاً للإجراءات التالية. تشير الإجراءات التالية إلى عملية تبلر ديناميكي واحدة.

١- التبلر: تم نقل محلول (meth)acrylic acid الخام الذي تم توفيره للخزان إلى الجزء العلوي من الأنبوب بواسطة مضخة تدوير، ثم يتم السماح له بالتدفق في صورة غشاء متساقط على الجدار الداخلي للأنبوب. يتم تقليل درجة حرارة الغلاف لتصل إلى نقطة التجمد الخاصة بـ acrylic acid أو أقل، بحيث يحدث تبلر لمقدار من ٦٠% بالكتلة تقريباً إلى ٨٠% بالكتلة من acrylic acid المتضمن في محلول (meth)acrylic acid الخام على الجدار الداخلي للأنبوب.

٢- الارتشاح: تم إيقاف مضخة التدوير، وتمت زيادة درجة حرارة الغلاف لتصل إلى ما يقرب من نقطة التجمد الخاصة بـ acrylic acid ، بحيث يتم عمل ارتشاح لمقدار من ٢% بالكتلة تقريباً إلى ٥% بالكتلة من acrylic acid المتبلر. بعد الارتشاح، تم ضخ محلول

(meth)acrylic acid الخام المتبقي والسائل المرشح خارج الخزان.

٣- الانصهار: تمت زيادة درجة حرارة الغلاف لتصل إلى نقطة التجمد الخاصة بـ acrylic acid أو أعلى، بحيث يتم صهر البلورات إلى acrylic acid سائل تم ضخه خارج الخزان.

تم تكرار العملية السابقة أربع مرات للحصول على acrylic acid منقى. في العملية السابقة، تم السماح باعتماد درجة الحرارة ونقطة التجمد الخاصين بـ acrylic acid على الإجراءات ذات الصلة.

وفقاً لعملية التبلر crystallization الديناميكي السابقة، تم الحصول على acrylic acid له نقاء يبلغ ٩٩.٩١٪ بالكتلة بمعدل ٢.٩٢ كجم / ساعة. في هذا الوقت، يكون الماء و acetic acid المتضمنين في بلورات acrylic acid بكميات تبلغ ٢٤٨ جزء في المليون بالكتلة و ٦٠.٢ جزء في المليون بالكتلة، على التوالي.

المثال التجريبي (٣-٢): طريقة التنقية بالتقطير distillation

إلى برج تقطير يشتمل على صواني مسطحة مثقبة تناظر رقم اللوحة النظري الذي يبلغ ١٨ ويحتوي على في الجزء العلوي منه خط إعادة تدوير لتكثيف المكونات القابلة للتكثيف في صورة غاز يتم تفريره من برج التقطير ، ثم يتم إدخال السائل المتكثف الناتج مرة أخرى إلى برج الامتصاص absorption tower ، تم توفير محلول acrylic acid الخام بمعدل ٦ كجم / ساعة، وتم تنفيذ عملية تنقية acrylic acid . تم تزويد برج التقطير المستخدم في خطوة التنقية هذه بوسيلة تكثيف عند الجزء العلوي منه، ومنفذ دخول للإمداد بمحلول acrylic acid الخام عند الموضع المناظر لرقم اللوحة النظري الذي يبلغ ٩ المحسوب من الجزء العلوي منه، ومنفذ خروج خاص بسحب التدفق الجانبي ووسيلة تكثيف عند الموضع المناظر لرقم اللوحة النظري الذي يبلغ ١٧ المحسوب من الجزء العلوي منه، ومرجل إعادة غلي في الجزء السفلي منه.

