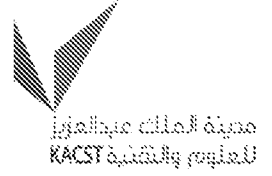


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



المملكة العربية السعودية
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

إن المشرف العام على مكتب البراءات السعودي، وبموجب أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية الصادر بالمرسوم الملكي الكريم رقم م/٢٧ وتاريخ ٢٩/٠٥/١٤٢٥هـ، واستناداً لأحكام اللائحة التنفيذية له الصادرة بالقرار الإداري رقم ٣٦٠٧٣٢٩-٢-١٦١ وتاريخ ٣٠/١٢/١٤٣٦هـ، يقرر منح:

ريسيرش تريانجل انستيتوت
Research Triangle Institute

براءة اختراع رقم ٦٥٤٦

بتاريخ ١٥/١١/١٤٤٠هـ الموافق ١٨/٠٧/٢٠١٩ م

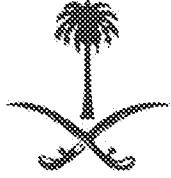
عن الاختراع المسمى/ التحكم في الماء في أنظمة استخلاص غاز حمضي غير مائي

Water control in non-aqueous acid gas recovery systems

ولمالك البراءة الحق في الانتفاع بكامل الحقوق التي يمنحها النظام في المملكة العربية السعودية.

المشرف العام على مكتب البراءات السعودي

م. صقر بن ناصر الفطيماني



[11] رقم البراءة: ٦٥٤٦

[45] تاريخ المنح: ١٤٤٠/١١/١٥ هـ

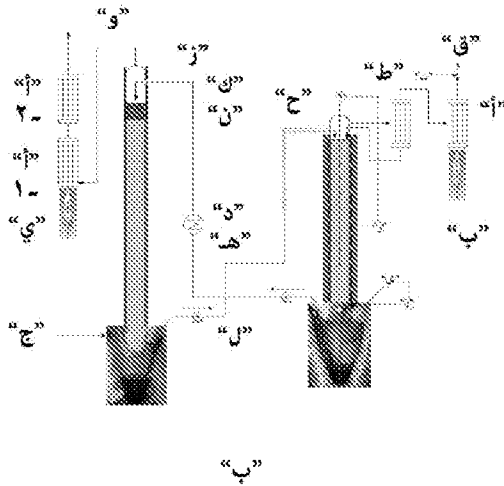
الموافق: ٢٠١٩/٠٧/١٨ م

[19] المملكة العربية السعودية SA

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[12] براءة اختراع

[86] رقم الطلب الدولي: PCT/US2015/015746	[72] اسم المخترع: كولينات لوك، ليل مارتني، اماتو كيلبي
[87] رقم النشر الدولي: WO/2015/123490	اي، تانثانا جاك
تاريخ النشر الدولي: ٢٠١٥/٠٨/٢٠ م	[73] مالك البراءة: ريسيرش ترينجل انستيتوت
[30] بيانات الأسبقية:	عنوانه: ٣٠٤٠ كورنواليس رود، ريسيرش ترينجل بارك، نورث كارولينا ٢٧٧٠٩، الولايات المتحدة الامريكية
[51] التصنيف الدولي (IPC ⁸): B01D 53/014, B01D 53/026	جنسيته: امريكية
[56] المراجع:	[74] الوكيل: شركة الهدف لخدمات العلامات المحدودة
FR ١٢٤٤٤١٤ ١٩٦٠/١٠/٢٨ م	[21] رقم الطلب: ٥١٦٣٧١٦٤٢
DE ١٠٢٠٠٨٠١٣٧٣٨ ٢٠٠٩/٠٩/١٠ م	[22] تاريخ دخول المرحلة الوطنية: ١٤٣٧/١١/٠٦ هـ
US ٢٠١٣٠١٦٤٢٠٠ ٢٠١٣/٠٦/٢٧ م	الموافق: ٢٠١٦/٠٨/٠٩ م
	تاريخ الإيداع للطلب الدولي: ٢٠١٥/٠٢/١٣ م
اسم الفاحص: عبدالرحمن بن محمد الفيضي	



الشكل (١)

[54] اسم الاختراع: التحكم في الماء في أنظمة استخلاص

غاز حمضي غير مائي

Water control in non-aqueous acid gas recovery systems

[57] الملخص: يتعلق الاختراع الحالي بطرق وأنظمة للتحكم

في ماء في عمليات إزالة غاز حمضي acid gas تتضمن

الخطوات أ) معالجة تيار الغاز gas stream في منطقة

امتصاص absorption zone مع سائل امتصاص

absorption liquid مذيب غير مائي non-

aqueous solvent: ب) توجيه سائل امتصاص

مذيب غير مائي المحمل بالغاز الحمضي إلى منطقة

تبريد regeneration zone: ج) توجيه سائل

امتصاص مذيب غير مائي المبرد إلى الخطوة أ)؛ ود)

التحكم في المجموعة الأولى والثانية من الظروف.

عدد عناصر الحماية (١٧)، عدد الأشكال (٥)

التحكم في الماء في أنظمة استخلاص غاز حمضي غير مائي
Water control in non-aqueous acid gas recovery systems

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق هذا الاختراع بشكل عام باكتشاف طرق وأنظمة للتحكم في ماء في عمليات إزالة غاز حمضي acid gas .

تمثل انبعاثات الغازات الدفينة Greenhouse gas والغاز الحمضي (ثاني أكسيد الكربون carbon dioxide، أكاسيد الكبريت sulfur oxides، أكاسيد النتروجين nitrogen oxides، كبريتيد الهيدروجين

hydrogen sulfide، كبريتيد كاربونيل carbonyl sulfide، ثاني كبريتيد الكربون carbon disulfide) من محطة قدرة أو عمليات صناعية أخرى مشكلة عالمية كبيرة. هناك العديد من المناهج المختلفة

التي يتم استكشافها لاستخلاص هذه الغازات من الاحتراق أو غيره من المصادر. تمثل عملية التقليل الملحوظ لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من محطات القدرة التي تعمل بالفحم الحالية

والجديدة فرصة كبيرة لتخفيف انبعاثات الغازات الدفينة والتغير المطلق في المناخ العالمي. في الولايات المتحدة، هناك تقريبا ٥٠٪ من سعة محطات القدرة التي تأتي من محطات قدرة تعمل

بالفحم coal-fired، والتي تساهم في ٨٠٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من محطة القدرة الكهربية وتقريبا ٣٦٪ من إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الكلية. Annual Energy

Outlook، DOE/ EIA -٢٠٠٩، ٣٨٣، ٢٠٠٩. بالتالي، فإن عمليات تطوير تقنيات تقلل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل غير مكلف من محطات القدرة التي تعمل بالفحم مهمة جدا للحصول على

محطات القدرة التي تعمل بالفحم في هيئة محطة قدرة power generation خصوصا إذا تم سن لوائح للتغير في المناخ.

حاليا، تقنيات تصفية ثاني أكسيد الكربون التقليدية، باستخدام الأنظمة المائية مثل مركبات ألكيل أمين alkyl amines، مثلا، أنظمة مذيية قائمة على أساس مونو إيثانول أمين مائي -aqueous

monoethanolamine، غالية جدا وإذا تم تنفيذها فسوف تؤدي إلى زيادة قدرها ٧٥ إلى ١٠٠٪ في تكلفة الكهرباء in cost of electricity للمستهلكين. Existing Plants, Emissions and Capture -

Setting CO₂ Program Goals، DOE/NETL -٢٠٠٩، ١٣٦٦. هناك أسباب كبير في وجود تكلفة الكهرباء المرتفعة بتقنيات الحجز التقليدية وهو حمل قدرة طفيلي parasitic power load

مرتبط بإطلاق ثاني أكسيد الكربون من المذيب أثناء تبريد المذيب وتكاليف رأس المال العالية المرتبطة بحجم البناء ومواد البناء الخاصة بمعدات المعالجة.

موازنة الماء في أنظمة إزالة Removal Systems غاز حمضي من مذيب غير مائي Non-Aqueous Solvent .

٥ تتضمن طرق استخلاص غاز حمضي من مذيب غير مائي منشورات من Heldebrandt *et al.*، براءة الاختراع الأمريكية رقم ٠١٣٦٤٠٢/٢٠٠٩، رقم ٠٢٢٠٣٩٧/٢٠٠٩ وطلب نشر براءة الاختراع الدولية رقم ٠٩٧٣١٧/٢٠٠٩ التي تقوم بالكشف عن أنظمة سائلة عضوية organic liquid systems لارتباط غاز حمضي عكسي. تسمح هذه الأنظمة بفصل وحجز واحد أو أكثر من الغازات الحمضية المتعددة من تيار غاز مخلوط، ونقل السائل وإطلاق الغازات الحمضية من النال الأيوني، وإعادة استخدام السائل. وهي تقوم بالكشف عن العديد من سوائل الربط العضوية ١٠ Binding Organic Liquids للغاز الحمضي، مثلا، سوائل الربط العضوية ثاني أكسيد النيتروجين nitrogen oxide (NO₂BOLs)، سوائل الربط العضوية لثاني أكسيد الكبريت sulfur oxide (SO₂BOLs)، أو سوائل الربط العضوية لثاني أكسيد الكربون.

تقوم Wang *et al.* بالكشف عن المواد الكاشفة لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون مع سائل أيونية بروتونية protic ionic liquids مشتقة من قاعدة فائقة. Wang *et al.* 2010 *Angew Chem Int Ed* ١٥ ٥٩٧٨-٥٩٨١. وهي تقوم بالكشف عن امتصاص غاز حمضي سائل أيونية بروتونية والذي يتضمن مواد مانحة للبروتون proton donors الضعيف والمادة القاعدية الفائقة (كحولات معالج بفلور fluorinated alcohols، مركبات إيميدازول imidazoles، مركبات بيروليديون pyrrolidinones، مركبات فينول phenols) لتكوين مركبات كربونات سائلة liquid carbonates أو أملاح فينولية على عند التفاعل مع ثاني أكسيد الكربون. ٢٠

تقوم Lail *et al.*، طلب النشر الدولي لبراءة الاختراع الدولية رقم ٠٣١٢٧٤/٢٠١٢، بالكشف عن أنظمة مذبية solvent systems لإزالة غاز حمضي مع مكونات حمضية acid components (كحولات معالج بفلور) وقواعد نيتروجينية nitrogenous bases (مركبات أمين amines، مركبات أميديين amidines أو مركبات جوانيديين guanidines).