من منفذ الدخول للإمداد بمحلول acrylic acid الخام الخاص ببرج التقطير distillation ، تم توفير محلول acrylic acid الخام (التركيب: ٩٣.١٠٪ بالكتلة من acrylic acid ، ١.٨٨٪ بالكتلة من acetic acid ، ٤.٨٧٪ بالكتلة من الماء، ٠.٠٤٪ بالكتلة من acrolein ، ٠.١١٪ بالكتلة من مكونات أخرى) بمعدل ٦ كجم / ساعة إلى برج التقطير ، وتم إدخال مثبطات بلمرة (٤٠ جزء في المليون بالكتلة من dibutyldithiocarbamate و ١٠٠ جزء في المليون بالكتلة من فينو ثيازين؛ حيث تعتبر هذه الكميات نسبية مقارنة بكمية acrylic acid المتبخر) إلى برج التقطير. في هذا الوقت ومن أجل أن يصبح ضغط التشغيل الخاص بالجزء العلوي من برج التقطير ١٠٠ مائة بسكال (الضغط المطلق)، تم تقليل الضغط في برج التقطير بواسطة طارد للبخار، وصمام تحكم فيما بين منفذ الخروج الخاص بسحب التدفق الداخلي وتم ضبط جهاز تفريغ مزود بعد منفذ الخروج الخاص بالسحب للتحكم في الضغط التفاوتي الكائن فيما بين الجزء الجانبي والجزء العلوي من برج التقطير عند ٩٥ مائة بسكال، بحيث تصبح نسبة كمية البخار المسحوب من منفذ الخروج الخاص بسحب التدفق الداخلي وكمية التدفق الخاصة بسائل ناتج التقطير المفرغ من الجزء العلوي لبرج التقطير ٤ : ١. علاوة على ذلك، تم سحب سائل القاع الخاص ببرج التقطير بمعدل ٨ كجم / ساعة، وتم الحصول على بخار acrylic acid المنقى عند معدل ٤.٣ كجم / ساعة من منفذ الخروج الخاص بسحب التدفق الداخلي لبرج التقطير. في هذا الوقت، تم توفير بخار acrylic acid بواسطة مرجل إعادة غلي مزود عند الجزء السفلي لبرج التقطير distillation للتحكم في سطح سائل القاع، بحيث يتم ضبط نسبة الإرجاع في برج التقطير لتكون ٣.٤.

يكون acrylic acid المنقى الذي تم الحصول عليه في هذا الوقت نقاءً يبلغ ٩٩.٨٢٪ ويكون محتويًا على في صورة شوائب ١٠٠ جزء في المليون بالكتلة من الماء، و ١٣٠٠ جزء في المليون بالكتلة من acetic acid ، و ١ جزء في المليون بالكتلة أو أقل (حد الكشف) من acrolein و ٤٠٠ جزء في المليون بالكتلة من مكونات أخرى.

من نتائج المثال التجريبي (٣)، يتم إدراك أنه يمكن الحصول على acrylic acid عالي النقاء بكفاءة عالية، بغض النظر عن نوع طريقة التقطير، عن طريق استخدام عملية الإنتاج الخاصة بالاختراع الحالي الذي يتم سحب محلول acrylic acid الخام من منفذ السحب الكائن فيما بين نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على acrylic acid ونقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة في خطوة الامتصاص.

[المثال التجريبي (٤): خطوة التفكيك]

تم تنفيذ عملية تقطير سائل القاع المحتوي على مكونات ذات نقطة غليان مرتفعة تم الحصول عليه تحت ظروف مشابهة لتلك المستخدمة في المثال التجريبي (٣) وعملية تفكيك مركبات إضافة Michael لاستعادة acrylic acid .

١٠ المثال التجريبي (٤-١): هي وسيلة يتم تزويدها ببرج لفصل المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة بالإضافة إلى وسيلة تبخير ذات غشاء رقيق وخزان تفكيك حراري.

تم توفير سائل القاع الخاص ببرج الامتصاص absorption tower (التركيب: ٨٧.٧٪ بالكتلة من acrylic acid ، ٢٪ بالكتلة من الماء، ١.١٪ بالكتلة من acetic acid ، ١.٥٪ بالكتلة من حمض مالبيك، ٦.٢٪ بالكتلة من دايمر acrylic acid ، ١.٥٪ بالكتلة من شوائب أخرى) بمعدل ٢.٢٥ كجم / ساعة (دايمر acrylic acid ، ٠.٠٧٥ كجم / ساعة) إلى اللوحة الوسطى من برج تقطير (أي، برج لفصل المكونات ذات نقطة الغليان المرتفعة) مزودة بصواني منخل مناظرة لرقم اللوحة النظري الذي يبلغ ٢٠ ومرجل إعادة الغلي. في هذا الوقت، تم التحكم في برج التقطير distillation تحت ظروف تمثلت في كون ضغط التشغيل ٩٣ مائة بسكال وكانت نسبة الإرجاع ٠.٣. في خزان التفكيك الحراري، تم تنفيذ عملية التفكيك الحراري لمركبات إضافة Michael تحت ظروف تمثلت في كون درجة حرارة خزان التفكيك الحراري ١٧٠ م وكان زمن

الاحتجاز ٣٠ ساعة. تم التحكم في وسيلة التبخير ذات الغشاء الرقيق بحيث تصبح درجة حرارة الجزء السفلي منها ٩٥ م، وتمت استعادة acrylic acid تحت ظروف تمثلت في كون ضغط الجزء العلوي منها ٣٣ مائة بسكال، وكانت نسبة الإرجاع ١.٥. في هذا الوقت، كانت نسبة تحويل مركبات إضافة Michael ٦٥٪ وكانت الانتقائية تجاه acrylic acid ٧٥٪، وكانت هناك إمكانية لاستعادة ٤٨.٨٪ (٠.٠٣٧ كجم / س) من acrylic acid من دايمر acrylic acid .

المثال التجريبي (٤-٢): خطوة استخدام جهاز تقطير تفاعلي

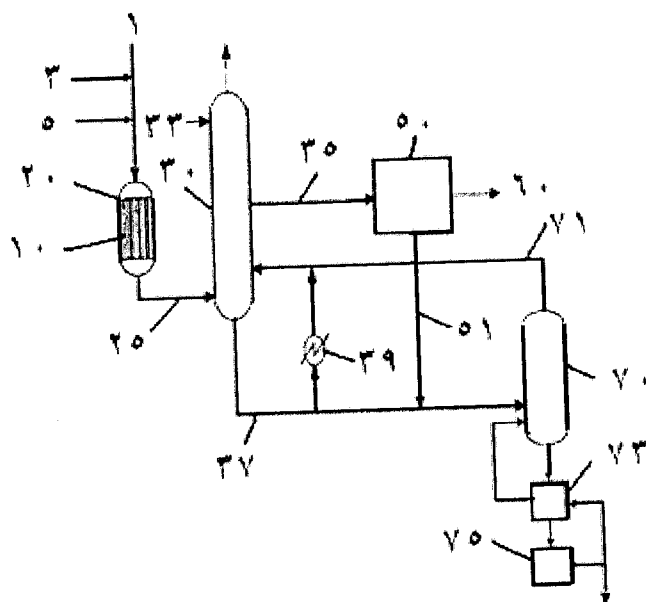
في خطوة تفكيك مركبات إضافة Michael ، تم تنفيذ نفس العملية المستخدمة في المثال التجريبي (٤)، فيما عدا أنه تم تزويد جهاز تقطير تفاعلي بمبادل حراري خارجي من نوع التدوير القسري كما هو موضح في شكل (٢).

١٠ تم تشغيل جهاز التقطير distillation التفاعلي لتفكيك مركبات إضافة Michael حراريًا تحت ظروف تمثلت في كون درجة حرارة التفكيك الحراري ١٧٠ م، وكان زمن الاحتجاز ٤ ساعات، وكان الضغط ٢٦٦ مائة بسكال. في هذا الوقت، كانت نسبة تحويل مركبات إضافة Michael ٨٢٪ وكانت الانتقائية تجاه acrylic acid ٩٨٪، وكانت هناك إمكانية لاستعادة ٨٠.٤٪ (٠.٠٦٠ كجم / س) من acrylic acid من دايمر acrylic acid .