تقوم *Lail et al.*، طلب النشر الدولي لبراءة الاختراع الدولية رقم ٢٠١٢/٠٣١٢٨١، بالكشف عن أنظمة مذببة لإزالة غاز حمضي مع مخفف وقواعد نيتروجينية (مركبات أمين، مركبات أميديين أو مركبات جوانيديين).

تقوم *Bara*، براءة الاختراع الأمريكية رقم ٨٥٠٦٩١٤ ب٢ بالكشف عن إزالة مذبب ثاني أكسيد الكربون تتضمن إيميدازول مفعّل بـ N-functionalized imidazole -N وأمين amine.

يقوم *Davis and Perry*، براءة الاختراع الأمريكية رقم ٢٠١٣/٠٠٥٢١٠٩/أ١ بالكشف عن تركيبات ماصة لثاني أكسيد الكربون تحتوي على مادة قائمة على أساس سيليكون silicon-based material غير مائية سائلة مفعلة بوحدة أو أكثر من المجموعات التي تتفاعل بشكل عكسي مع ثاني أكسيد الكربون و/أو لها ألفة عالية لثاني أكسيد الكربون؛ ومركب كحول أمينو amino alcohol compound واحد على الأقل.

بشكل عام، تقوم عمليات موازنة الماء في احتجاز ثاني أكسيد الكربون وعمليات تصفية غاز حمضي بالحفاظ على محتوى ماء المطلوب للمذبب بواسطة التحكم في نسب تراكم الماء والتبخير لتجنب كل من (١) تخفيف المذبب وغمر العملية أو (٢) تركيز المذبب وتعطيش العملية بالماء. عملية موازنة الماء في عمليات إزالة غاز حمضي مطلوبة أيضا بسبب أن هناك العديد من

العمليات التي تكون عبارة عن أنظمة مفتوحة ويتم إدخال الماء إلى النظام عبر غاز التغذية feed gas وتغادر النظام عبر مسارات متعددة انتقالية للعملية التي تتضمن بشكل مثالي الغاز المعالج treated gas، تيار منتج product stream غاز حمضي، وتيارات نضح الملوثات المائية. في الوقت ذاته سوف يكون من المفضل تشغيل العملية بطريقة تحافظ على محتوى ماء الكلي عند أو بالقرب من تركيزات مطلقة. تم تطوير العديد من المناهج للحفاظ على توازن الماء في عمليات احتجاز ثاني أكسيد الكربون مشتقة من أمين مائي aqueous amine وتم التنفيذ صناعيا على مدار ٦٠ عام.

يتم إدخال الماء إلى عملية غاز حمضي عبر تيار غاز التغذية وبشكل محدد لعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون عبر تيار الغاز التالف flue gas stream. يمكن أن يتواجد الماء في النظام عبر العديد من التيارات شاملة الغاز المعالج الغاز المعالج، غاز عادم جهاز إعادة التجديد regenerator

off-gas، أو كتيار ماء سائل منضوح purged liquid water stream. تيار الغاز التالف من محطة قدرة ذات مرجل boiler يعمل بالفحم المطحون الفائقة supercritical pulverized coal بقدرة ٥٥٠

ميجا واط والمجهزة بوحدة نزع الكبريت من الغاز التالف wet flue gas desulfurization تحتوي تقريبا على ٥٠٢٠٠٠ رطل/ساعة من الماء المشبع عند $56,7^{\circ}\text{C}$ (~١٦,٧٪ بالحجم) [DOE- NETL- 2010/ 1397]. بالنسبة للعديد من عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون، سوف يتم تصور أن تيار الغاز التالف هذا سوف يتم نزع الكبريت منه بشكل أكبر إلى > 10 جزء بالمليون عبر جهاز تصفية كبريت عميق باستخدام هيدروكسيد صوديوم sodium hydroxide. وقد تم وصف تصفية ثاني أكسيد الكبريت العميقة بكونها مطلقة عند 40°C وبالتالي سوف يتم تقليل درجة حرارة الغاز التالف ومحتوى الماء معا. تقوم عملية تقليل درجة حرارة تيار الغاز التالف إلى 40°C بتقليل محتوى الماء إلى ٧,٣٨٪ وبالتالي يتم تقليل مقدار الماء الذي يدخل جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون في تيار الغاز التالف من $502,000$ رطل/ساعة إلى $222,000$ رطل/ساعة. حتى لا يكون تراكم الماء في المذيب/العملية عبارة عن مشكلة، يجب ألا يتم تكثيفه أو امتصاصه/امتزازه بواسطة المذيب.

حتى تتمتع عملية إزالة غاز حمضي بتوازن في الماء محايد، يجب على نفس مقدار الماء أن يغادر العملية كما يدخل على أساس متوسط زمني. عملية موازنة الماء تمثل اعتبارا ضروريا لكل عمليات تصفية غاز حمضي شاملة عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون وعمليات تستخدم المذيبات القائمة على أساس مائي وأساس غير مائي. وقد تم تطوير العديد من الطرق/المناهج التي تعالج المشكلة التشغيلية وتم استخدامها على مدار عقود. وقد تم وصف أكثر المناهج انتشارا للتحكم في محتوى الماء في عمليات إزالة غاز حمضي بواسطة Kvamsdal et al. 2010 *Int J Greenhouse Gas Contr* ٦٢٠-٦١٣، ٤، وتتضمن بشكل مثال: (١) درجة حرارة الغاز التالف، مدخل ومخرج امتصاص؛ (٢) حالة درجة الحرارة في قطاع الامتصاص absorption section للجهاز الماص absorber؛ (٣) وصف درجة حرارة مدخل الأمين amine المدخل ماص لمركبات أمين فقيرة؛ و(٤) غسل قطاعات في الجزء العلوي من الجهاز الماص وجهاز امتزاز desorber. لموازنة الماء في عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون، يقترح Kvamsdal et al ما يلي: (١) التبريد الأولي للغاز التالف قبل عمود الامتصاص absorption column؛ (٢) إعادة تدوير الماء؛ و(٣) تبريد الغاز عند ترك عمود الامتصاص.

٢٥ في عملية إزالة غاز حمضي قائمة على أساس مذيب غير مائي، يمكن إدخال الماء إلى النظام عبر تيار غاز التغذية، مثلا، احتراق غاز تالف. مع ذلك، يتم الحفاظ على توازن ماء في عملية

مذيب غير مائي والتي يمكن أن تكون معقدسة بسبب الطبيعة غير المائية، أي غير القائم على أساس ماء، لمذيب انتقائي لغاز حمضي. يمكن تكثيف ماء في غاز التغذية بواسطة التلامس مع تيار مذيب غير مائي أبرد، مثلا، في الجهاز الماص، وإذا كان للماء ذوبانية قابلة للقياس في مذيب غير مائي أكثر مما يمكن امتزازه أو نزعه بواسطة مذيب غير مائي. بالتالي، يمكن أن يكون الماء موجودا في العملية مذيب غير مائي كماء قابل للذوبان في مذيب غير مائي وكطور منفصل غني بالماء مع التوزيع بناء على ذوبانية الماء في مذيب غير مائي. بسبب قابلية الماء المنخفضة للاختلاط مع مذيبات غير مائية، تكون منظور تكوين طور منفصل غني بالماء في عملية إزالة غاز حمضي من مذيب غير مائي عالية. تمثل عملية تكوين خليط غني بمذيب غير مائي / غني بالماء ثنائي الطور في عملية إزالة غاز حمضي من مذيب غير مائي تحديات كبيرة خاصة بالمعالجة والتشغيل.

حاليا، تقوم *Katz et al.* براءة الاختراع الأمريكية رقم ٢٣٠٤٤٠/٢٠١٣ بالكشف عن عملية ميكانيكية نظرية لإزالة غازات حمضية من تيارات تحتوي على الماء مثل احتراق غازات العادم exhaust gases وفصل/استخلاص الماء. ذلك الماء الموجود أولا في تيار المائع fluid stream يتم إما تكثيفه أو حله في سائل امتصاص absorption liquid الغاز الحمضي ويتم التراكم كطور مائي منفصل separate aqueous phase. يقوم تراكم الماء في مذيب غير مائي بتكوين نظام ثنائي الطور يتكون من طور غني بالماء وطور غني بمادة غير مائية وقد يتم فصل الطور الغني بالماء من الطور الغني بالمذيب غير مائي عبر عملية الفصل الميكانيكي لاستدامة وتشغيلية العملية. تتم إزالة الماء أو الطور المائي المكثف بواسطة الترويق و/أو الطرد المركزي. بعد ذلك يتم تلامس الماء المزال مع تيار الغاز المعالج لإعادة تمييه الغاز المعالج.

هناك العديد من العيوب الواضحة في *Katz et al.* براءة الاختراع الأمريكية رقم ٢٣٠٤٤٠/٢٠١٣. أولا، هذا المنهج يتطلب تكوين مذيب ثنائي الطور يمكن فصله عبر الفصل الميكانيكي mechanical separation. ثانيا، بسبب حجم العملية، سوف يكون جهاز تصفية السائل liquid decanter كبيرا جدا وسوف يزيد بشكل كبير من تكلفة رأس مال العملية. ثالثا، سوف تصبح العملية أكثر تعقيدا بسبب التعقيد الإضافي لنظام جهاز الترويق. رابعا، تحقيق توازن ماء محياد بواسطة إعادة تمييه الغاز المعالج في منطقة إعادة تمييه سوف يتطلب إضافة حرارة تزيد من الحاجة إلى الطاقة للعملية.