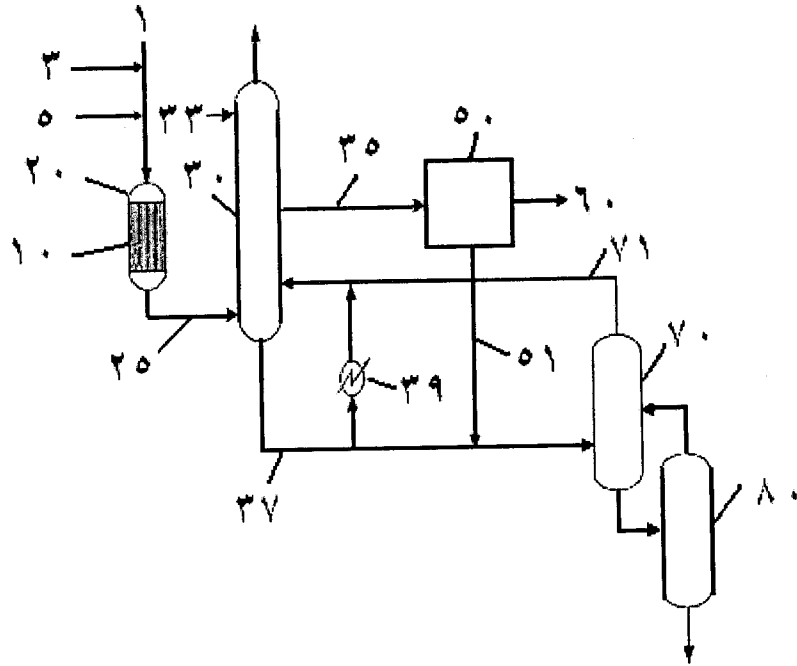
١٥ من نتائج المثال التجريبي (٤)، يتم إدراك أنه بهدف استعادة acrylic acid بكفاءة عالية من محلول القاع الخاص ببرج الامتصاص absorption tower ، تفضل الخطوة التي تستخدم جهاز التقطير distillation التبادلي عن الخطوة المزودة ببرج لفصل المكونات ذات درجة الحرارة العالية إضافة إلى وسيلة تبخير ذات غشاء رقيق وخزان تفكيك حراري.

عناصر الحماية

- ١ - عملية لإنتاج (meth)acrylic acid تشتمل على خطوة امتصاص absorption step ١
- لجلب الغاز المحتوي على (meth)acrylic acid الذي تم الحصول عليه بواسطة طريقة ٢
- أكسدة حفزية catalytic oxidation لطور غاز gas phase إلى برج امتصاص ٣
- absorption tower والسماح للغاز بالتلامس مع إحدى المواد الماصة، وبالتالي يتم ٤
- امتصاص (meth)acrylic acid في صورة محلول (meth)acrylic acid خام حيث يتم ٥
- في خطوة الامتصاص هذه سحب محلول (meth)acrylic acid الخام من منفذ الخروج ٦
- الخاص بالسحب الكائن فيما بين نقطة الإمداد الخاصة بالغاز المحتوي على ٧
- (meth)acrylic acid ونقطة الإمداد الخاصة بالمادة الماصة الموجودة في برج ٨
- الامتصاص absorption tower ، ثم يتم إدخاله إلى الخطوة التالية. ٩
  
- ٢- الطريقة الخاصة بإنتاج (meth)acrylic acid وفقاً لعنصر الحماية رقم (١)، حيث ١
- يكون تركيز (meth)acrylic acid الموجود في محلول (meth)acrylic acid الخام ٢
- المسحوب من برج الامتصاص absorption tower ٨٠٪ بالكتلة أو أعلى. ٣
  
- ٣- الطريقة الخاصة بإنتاج (meth)acrylic acid وفقاً لعنصر الحماية رقم (١) أو رقم ١
- (٢)، حيث تكون الخطوة التالية هي خطوة فصل وتنقية تركيز (meth)acrylic acid ٢
- من محلول (meth)acrylic acid الخام. ٣
  
- ٤- الطريقة الخاصة بإنتاج (meth)acrylic acid وفقاً لعنصر الحماية رقم (٣)، حيث ١
- تشتمل خطوة الفصل والتنقية على خطوة تبلر و/أو خطوة تقطير. ٢
  
- ٥- الطريقة الخاصة بإنتاج (meth)acrylic acid وفقاً لأي من عناصر الحماية من رقم ١
- (١) إلى رقم (٤)، حيث تشتمل المادة الماصة على ماء. ٢



شکل ۱



شکل ۲