- قامت براءة الاختراع الفرنسية ١٢٤٤٤١٤ بتوضيح كربونات البروبلين propylene carbonate كسائل امتصاص مُذيب غير مائي. تعتبر كربونات البروبلين شديدة الذوبان بالماء. على النقيض، يتطلب الاختراع الحالي أن يكون لمُذيب غير مائي قابلية ذوبان منخفضة بالماء، حيث تكون قابلية الذوبان اقل من حوالي ١٠ جرام من الماء لكل ١٠٠ جرام من مُذيب غير مائي. علاوة على ذلك، لم تكشف الوثيقة براءة الاختراع الفرنسية ١٢٤٤٤١٤ عن ميزة الاختراع الحالي المتعلقة بموازنة نسبة الماء.
- ٥
- لم تكشف براءة الاختراع الأمريكية رقم ١٢٠١٣٠١٦٤٢٠٠ أيضاً عن ميزة الاختراع الحالي المتعلقة بموازنة نسبة الماء.
- قامت براءة الاختراع الألمانية رقم ١١٠٢٠٠٨٠١٣٧٣٨ بتوضيح سائل أيوني وإضافات بوليمر شديدة التفرع إلى الألكانول أمينات لامتصاص غاز الحامض. تعتبر الألكانول أمينات شديدة الذوبان بالماء. على سبيل المثال، بالفقرة [٠٠٣٤] أوضحت براءة الاختراع الألمانية رقم ١١٠٢٠٠٨٠١٣٧٣٨ تجريبية بـ ٢٩٪ مونو إيثانول أمين MEA monoethanolamine في ٧١٪ ماء. بالتالي، لم تكشف براءة الاختراع الألمانية رقم ١١٠٢٠٠٨٠١٣٧٣٨ ولا عن عملية ولا عن نظام حيث تكون قابلية ذوبان مذيب غير مائي اقل من حوالي ١٠ جرام من الماء لكل ١٠٠ جرام من مذيب غير مائي. علاوة على ذلك، فإن ميزة الاختراع الحالي المتعلقة بموازنة نسبة الماء غير موجودة في براءة الاختراع الألمانية رقم ١١٠٢٠٠٨٠١٣٧٣٨.
- ١٠
- ١٥

الوصف العام للاختراع

- للحفاظ على توازن الماء في عملية إزالة غاز حمضي من مذيب غير مائي، يجب على الماء أن يترك العملية عبر ثلاث مسارات: (١) تيار غاز التغذية المغذى (treated feed gas stream، ٢) غاز عادم جهاز إعادة التجديد، و/أو (٣) نضح الماء السائل عند نفس معدل المتوسط الزمني الذي يدخل في غاز التغذية. سوف يتم اعتبار هذه الاختيارات أدناه:
- ٢٠
- الاختيار ٣: نضح الطور الغني بالماء هو مسار غير مطلوب حيث سيكون التيار الغني بالماء مع مذيب غير مائي والذي يمكن أن يصل إلى نسبة منخفضة بالوزن [Lail et al.، طلب النشر الدولي لبراءة الاختراع الدولية رقم ٢٠١٢/٠٣١٢٧٤؛ Lail et al.، طلب النشر الدولي لبراءة الاختراع الدولية رقم ٢٠١٢/٠٣١٢٨١]. بالتالي سوف يحتاج تيار غني بالماء المنضوح إلى أن تتم معالجة
- ٢٥

لاستخلاص مذيب غير مائي للتحكم في تكاليف تعويض مذيب غير مائي ولتجنب إطلاق المواد الكيماوية الخطرة إلى البيئة. وهذا يمثل تحدي كبير في المعالجة وتكلفة تشغيل.

الاختيار ٢: تتطلب إزالة ماء من العملية عبر غاز عادم جهاز إعادة التجديد أن يتم تبخير الماء في العملية في جهاز إعادة تجديد المذيب solvent regenerator (جهاز امتزاز) وبعد ذلك يتم الاستخلاص من العادم بواسطة التكثيف. يمكن أن يتم ارتجاع ناتج التكثيف condensate كلياً إلى العمود أو الارتجاع الجزئي أو لا يتم ارتجاه على الإطلاق. في الحالتين الأخيرين، يمكن أن يتم استخلاص تيار ماء منقى خالي من المذيب وتتم إزالته من العملية. يتطلب هذا الاختيار مدخل طاقة حيث يجب أن يتم تبخير الماء ليتم فصله من مذيب غير مائي.

الاختيار ١: فصل عملية إزالة غاز حمضي من مذيب غير مائي بطريقة بحيث يغادر الماء الذي يدخل الجهاز الماص في تيار غاز التغذية الجهاز الماص عبر تيار الغاز التالف المعالج. في هذه الطريقة تكون هناك حاجة إلى أقل قدر من الطاقة، إن وجدت، ويمكن تجنب الحصول على تيار غني بالماء السائل يحتوي على مذيب غير مائي. يمكن تحقيق ذلك بواسطة العديد من الطرق شاملة التحكم في ظروف غاز التغذية، ظروف تغذية مذيب غير مائي الفقير، استغلال حالة درجة حرارة الجهاز الماص، وصيغة مذيب غير مائي.

١٥ في نماذج معينة غير مقيدة، يقدم الاختراع الحالي عملية لتنظيم محتوى الماء وإزالة الغازات الحمضية من تيار غاز يحتوي على ماء باستخدام سائل امتصاص مذيب غير مائي والتي تتضمن: (أ) معالجة تيار الغاز في منطقة امتصاص مع سائل امتصاص مذيب غير مائي تحت مجموعة أولى من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق للحصول على تيار غاز معالج مستنفذ الغاز الحمضي وسائل امتصاص مذيب غير مائي محمل بالغاز الحمضي؛ (ب) توجيه سائل امتصاص مذيب غير مائي المحمل بالغاز الحمضي إلى منطقة تبريد regeneration zone تحت مجموعة ثانية من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق وإعادة توليد سائل امتصاص مذيب غير مائي المحمل لاستبعاد جزء من الغازات الحمضية والحصول على سائل امتصاص مذيب غير مائي مجدد؛ (ج) توجيه سائل امتصاص مذيب غير مائي المبرد إلى الخطوة أ؛ و(د) التحكم في المجموعة الأولى والثانية من الظروف لتجنب ضرورة جهاز فصل لفصل طور غني بالماء من سائل امتصاص مذيب غير مائي، لتنظيم محتوى الماء، وإزالة الغازات الحمضية من تيار الغاز الغني بالماء.

نظام استخلاص غاز حمضي acid gas recovery system باستخدام سائل امتصاص مذيب غير مائي والتي تتضمن: (أ) وحدة امتصاص لمعالجة تيار غاز غني بالماء مع منطقة امتصاص تحتوي على سائل امتصاص مذيب غير مائي تحت مجموعة أولى من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق والتي تكون تيار غاز معالج مستنفذ الغاز الحمضي وسائل امتصاص مذيب غير مائي محمل بالغاز الحمضي؛ (ب) وحدة تبريد regeneration unit مع منطقة تبريد في اتصال عبر المائع مع سائل امتصاص مذيب غير مائي المحمل بالغاز الحمضي تحت مجموعة ثانية من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق وإعادة توليد سائل امتصاص مذيب غير مائي المحمل لاستبعاد جزء من الغازات الحمضية ولتكوين سائل امتصاص مذيب غير مائي مجدد؛ (ج) وسيلة لإعادة سائل امتصاص مذيب غير مائي المبرد إلى وحدة الامتصاص absorption unit في الخطوة (أ)؛ و(د) وحدة تحكم controller للمجموعة الأولى والثانية من الظروف لتجنب ضرورة جهاز فصل separation device لفصل طور غني بالماء من سائل امتصاص مذيب غير مائي، لتنظيم محتوى الماء، وإزالة الغازات الحمضية من تيار الغاز الغني بالماء.

في العملية والنظام المذكور أعلاه، يمكن تنظيم محتوى الماء بحيث تتوازن كمية الماء الذي يدخل العملية في تيار الغاز الغني بالماء مع محتوى الماء الذي يغادر العملية في تيار الغاز المعالج مستنفذ الغاز الحمضي أو الغازات العادمة من منطقة التبريد. بشكل بديل، يمكن أن يتم تنظيم محتوى الماء بحيث تكون كمية الماء الذي يدخل العملية في تيار الغاز الغني بالماء أكبر من محتوى الماء الذي يغادر العملية في تيار الغاز المعالج مستنفذ الغاز الحمضي أو الغازات العادمة من منطقة التبريد، ويتم تراكم الماء في العملية. بناء على احتياجات العملية، يمكن تنظيم محتوى الماء بحيث تكون كمية الماء الذي يدخل العملية في تيار الغاز الغني بالماء أقل من محتوى الماء الذي يغادر العملية في تيار الغاز المعالج مستنفذ الغاز الحمضي أو الغازات العادمة من منطقة التبريد ويتم استنفاد الماء في العملية.

عملية لتنظيم محتوى الماء وإزالة الغازات الحمضية من تيار غاز يحتوي على ماء باستخدام سائل امتصاص مذيب غير مائي والتي تتضمن: (أ) معالجة تيار الغاز في منطقة امتصاص مع سائل امتصاص مذيب غير مائي تحت مجموعة أولى من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق للحصول على تيار غاز معالج treated gas stream مستنفذ الغاز الحمضي

وسائل امتصاص مذيّب غير مائي محمل بالغاز الحمضي؛ (ب) توجيه سائل امتصاص مذيّب غير مائي المحمل بالغاز الحمضي إلى منطقة تبريد تحت مجموعة ثانية من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق وإعادة توليد سائل امتصاص مذيّب غير مائي المحمل لاستبعاد جزء من الغازات الحمضية والحصول على سائل امتصاص مذيّب غير مائي مجدد؛ (ج) توجيه سائل امتصاص مذيّب غير مائي المبرد إلى الخطوة أ؛ و(د) التحكم في المجموعة الأولى والثانية من الظروف من أجل (١) موازنة محتوى الماء الذي يدخل العملية في تيار الغاز الغني بالماء مع محتوى الماء الذي يغادر العملية؛ (٢) تراكم ماء من تيار الغاز الغني بالماء؛ أو (٣) استنفاد ماء من تيار غاز غني بالماء؛ وإزالة الغازات الحمضية من تيار الغاز الغني بالماء.

٥
١٠ في نماذج معينة للعمليات أو الأنظمة المذكورة أعلاه، يمكن أن يكون الغاز الحمضي عبارة عن ثاني أكسيد الكربون. يمكن أن يأتي تيار الغاز الذي يحتوي على الماء من عملية معالجة أولية pre-treatment process لنزع الكبريت desulfurization. يمكن أن يكون تيار الغاز عبارة عن غاز تالف من احتراق وقود حفري fossil fuel، غاز عادم exhaust gas من عملية احتراق combustion process، أو غاز عادم من مصنع أسمنت cement plant.

١٥ في العمليات أو الأنظمة المذكورة أعلاه، يمكن أن تتم إعادة توليد سائل امتصاص مذيّب غير مائي المحمل بواسطة فك الضغط، التسخين، النزع أو توليفة مما سبق. في أحد النماذج، يتم تسخين سائل امتصاص مذيّب غير مائي المحمل أولياً بواسطة التبادل الحراري غير المباشر مع سائل الامتصاص المجدد.

٢٠ في العمليات أو الأنظمة المذكورة أعلاه، يمكن أن يتضمن سائل امتصاص مذيّب غير مائي قاعدة نيتروجينية وحمض فقير. بشكل بديل، يمكن أن يتضمن سائل امتصاص مذيّب غير مائي قاعدة نيتروجينية له نيتروجين nitrogen (N₂) مع ذرة هيدروجين hydrogen atom تغادر المجموعة ومخفف. يمكن أن تكون القاعدة النيتروجينية عبارة عن أمين amine، أميدين amidine، جوانيدين guanidine، أو توليفة مما سبق، مثلاً، ٢-فلورو فينيل إيثيل أمين 2-fluorophenylethylamine

أو N-methylbenzylamine. يمكن أن يكون الحمض الفقير عبارة عن كحول معالج بفلور fluorinated alcohol، مثلاً، أوكتا فلورو بنتانول octafluoropentanol، أو كحولات أخرى معالجة بفلور مع وظيفة حمض فقير؛ أو مركبات فينول phenols أو مركبات فينول

مستبدلة substituted phenols مع وظيفية حمض فقير. يمكن أن يكون المخفف عبارة عن مخفف أليفاتي aliphatic diluent، مخفف كاره للماء hydrophobic diluent، أو مخفف بولي إيثر polyether diluent. يمكن أن يكون مخفف البولي إيثر عبارة عن إيثر مستبدل من بولي إيثيلين جليكول polyethylene glycol، إيثر مستبدل من بولي بروبيلين جليكول polypropylene glycol، أو خليط مما سبق. ٥

في أحد النماذج، يمكن أن يكون نظام المذيب قابل للخلط بالماء. في نموذج آخر غير مقيد، نظام المذيب له ذوبانية مع ماء بمقدار أقل من حوالي ١٠ جم من ماء لكل ١٠٠ جم من مذيب غير مائي.

شرح مختصر للرسومات

الشكل 1: يبين مخطط مبسط من نظام امتصاص غاز gas absorption system تدفق مستمر على مقياس معمل له تهيئة جهاز امتزاز-امتصاص معياري. ١٠

الشكل 2: يبين بيانات تيار في الوقت الفعلي time-on-stream لتجربة تبين التحكم في توازن الماء في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي.

الشكل 3: يبين مخطط مبسط من إل أس جي ايه أس LsGAS بعد ٩٠ ساعة من تيار في الوقت الفعلي يبين وجود طور غني بالماء في تيار تغذية ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير وعدم وجود طور ماء في أحواض لجهاز الماص absorber أو جهاز امتزاز desorber. ١٥

الشكل 4: يبين بيانات تيار في الوقت الفعلي لتجربة تبين أن توازن الماء في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي يمكن التحكم فيه وتشغيله دون تكوين تكوين طور منفصل غني بالماء.

الشكل 5: يبين مخطط للمكونات الرئيسية لأحد النماذج غير الحصرية لتجهيز عملية نزع غاز حمضي acid gas scrubbing process مع نظام موازنة الماء water balancing system. ٢٠

الوصف التفصيلي:

يصف الاختراع طريقة لتحقيق موازنة الماء في عملية إزالة غاز حمضي من مذيب غير مائي وبشكل أكثر تحديدا عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون، وتجنب تكوين طور غني بالماء والذي يجب فصله ميكانيكيا من مذيب غير مائي. في بعض النماذج، سوف يكون من المفضل تشغيل الجهاز الماص بحيث تكون كتلة الماء الذي يدخل العمود في تيار غاز التغذية هي التي تغادر في تيار ٢٥

الغاز المعالج. أحد الطرق يتمثل في التحكم في درجة حرارة غاز التغذية وبالتالي محتوى الماء لتيار غاز التغذية بينما يتم التحكم الآني في درجة حرارة الغاز المعالج الذي يخرج من الجزء العلوي للعمود. هناك العديد من العوامل التي تساهم في درجة حرارة الغاز المعالج الذي يخرج من العمود شاملة درجة حرارة تغذية المذيب ولكن بشكل مهم حالة درجة الحرارة في الجهاز الماص. يعتمد شكل حالة درجة الحرارة في الجهاز الماص على حرارة الامتصاص، سخونة الغاز والسائل وخواص نقل الكتلة و معدلات تدفق الغاز والسائل.

بسبب الطبيعية الطاردة للحرارة لتفاعل امتصاص غاز حمضي وتدفق التيار المعاكس للغاز والسائل، تبين حالة درجة حرارة الجهاز الماص حالة قصوى أو ارتفاع عند بعض النقاط الفاصلة في العمود وبالتالي، يغادر السائل بشكل مثالي من قاع العمود عند درجة حرارة أكبر من درجة

حرارة دخول الغاز التالف ويغادر الغاز التالف المعالج بشكل مثالي من الجزء العلوي للعمود عند درجة حرارة أكبر من مذيب التغذية. بالتالي، يمكن التحكم في درجة حرارة تيار الغاز المعالج

لموازنة الماء في العملية، مع ذلك، حيث هناك العديد من العوامل التي تساهم في درجة حرارة تيار غاز المخرج وبالتالي ليس هناك تحكم متغير فردي ليتم تعديله. أحد الطرق الخاصة بالتحكم في درجة حرارة الغاز المعالج الذي يخرج من الجزء العلوي للعمود وهو التحكم في درجة حرارة تغذية

المذيب إلى الجهاز الماص. على الرغم من عدم وجود متغير تحكم مباشر، في أغلب الحالات يمكن استخدامه كمتغير محيط جيد. بالنسبة للغاز المعالج يقوم بحمل نفس كتلة الماء التي يجب أن تغادر الجهاز الماص والذي يكون أدفاً بشكل خفيف من الغاز التالف الذي يدخل العمود حيث

أن كلا الغازين شبه مشبعين بالماء ومعدل تدفق الغاز المعالج الذي يخرج من الجهاز الماص أقل من غاز التغذية بسبب امتصاص بعض أجزاء ثاني أكسيد الكربون من تيار غاز التغذية. بالنسبة لتطبيقات غاز تالف مشتقة من الفحم، يبلغ معدل تدفق الغاز المعالج تقريبا ٨٨٪ من غاز التغذية

بافتراض أن تركيز ثاني أكسيد الكربون بمقدار ١٣,٣٪ وفعالية الاحتجاز بمقدار ٩٠٪. بالتالي يجب أن يكون الغاز المعالج أدفاً من غاز التغذية feed gas.

بناء على المجموعات المتعددة من التجارب شاملة قياسات المعايرة والاختبار المستمر (ثاني أكسيد الكربون-الماء-مذيب غير مائي) في نظام امتصاص-تبريد في المعمل يمثل العملية، وقد أبدى أن له توازن ماء محايد يمكن تحقيقه في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي

بواسطة: (١) تجنب تكوين طور ماء ثاني من خلال تعديل ظروف تشغيل الجهاز الماص وبالتالي

يتم استبعاد الحاجة إلى أجهزة فصل و(٢) استبعاد جهاز الفصل وتغذية مذيب ثنائي الطور بشكل مباشر إلى جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون.

كل من طرق موازنة الماء هذه غير مذكورة في الفن السابق وسوف يتم اعتبارها على أنها تطورات جديدة. تقوم طرق موازنة الماء: (١) بتبسيط تصميم العملية والتشغيل بواسطة استبعاد معدات الفصل؛ (٢) تقليل تكلفة رأس المال لعملية إزالة غاز حمضي؛ (٣) تكوين توازن ماء محايد عبر ضمان أن تيار الغاز المعالج يحتوي على نفس كتلة الماء كغاز التغذية يدخل الجهاز الماص؛ (٤) دمج موازنة الماء وامتصاص غاز حمضي في نفس وعاء العملية؛ و(٥) تقديم فعالة للحرارة المطلوبة لتبخير الماء في تيار الغاز بواسطة استخدام الحرارة الخارجية للامتصاص بينما تم توفير عملية تبريد في الموقع بشكل آني إلى مذيب غير مائي أثناء عملية الامتصاص.

١٠ علاوة على ذلك، هذه الطريقة لموازنة الماء تنطبق على استراتيجيات تشغيل عملية تؤدي إلى مذيب غير مائي الذي تم توضيحه كماء يحتوي على صور أخرى من طور فردية والحالة حيث يكون محتوى الماء بحيث يكون هناك اثنين من الأطوار، طور غني بالماء وطور غني بمذيب غير مائي. في حالة أنه قد تم تكوين طورين، يمكن أن يتم فصل التيار الغني بالماء من مذيب غير مائي ويتم إدخالها إلى الجزء العلوي من الجهاز الماص وبشكل إضافي، في الحالات حيث يكون المذيب يحتوي على ماء أو عبارة عن خليط ثنائي الطور، سوف تتم إعادة المذيب بشكل مباشر إلى الجزء العلوي من الجهاز الماص بدون استخدام ماء جهاز فصل.

التعريفات

٢٠ كما هو مستخدم هنا المصطلح "مذيب غير مائي" يعني نظام مذيب عضوي organic solvent system قابل للاختلاط يعني نظام مذيب عضوي قابل للاختلاط مع ٠-٢٠٪ (وزن/وزن بالمائة من ماء)، ٠-١٠٪ (وزن/وزن بالمائة) ماء، وبشكل مفضل أقل من ١٠ (وزن/وزن بالمائة) ماء. تتضمن مذيب غير مائي كل من الأنظمة المذيبة البروتونية واللابروتونية وخطات منها. يمكن أن يكون مذيب غير مائي عبارة عن أحماض فقيرة أو قواعد نيتروجينية. يمكن أن تكون مذيب غير مائي عبارة عن توليفة ثلاثية من حمض فقير، قاعدة نيتروجينية، ومخفف بولي إيثر.

أنظمة مذيب غير مائي

٢٥ في بعض النماذج المعينة، يمكن اختيار الحمض الفقير من المجموعة المكونة هنا من: ٢،٢،٣،٣،٤،٤،٥،٥-أوكتا فلورو بنتانول 2,2,3,3,4,4,5,5-octafluoropentanol (OFP)؛

- ٢,٢,٣,٣ تترا فلورو بروبانول 2,2,3,3 tetrafluoropropanol (TFP)؛ ٢,٢,٣,٣,٣-بنتا فلورو بروبانول 2,2,3,3,3-pentafluoropropanol (PFP)؛ ٢,٢,٣,٣,٤,٤-هكسا فلورو بيوتانول 2,2,3,3,4,4-hexafluorobutanol (HFB)؛ ٢,٢,٢-تراي فلورو إيثانول 2,2,2-trifluoroethanol (TFE)؛ نونا فلورو I-هكسانول nonafluoro-1-hexanol؛ ٤,٤,٥,٥,٦,٦,٧,٧,٧-هبتانول 4,4,5,5,6,6,7,7,7 nonafluoroheptanol؛ ٢-٢-فينيل -٢-هبتانول 4-methoxyphenol 1,1,3,3-hexafluoro-2-phenyl-2-propanol؛ ٤-ميثوكسي فينول 4-ethoxyphenol (4-EtOPh)؛ ٢-إيثوكسي فينول 2-ethoxyphenol؛ ٤-بروبوكسي فينول 4-propoxyphenol؛ إيميدازول imidazole؛ بنزيميدازول N-methylimidazole؛ N-ميثيل إيميدازول 1-N-methylimidazole؛ ١-تراي فلورو أسيتيل إيميدازول 1,2,3-trifluoroacetylimidazole؛ ١,٢,٣-تراي أزول 1,2,3-triazole؛ ١,٢,٤-تراي أزول 1,2,4-triazole؛ ٢-تراي فلورو ميثيل بيرازول 2-trifluoromethylpyrazole؛ ٣,٥-بيس تراي فلورو ميثيل بيرازول 3,5-bistrifluoromethylpyrazole؛ ٣-تراي فلورو ميثيل بيرازول 3-trifluoromethylpyrazole؛ أو خلطات مما سبق. في بعض النماذج، الحمض الفقير له ثابت تفكك حمض بمقدار ٨-١٥.
- ١٥ في بعض النماذج، يمكن أن تكون القاعدة النيتروجينية عبارة عن مركبات أمين أولية أو ثنائية، أميديين amidine، أو جوانيديين guanidine. في جوانب معينة، يمكن اختيار مركبات أمين أولية أو ثنائية من مركبات أمين مفعلة بمجموعات عطرية تحتوي على ألكيل عطرية. في نماذج معين، يمكن اختيار أمين من المجموعة المكونة هنا من ٢-فلورو فينيل أمين 2-fluorophenethylamine؛ ٣-فلورو فينيل أمين 3-fluorophenethylamine؛ ٤-فلورو فينيل أمين 4-fluorophenethylamine؛ ٢-فلورو N-ميثيل بنزيل أمين 2-fluoro-N-methylbenzylamine؛ ٣-فلورو N-ميثيل بنزيل أمين 3-fluoro-N-methylbenzylamine؛ ٤-فلورو N-ميثيل بنزيل أمين 4-fluoro-N-methylbenzylamine؛ ٣,٥-داي -٤-فلورو بنزيل أمين 3,5-di-fluorobenzylamine؛ ٤-D-فلورو -ألفا-ميثيل بنزيل أمين D-4-fluoro-alpha-methylbenzylamine؛ ٤-L-فلورو -ألفا-ميثيل بنزيل أمين L-4-fluoro-alpha-methylbenzylamine؛ أو خلطات مما سبق.
- ٢٥

في نماذج معينة، يمكن اختيار القاعدة النيتروجينية من المجموعة المكونة هنا من ١،٤-داي آزا باي سيكلو-أونديك-٧-ين (DBU) 1,4-diazabicyclo-undec-7-ene؛ ١،٤-داي آزا باي سيكلو-٢،٢،٢-أوكتان 1,4-diazabicyclo-2,2,2-octane؛ بيبيرازين (PZ)؛ تري إيثيل أمين 1,1,3,3-tetramethylguanidine؛ تري إيثيل أمين (TEA) triethylamine؛ ١، ١، ٣، ٣-تترا ميثيل جوانيدين (TMG)؛ ١، ٨-داي آزا باي سيكلو أونديك-٧-ين 1,8-diazabicycloundec-7-ene؛ مونو إيثانول أمين (MBA) monoethanolamine؛ داي إيثيل أمين diethylamine؛ إيثيلين داي أمين (FDA) ethylenediamine؛ ١،٣-داي أمينو بروبان 1,3-diamino propane؛ ١،٤-داي أمينو بيوتان 1,4-diaminobutane؛ هكسا ميثيلين داي أمين hexamethylenediamine؛ ١،٧-داي أمينو هبتان 1,7-diaminoheptane؛ داي إيثانول أمين diethanolamine؛ داي أيزو بروبيل أمين (DIPA) diisopropylamine؛ ٤-أمينو بيريدين 4-aminopyridine؛ بنتيل أمين pentylamine؛ هكسيل أمين hexylamine؛ هبتيل أمين heptylamine؛ أوكتيل أمين octylamine؛ نونيل أمين nonylamine؛ ديسيل أمين decylamine؛ تريت-أوكتيل أمين tert-octylamine؛ داي أوكتيل أمين dioctylamine؛ داي هكسيل أمين dihexylamine؛ ٢-إيثيل-1-هكسيل أمين 2-ethyl-1-hexylamine؛ ٢-فلورو فينيثيل أمين 2-fluorophenethylamine؛ ٣-فلورو فينيثيل أمين 3-fluorophenethylamine؛ ٣،٥-داي فلورو بنزيل أمين 3,5-difluorobenzylamine؛ ٣-فلورو-N-ميثيل بنزيل أمين 3-fluoro-N-methylbenzylamine؛ ٤-فلورو-N-ميثيل بنزيل أمين 4-fluoro-N-methylbenzylamine؛ إيميدازول imidazole؛ بنزيميدازول benzimidazole؛ N-methyl benzylamine؛ N-methyl imidazole؛ ١-تراي فلورو أسيتيل إيميدازول 1-trifluoroacetylimidazole؛ ١،٢،٣-تراي أزول 1,2,3-triazole؛ ١،٢،٤-تراي أزول؛ أو خلطات مما سبق. في نماذج أخرى، يمكن أن تكون القاعدة النيتروجينية عبارة عن جوانيدين أو أميدين.

يمكن العثور على أمثلة من أنظمة مذيب غير مائي في Wang et al. 2010 *Angew Chem Int Ed* ٥٩٨١-٥٩٧٨ ٤٩؛ طلب نشر براءة الاختراع الأمريكية رقم ٢٠٠٩/٢٠٢٤٠٣٦٤، أو براءة الاختراع الأمريكية رقم ٢٠٠٩/٢٠٣٩٧٠٢٢؛ وطلب النشر الدولي لبراءة الاختراع الدولية رقم ٢٠٠٩/٢٠٣١٧٠٩٧٣؛ أو طلب النشر الدولي لبراءة الاختراع الدولية رقم ٢٠١٢/٢٠٣١٢٧٤، أو طلب

النشر الدولي لبراءة الاختراع الدولية ٢٠١٢/٠٣١٢٨١، وقد تم دمج محتواها هنا بالإشارة إليها كمراجع.

ما لم يتم تحديد غير ذلك، تتضمن كل المصطلحات التقنية والعلمية المذكورة هنا لها سوف تعني ما هو معروف بواسطة الخبير في المجال الذي ينتمي له هذا الاختراع. تتم استخدام الصيغة المفردة للإشارة إلى واحد أو أكثر من واحد (أي، واحد على الأقل) من المصطلح المذكور. على سبيل المثال، "عنصر" وسيلة واحد أو أكثر من العناصر.

من خلال الوصف سوف يتم فهم الكلمة "تتضمن"، أو الصور المختلفة منها مثل "تتضمن" أو "تشمل"، أنها تتضمن العنصر المذكور، عدد صحيح أو خطوة، أو مجموعة من العناصر، أعداد صحيحة أو الخطوات، وليس استبعاد أي عنصر، عدد صحيح أو خطوة، أو مجموعة من العناصر، أعداد صحيحة أو الخطوات. يمكن أن يكون الاختراع الحالي بشكل مناسب "يتضمن"، "يتكون من"، أو "يتكون بشكل أساسي من"، الخطوات، العناصر، و/أو العوامل الكاشفة الموضحة في عناصر الحماية.

وقد تمت أيضا ملاحظة أن عناصر الحماية يمكن صياغتها بحيث تستبعد أي عناصر اختياري. بالتالي، هذا العنصر يقصد به أن يعمل كأساس سابق لاستخدام المصطلحات الحصرية مثل "منفرد"، "فقط" وما شابه فيما يتعلق بالصياغة وفقا لعنصر الحماية العناصر، أو استخدام التقييد "السلبى".

أينما يتم تقديم نطاق قيم، سوف يتم فهم أن كل قيمة متداخلة، إلى عشر وحدة الحد الأقل ما لم يشير السياق بوضوح إلى غير ذلك، فسوف يتم الكشف عن الحدود العلوية والسفلية الخاصة بهذا النطاق. كل نطاق أصغر ما بين أي قيمة مذكورة أو قيمة داخلية في نطاق مذكورة وأي قيمة أخرى مذكورة أو داخل في هذا النطاق سوف يتم تضمينها في الاختراع. يمكن أن يتم تضمين أو استبعاد الحدود العلوية والسفلية لهذه النطاقات الأصغر بشكل مستقل في النطاق، وكل نطاق حيث يتم تضمين أي أو لا يتم تضمين أي من أو كل منهما في النطاقات الأصغر في الاختراع، خاضعة لأي حد مستبعد خصيصا في النطاق المذكورة. حيث يتضمن النطاق المذكور واحد من أو كل من الحدود والنطاقات باستثناء أي من أو كل من تلك الحدود المتضمنة في هذا في الاختراع.

تتضمن الأمثلة التالية أيضا شرح الاختراع ولا يقصد بها أن تقييد الاختراع. تحديدا، سوف يتم فهم أن هذا الاختراع غير مقيد بالنماذج المعينة الموضحة، بالتالي يمكن بالطبع أن تختلف. سوف يتم

فهم أيضا أن المصطلحات المستخدمة هنا هي لغرض وصف نماذج معينة فقط، ولا يقصد بها أن تكون مقيدة حيث أن منظور الاختراع الحالي سوف يتم تقييدها فقط بواسطة عناصر الحماية الملحقة.

الأمثلة

- ٥ المثال ١: قياسات معايرة ثلاثية الطور لملاحظة عملية فصل الماء في نظام إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي
- تم وضع عينة بحجم ٥ ملل من مذيب غير مائي مثالي مكون من أجزاء متعادلة مولاريا من ٢- فلورو فينيثيل أمين 2-fluorophenethylamine (2FPEA) وأوكتا فلورو بنتانول وقسامة بحجم ٥ ملل من ماء منزوع الأيونات (DI) de-ionzed water في كوب مقلب، وعاء ذو قاع دائري مجهز بمكثف رأسي. تم الحفاظ على الماء الفائض في الوعاء طوال الوقت لضمان أن معايرة تحميل الماء في مذيب غير مائي قد تم تعديله. تم الحفاظ على ضغط الوعاء المقلب عند الضغط الجوي. تم تسخين العينة ثنائية الطور إلى درجة الحرارة المطلوبة، أي، ٤٠، ٨٠، أو ٩٠°م، باستخدام جاكيت سخان كهربائي electric heater jacket وتم نزع فقاعات ١٠٠ ملل/دقيقة من خليط غاز ثاني أكسيد الكربون-النيتروجين مع تركيبات مختلفة خلال العينة السائلة ثنائية الطور. تم إيقاف تغذية ثاني أكسيد الكربون-النيتروجين بمجرد وصول تركيز ثاني أكسيد الكربون في تيار المخرج < ٩٩٪ من تركيز المخرج. تم استخلاص ٠,٩ ملل من عينة مذيب غير مائي طور من وعاء الدفعة batch vessel باستخدام سرنجة خلال حاجز وتم الوضع في وعاء أخذ عينات آلي سعة ٢,٥ ملل محكم. تمت إضافة ٠,١ ملل من ميثانول إلى الوعاء المحكم وتم التحليل للحصول على تركيبة كتلة ثاني أكسيد الكربون، الماء، ومذيب غير مائي باستخدام طريقة كروماتوجراف غاز gas chromatographic method مطورة داخليا. كل قياس مذكور عبارة عن متوسط لثلاثة عمليات حقن منسوخة. تم توفير وصف قصير (منطقي) للظروف الاختبارية (أي، درجة الحرارة، تركيز ثاني أكسيد الكربون في التغذية) المستخدم لتحميم تحضيره في كل عينة في الجدول 1. تم تحضير كل عينة بطريقة تقارب ظروف العملية عند الجزء العلوي والسفلي من الجهاز الماص وجهاز الامتزاز بطريقة تصفية/جهاز إزالة غاز حمضي.

٢٥ الجدول 1

رقم	درجة	التركيز	السبب
-----	------	---------	-------

العينة	الحرارة [م°]	[% بالحجم]	
١	٤٠	١٣	مدخل ماص؛ مذيب غني بثاني أكسيد الكربون
٢	٣٠ (٤٠)	١٣	مدخل ماص؛ مذيب غني بثاني أكسيد الكربون؛ مبرد إلى ٣٠ م° لتحديد إذا كان التبريد يزيح معايرة الماء
٣	٤٠	١,٠	مدخل ماص؛ تقريبا ظروف بحيث تتم رؤية مذيب ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير عند دخول الجهاز الماص؛ المحاولة #١ لتوفيق تركيبة ثاني أكسيد الكربون لإعادة تجديد عينة عند ٨٠ م°
٤	٤٠	٠,٥	مدخل ماص؛ تقريبا ظروف بحيث تتم رؤية مذيب ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير عند دخول الجهاز الماص؛ المحاولة #٢ لتوفيق تركيبة ثاني أكسيد الكربون لإعادة تجديد عينة عند ٨٠ م°
٥	٤٠	٠,١	مدخل ماص؛ تقريبا ظروف بحيث تتم رؤية مذيب ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير عند دخول الجهاز الماص؛ المحاولة #٣ لتوفيق تركيبة ثاني أكسيد الكربون لإعادة تجديد عينة عند ٨٠ م°
٦	٨٠	١٠٠	مدخل جهاز امتزاز Desorber Inlet؛ تقريبا ظروف للمذيب الغني بـ ثاني أكسيد الكربون عند ٨٠ م° تدخل جهاز إعادة التجديد
٧	٨٠	١٣	مخرج جهاز امتزاز؛ تقريبا ظروف للمذيب

الغني بثاني أكسيد الكربون عند ٨٠م° تدخل جهاز إعادة التجديد			
مدخل ماص؛ مذيب فقير في ثاني أكسيد الكربون مجدد عند ٨٠م°؛ مبرد إلى ٤٠م° لتحديد ما إذا كان التبريد يزيح معايرة الماء	١٣	٤٠ (٨٠)	٨
مدخل جهاز امتزاز؛ تقريبا ظروف للمذيب الغني بثاني أكسيد الكربون عند ٩٠م° تدخل جهاز إعادة التجديد؛	١٠٠	٩٠	٩
مدخل ماص؛ مذيب فقير في ثاني أكسيد الكربون مجدد عند ٩٠م°؛ مبرد إلى ٤٠م° لتحديد ما إذا كان التبريد يزيح معايرة الماء	١٠٠	٤٠ (٩٠)	١٠

الجدول 2 يشير إلى تركيبة المعايرة للعينات التي تم تحضيرها عند الظروف المشار إليها في الجدول 1. وقد تم تحضير إجمالي ١٠ عينات.

الجدول 2

رقم العينة	درجة الحرارة [م°]	التركيز [%]	التحليل التركيبي	
			ثاني أكسيد الكربون [% بالوزن]	الماء [% بالوزن]
١	٤٠	١٣	٢,٦٦	٨,٧٠
٢	٣٠ (٤٠)	١٣	٢,٦٩	٨,٨٢
٣	٤٠	١,٠	١,٦٣	٧,٠٢
٤	٤٠	٠,٥	١,٠٨	٥,٥٠
٥	٤٠	٠,١	٠,٤٣	٤,٦٧
٦	٨٠	١٠٠	١,٧٩	١٠,١٥
٧	٨٠	١٣	٠,٥٦	٦,٠٦

٤,٤٥	٠,٥٧	١٣	(٨٠)٤٠	٨
٧,٤٧	٠,٨١	١٠٠	٩٠	٩
٥,٢٢	٠,٨٥	١٠٠	(٩٠)٤٠	١٠

وجد أن العينات التي تقترب من مذيبي غير مائي ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير تدخل الجزء العلوي من جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون (عينة ٣-٥)، تتضمن محتوى ثاني أكسيد الكربون يتفاوت من ٠,٤٣ إلى ١,٦٣ ٪ بالوزن ثاني أكسيد الكربون ومحتويات الماء بمقدار ٤,٦٧ إلى ٧,٠٢ ٪ بالوزن من الماء بما يشير إلى أن محتوى الماء عبارة عن وظيفة قوية لمحتوى ثاني أكسيد الكربون عند ٤٠°م، خصوصا عند محتوى ثاني أكسيد الكربون منخفض في مذيبي غير مائي. تشير هذه النتائج إلى أن مذيبي غير مائي الأفقر تعود من جهاز الامتزاز، وبالتالي تقل احتمالية وجود طور مائي منفصل في جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون. وقد وجد أن العينة التي تقترب من مذيبي غير مائي الغني بـ ثاني أكسيد الكربون الذي يخرج من الجزء السفلي من الجهاز الماص (عينة ١) تتضمن محتوى ثاني أكسيد الكربون بمقدار ٢,٦٦ ٪ بالوزن ثاني أكسيد الكربون ومحتوى الماء بمقدار ~٨,٧٠ ٪ بالوزن الماء. بمقارنة محتوى الماء للعينة الغنية بـ ثاني أكسيد الكربون (١) إلى تلك الخاصة بالعينات الفقيرة في ثاني أكسيد الكربون (٣-٥)، سوف تتم رؤية أن محتوى الماء لا يزيد نسبيا مع محتوى ثاني أكسيد الكربون و، في الواقع، يزيد محتوى الماء بشكل أكبر عندما يكون محتوى ثاني أكسيد الكربون أقل. كما هو مذكور أعلاه، يمكن أن يؤثر المحتوى ثاني أكسيد الكربون لمذيبي غير مائي ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير يعود من جهاز امتزاز على ظهور طور ماء ثاني في الجهاز الماص. أخذا بالاعتبار أن الغاز التالف من محطة قدرة بقدرة ٥٠٠ ميغا واط تحمل معها ~٥٠٠٠٠٠٠ رطل/ساعة من الماء، يجب أن يتم تشييع مذيبي غير مائي الغني بـ ثاني أكسيد الكربون عند الجزء السفلي من الجهاز الماص بالماء لإعادة مذيبيات غير مائية إلى الجهاز الماص مع محتوى الماء > ٦,٥ إلى ٧,٠ ٪ بالوزن الماء. تم استخلاص قسامة بحجم ٤ ملل من طور مذيبي غير مائي من العينة الغنية بثاني أكسيد الكربون (عينة ١) من وعاء الدفعة وتم توضعها في وعاء محكم سعة ٥ ملل ويتم التبريد إلى ٤٠°م إلى ٣٠°م في درجة الحرارة متحكم فيها لتحديد ما إذا كان تبريد المذيبي الغني بـ ثاني أكسيد الكربون و الماء سوف يزيح معايرة الماء بالتالي يتم تكوين طور ثاني غني بالماء (عينة ٢). على الرغم من أن التحليل التركيبي يشير إلى زيادة صغيرة في محتوى ثاني أكسيد الكربون و الماء مع

- تقليل درجة الحرارة، بمقارنة عينة ١ و ٢، وهذا ليس ممكن لأنه لم تتم إضافة ثاني أكسيد الكربون أو ماء إضافي إلى وعاء ساعة ٥ ملل وعاء. هذا الفرق الغير في محتويات ثاني أكسيد الكربون و الماء موجود في تحمل الطريقة التحليلية. هناك طور سائل ثاني، طور غني بالماء، والذي لوحظ بصريا كجسيمات صغيرة طافية على طور مذيب غير مائي بما يشير إلى أن تبريد مذيب غير مائي الغني بثاني أكسيد الكربون من 40°C إلى 30°C قد قلل محتوى الماء للطور مذيب غير مائي ولكن فقط بواسطة مقدار صغير جدا.
- ٥
- تم تحضير عينة تقوم بمقاربة عينة لمذيب غير مائي الذي يدخل جهاز الامتزاز (عينة ٦) عند 80°C و 100% ثاني أكسيد الكربون (١ جوي ثاني أكسيد الكربون). تمثل هذه الظروف ظروف خروج مذيب غير مائي من جهاز الامتزاز. عند 80°C و ١ جوي ثاني أكسيد الكربون، وجد أن محتوى ثاني أكسيد الكربون لمذيب غير مائي يبلغ $1,79\%$ بالوزن ثاني أكسيد الكربون والتي تتوافق مع محتوى ثاني أكسيد الكربون للعينة المحضرة عند 40°C و 10% ثاني أكسيد الكربون (٠,٠١ جوي) (عينة ٣). وهذا يشير إلى أن الماص وظروف جهاز الامتزاز، ويمكن أن تعمل العملية بشكل مستمر بطريقة متوازنة، على الأقل فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون، وتحقق نسبة احتجاز 90% لثاني أكسيد الكربون وتولد تيار منتج ١ جوي ثاني أكسيد الكربون. وقد وجد أن محتوى الماء لعينة 80°C (عينة ٦) يبلغ $10,15\%$ بالوزن من الماء. بمقارنة محتوى الماء للعينة ٦ (80°C) و (40°C)، والتي لها محتوى ثاني أكسيد الكربون مقارن، تشير إلى أن محتوى الماء لمذيب غير مائي يعتمد بقوة على درجة الحرارة. في الواقع، المذيب المجدد له محتوى ماء أعلى عند 80°C من مذيب غير مائي الغني بثاني أكسيد الكربون الذي يخرج من الجهاز الماص (عينة ١). بالتالي، في ظروف جهاز الامتزاز هذه (80°C و ١ جوي)، سوف تكون احتمالية أكبر أن
- ١٠
- ١٥
- ٢٠
- ٢٥
- ينفصل الماء من مذيب غير مائي في جهاز الامتزاز.
- تم تحضير عينة عند 80°C و $0,13$ جوي ثاني أكسيد الكربون (عينة ٧) لتحقيق محتوى ثاني أكسيد الكربون في مذيب غير مائي فقير في ثاني أكسيد الكربون. قل محتوى ثاني أكسيد الكربون من $1,79\%$ إلى $0,56\%$ بالوزن من ثاني أكسيد الكربون، تقليل بمقدار ثلاث أضعاف، بينما يقل محتوى الماء من $10,15\%$ إلى $6,06\%$ بالوزن من الماء بما يشير إلى اعتماد قوي لمحتوى الماء في طور مذيب غير مائي على محتوى ثاني أكسيد الكربون للطور مذيب غير مائي. في ظروف جهاز الامتزاز هذه، سوف يشكل الماء طور منفصل ومميز في جهاز الامتزاز أخذا بالاعتبار وقت

- البقاء المناسب. على الرغم من أن ضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي الضغط أقل للوهلة الأولى، سوف يكون من الممكن، على الرغم من عدم التفضيل في هذه التجهيزة، في جهاز الامتزاز إذا تم تبخير الماء في مذيب غير مائي بشكل كلي ليتحول إلى عامل نزع وتقليل ضغط ثاني أكسيد الكربون الجزئي. على الرغم من أنه قد تكون هناك فائدة من ذلك لتوسيع سعة عمل ثاني أكسيد الكربون لمذيب غير مائي، وسوف تكون عند تكلفة عقوبة زيادة الطاقة الناتجة عن الطاقة المطلوبة لتبخير الماء وبالتالي لن تكون هذه ظروف عمل مطلوبة.
- تم استخلاص قسامة بحجم ٤ ملل من الطور مذيب غير مائي من العينة ٧، باستخدام طريقة مشابهة كما هو موضح أعلاه، وتم التبريد في فرن ذو درجة حرارة متحكم فيها 40°C في وعاء محكم مغلق (عينة ٨). عند التبريد، تم تكوين طور سائل ثاني، تم تكوين طور غني بالماء، والذي كان مرئيا كليا. انخفض محتوى الماء لطور مذيب غير مائي من ٦,٠٦ (عينة ٧) إلى ٤,٤٥ % بالوزن (عينة ٨) ومحتوى ثاني أكسيد الكربون والماء للعينة المبردة والتي توافقت جدا مع العينة ٥ بما يشير إلى أن عينة المبردة حققت معايرة متوقعة على الرغم من أنها كانت قد تم تحضيرها بطريقة مختلفة.
- تم تحضير عينة تقترب من مذيب غير مائي الساخن الذي يدخل جهاز الامتزاز (عينة ٩) عند 90°C تحت ١٠٠% ثاني أكسيد الكربون (١ جوي ثاني أكسيد الكربون). عند 90°C و ١ جوي ثاني أكسيد الكربون، وقد وجد أن محتوى ثاني أكسيد الكربون لمذيب غير مائي يبلغ ٠,٨١ % بالوزن ثاني أكسيد الكربون والذي يتوافق مع محتوى ثاني أكسيد الكربون للعينة (عينة ٤) المحضرة عند 40°C و ٠,٠٥ % ثاني أكسيد الكربون (٠,٠٠٥ جوي). وهذا يشير إلى أنه في ظروف هذا الماص وجهاز الامتزاز، يمكن أن تعمل العملية بشكل مستمر وفي طريقة متوازنة، على الأقل فيما يتعلق بثاني أكسيد الكربون، وتحقق احتجاز بمقدار ٩٠% لثاني أكسيد الكربون وتقوم بتوليد ١ جوي من منتج تيار ثاني أكسيد الكربون. وقد وجد أن محتوى الماء للعينة 90°C (عينة ٩) يبلغ ٧,٤٧ % بالوزن. بمقارنة محتوى الماء للعينة ٩ (90°C) و ٤ (40°C)، والتي لها مستوى مقارن من محتوى ثاني أكسيد الكربون، بمجرد أن تشير مرة أخرى إلى أن محتوى الماء للطور مذيب غير مائي معتمد بقوة على درجة الحرارة. في الواقع، مذيب غير مائي المجدد له تقريبا نفس محتوى الماء عند 90°C مع خروج مذيب غير مائي الغني بثاني أكسيد الكربون من الجهاز الماص (عينة ١).

تم استخلاص قسامة بحجم ٤ ملل من الطور مذيب غير مائي من عينة ٩، باستخدام طريقة مشابهة كما هو موضح أعلاه، وتم التبريد في فرن ذو درجة حرارة متحكم فيها ٤٠°م في وعاء محكم مغلق (عينة ١٠). عند التبريد، تم تكون طور سائل ثاني، طور غني بالماء، والذي كان مرثيا. كشف التحليل التركيبي للطور مذيب غير مائي عن أن محتوى الماء يقل من ٧,٤٧ (عينة ٩) إلى ٥,٢٢ % بالوزن (عينة ١٠) وحيث أن ثاني أكسيد الكربون ومحتوى الماء للعينة المبردة تتوافق بشكل قوي مع تلك الخاصة بعينة ٤ بما يشير إلى أن عينة المبردة التي حققت قيمة معايرة متوقعة على الرغم من أنها قد تم تحضيرها بطريقة مختلفة.

المثال ١ يبين بوضوح أن تكون طور منفصل غني بالماء في الجهاز الماص غير محتمل ويمكن فقط إلى كان مذيب غير مائي ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير العائد من جهاز الامتزاز غني جدا بثاني أكسيد الكربون وبالتالي يحتوي على محتوى عالي من الماء. طالما أن مذيب غير مائي ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير يعود إلى الجهاز الماص الذي له محتوى الماء $7,0 - 6,5$ % بالوزن، لن تكون مذيب غير مائي مشبعة بالماء من غاز التغذية التالف فقط ل طور واحد فقط موجود في الجهاز الماص. علاوة على ذلك يمكن أن يتم تنفيذ العملية بطريقة بحيث لا يقوم تكون ماء بالانفصال من مذيب غير مائي في حوض جهاز الامتزاز أو جهاز امتزاز، والذي يكون غير مستحب من منظور الطاقة في أن تخير الماء متطلب للطاقة. وأخيرا، بناء على هذه المجموعة من الاختبارات، يكون الموقع الأكثر احتمالية في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي لتكون ماء للفصل من مذيب غير مائي ونظرم طور غني بالماء منفصل هو عند تبريد المذيب المجدد قبل عودة مذيب غير مائي ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير إلى تيار تغذية جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون.

٢٠ أيضا، يشير المثال ١ إلى ما يلي:

- يتم التأثير على محتوى الماء لمذيب غير مائي بواسطة درجة الحرارة، الضغط الجزئي ثاني أكسيد الكربون، محتوى ثاني أكسيد الكربون لمذيب غير مائي، وصيغة مذيب غير مائي
- يمكن التحكم/التلاعب في محتوى الماء لمذيب غير مائي بواسطة التحكم في متغيرات العملية شاملة درجة حرارة مذيب غير مائي، الضغط الجزئي ثاني أكسيد الكربون، محتوى ثاني أكسيد الكربون لمذيب غير مائي، وصيغة مذيب غير مائي

- يمكن التحكم في تكوين طور منفصل غني بالماء في وجود مذيب غير مائي بواسطة متغيرات العملية شاملة درجة الحرارة، الضغط الجزئي ثاني أكسيد الكربون، محتوى ثاني أكسيد الكربون لمذيب غير مائي، وصيغة مذيب غير مائي
 - من خلال التشغيل المناسب للعملية، من غير المحتمل أن يكون مذيب غير مائي الغني بثاني أكسيد الكربون الذي يخرج من الجهاز الماص مشبعاً بالماء أو أن يتم تكوين طور غني بالماء في جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون
 - بالنسبة لصيغة مذيب غير مائي المحددة، هناك كمية ماء غير مناسبة في تيار الغاز التالف المثالي لتشبع المذيب الغني بثاني أكسيد الكربون الذي يخرج من الجهاز الماص أو لتكوين طور ثاني غني بالماء في الجهاز الماص
 - ١٠ عملية تكوين طور منفصل غني بالماء في جهاز الامتزاز قابلة للتحكم فيها والأهم أنه يمكن تجنبها خلال التحكم المناسب في ظروف العملية.
 - يمكن أن يتم تشغيل عملية مذيب غير مائي بطريقة بحيث يتم تجنب وجود طور غني بالماء منفصل في الأوعية الأساسية للعملية شاملة ماص وجهاز امتزاز
- ١٥ ٥,٢ . المثال ٢: توازن الماء في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي
- تم تنفيذ اختبار في نظام امصاص غاز ذو تدفق مستمر في المعمل تهيئة جهاز امتزاز-امتصاص معياري ليوضح اختباريا التحكم في توازن الماء في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي. تم تقديم مخطط مبسط من LsGAS في الشكل 1 وتم توفير ظروف التشغيل في الجدول 3.
- تم استخدام مذيب غير مائي مثالي يتكون من أجزاء متعادلة مولاريا من ٢-فلورو فينيثيل أمين وأوكتا فلورو بنتانول في هذه الدراسة. تم تقديم قياسات العملية المنتقاة من هذا الاختبار في الشكل 2. تحت ظروف النظام هذه وجد أنها مستقرة جدا على مدار ١٠٠ ساعة تبين فعالية احتجاز ثاني أكسيد الكربون بمقدار ~ ٨٥٪ وتوازن ثاني أكسيد الكربون بمقدار ~ ١٠٢٪ ± ٢٪.

الجدول 3

غاز التغذية	
معدل تدفق	٣ اس ال بي ام SLPM
التركيبية	١٣,٣٪ ثاني أكسيد الكربون، ٥,٦٥٪

الماء (تشبع عند ٣٥ م°)، توازن النيتروجين ٤٠ م°	درجة الحرارة
ماص	
٢٣ جم/دقيقة ٤٠ م° ١ جوي	معدل تدفق المدخل درجة الحرارة الضغط
جهاز امتزاز	
٩٠ م° ١ جوي	درجة الحرارة الضغط

تبين النتائج المقدمة هنا في الشكل 2 أن عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيبي غير مائي التي يتم تشغيلها بطريقة مستقرة على مدار اختبار لمدة ١٠٠ ساعة. بعد اختبار تيار على الوقت لمدة ٦٠ ساعة تقريبا، تمت ملاحظة طور ثاني غني بالماء في مذيبي غير مائي ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير تمت تغذيته إلى الجهاز الماص بعد مبرد المذيب كما هو مبين في الشكل 3.

أدى نظام التشغيل في ظروف التشغيل هذه إلى توازن محايد في الماء على مدار مدة ١٠٠ ساعة مع إدخال أغلب الماء إلى النظام الذي يغادر عبر الغاز التالف المعالج (مخرج الماص). علاوة على ذلك، في هذه الظروف، وجد أن النظام يعمل بطريقة تتأشع مع تلك الموضحة في المثال ١، حيث تتم تغذية خليط ماء-مذيبي غير مائي إلى الجزء العلوي من الجهاز الماص كوسيلة لموازنة الماء بواسطة ترطيب (تشبيح المثالي) الغاز المعالج.

١٠ أبدى هذا الاختبار أن تكوين الطور الغني بالماء يمكن تجنبه في أحواض الجهاز الماص وجهاز الامتزاز من خلال التحكم في ظروف تشغيل العملية وبالتالي يتم استبعاد الحاجة إلى جهاز فصل ماء-مذيبي غير مائي وتكوين تيار غني بالماء يحتوي على كميات يمكن تتبعها من مذيبي غير مائي والتي يمكن أن يتم فصلها ميكانيكيا.

أيضا، يشير المثال ٢:

- حيث أن التعليمات الخاصة بالمثال ١، والتي قامت على قياسات المعايرة، صحيحة وقد تم اعتمادها في تجهيزة عملية تدفق مستمرة متوافقة مع عملية تصفية/إزالة غاز حمضي.
- حيث عملية عملية تصفية غاز حمضي من مذيب غير مائي وتحديدًا عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون يمكن أن يتم تشغيلها بحيث يتم تكوين ماء، والذي يتم إدخاله إلى العملية في غاز التغذية إلى الجهاز الماص، يمكن أن يتم توازنها بواسطة مغادرة العملية حيث يخرج الغاز المعالج من الجهاز الماص
- حيث يمكن تشغيل عملية نزع غاز حمضي من مذيب غير مائي بطريقة تتجنب تكوين طور منفصل غني بالماء في جهاز الامتزاز
- حيث يمكن تشغيل عملية نزع غاز حمضي من مذيب غير مائي بحيث يكون يخرج الغاز المعالج من الجهاز الماص الذي يحمل أغلب الماء الذي يدخل في غاز التغذية إلى الجهاز الماص من العملية
- حيث يمكن تشغيل عملية نزع غاز حمضي من مذيب غير مائي بحيث تكون أكثر المواضع احتماليًا لفصل الماء المفصل في العملية من مذيب غير مائي موجود بعد مبرد المذيب.
- ١٥ ٥،٣ المثال ٣: التحكم في التوازن الماء في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي (الدراسة #١)
- ٢٠ تم تنفيذ اختبار لتوضيح أنه يمكن تجنب تكوين طور غني بالماء في العملية من خلال التحكم في ظروف تشغيل جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون وبالتالي يتم استبعاد الحاجة إلى جهاز فصل ماء-مذيب غير مائي وتكوين طور عملية مذيب غير مائي فردي. بشكل محدد، يتم تشغيل العملية بحيث يتم استبعاد تكون تيار غني بالماء يحتوي على كميات يمكن تتبعها من مذيب غير مائي.
- ٢٥ يتم توفير مخطط مبسط من LsGAS في الشكل ١ وتم توفير ظروف التشغيل في الجدول 3. وقد تم استخدام مذيب غير مائي مثالي مكون من أجزاء متعادلة مولاريا من ٢-فلورو فينيثيل أمين وأوكتا فلورو بنتانول في هذه الدراسة. بالنسبة للغاز المعالج الذي يقوم بحمل نفس كتلة الماء التي يجب أن تغادر الجهاز الماص أدفأ قليلا من الغاز التالف الذي يدخل إلى العمود حيث أن كلا الغازين تقريبا مشبع بالماء ويكون معدل تدفق الغاز المعالج أقل من غاز التغذية بسبب إزالة ثاني أكسيد الكربون. في هذه الحالة، يدخل غاز التغذية إلى الجهاز الماص مشبعا عند ٣٨°م والتي

تناظر معدل تدفق كتلي للماء بمقدار ٩,٤٩ جم من الماء /ساعة. في حالة أن الغاز التالف المعالج يترك العمود عند نفس درجة الحرارة كمذيب مادة تغذية، بافتراض أن الغاز مشبع بالماء الذي سيحمله ٩,٢٧ جم الماء /ساعة. سوف يكون معدل التراكم المتوقع ٠,٢٢ جم الماء /ساعة صغيراً أخذاً بالاعتبار مقياس النظام الفقد في الحرارة إلى البيئـة وحقيقة أن الغاز المعالج سوف يكون أدفاً من المذيب. بالتالي، سوف يتم توقع أن ظروف التشغيل سوف تؤدي إلى توازن ماء محايد.

تم تقديم قياسات عملية مختارة من هذه التجربة في

لشكل 3: يبين مخطط مبسط من إل أس جي ايه أس LsGAS بعد ٩٠ ساعة من تيار في الوقت الفعلي يبين وجود طور غني بالماء في تيار تغذية ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير وعدم وجود طور ماء في أحواض لجهاز الماص absorber أو جهاز امتزاز desorber.

الشكل 4. من هذه النتائج سوف تتم رؤية أن النظام كان مستقراً وقابل للتشغيل على مدار ٢٢٥ ساعة. بالنسبة أول ١٧٥ ساعة (٧,٥ يوم) تم الحفاظ على ظروف التشغيل عند تلك الموضحة في الجدول 3. في هذه الظروف، وجد أن النظام يقوم بالعمل بطريقة مستقرة دون ظهور طور غني بالماء في العملية، مع ذلك، وقد وجد أن فعالية احتجاز ثاني أكسيد الكربون تعتمد على تركيبة مذيب غير مائي كما هو مبين بواسطة الشكل المسنن لفعالية احتجاز ثاني أكسيد الكربون. وقد وجد أن محتوى الماء لمذيب غير مائي في هذه الظروف مستقر جداً عند ~ ٢ ٪ بالوزن، وهو أقل بكثير من مستوى التشبع قدره ~ ٨ ٪ بالوزن (بناء على قياسات المعايرة equilibrium measurements). بالتالي، يكون محتوى الماء في المذيب أقل من مستوى التشبع.

بعد مدة ١٧٥ ساعة تيار في الوقت الفعلي، تم تقليل درجة حرارة مذيب غير مائي ذو محتوى ثاني أكسيد الكربون فقير إلى ٣٨°م كوسيلة لتقليل درجة حرارة الغاز التالف المعالج لتحديد ما إذا كان محتوى الماء لمذيب غير مائي يمكن أن تتم زيادته بينما يتم تجنب تكوين طور غني بالماء. وقد تمت ملاحظة تقليل درجة حرارة تيار التغذية بمقدار ٢°م وزيادة محتوى الماء في المذيب من ~ ٢ ٪ بالوزن إلى ٦-٧ ٪ بالوزن في أقل من ٢٤ ساعة وعلى مدار ٧٠ ساعة تالية في طور غني بالماء. قام تقليل درجة حرارة تغذية المذيب فوراً بتحسين فعالية احتجاز ثاني أكسيد الكربون من ~ ٧٠ ٪ إلى ~ ٨٨ ٪ وتم التحسين بشكل ملحوظ لثبات الأداء.

تشير هذه النتائج إلى أن توازن الماء، محتوى الماء في مذيب غير مائي، ويمكن التحكم في ظهور طور غني بالماء في العملية بواسطة التلاعب في ظروف عملية شاملة حالة درجة الحرارة للجهاز الماص.

أيضا، يشير المثال ٣ إلى:

- ٥ • حيث محتوى الماء لمذيب غير مائي في عملية إزالة غاز حمضي من مذيب غير مائي وتحديدًا عملية إزالة مذيب غير مائي ثاني أكسيد الكربون يمكن أن تختلف بواسطة التحكم في متغيرات العملية
- حيث يمكن تجنب تكوين طور غني منفصل بالماء في عملية إزالة غاز حمضي من مذيب غير مائي وتحديدًا عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي
- ١٠ • يمكن الحفاظ على التوازن الماء في عملية إزالة غاز حمضي من مذيب غير مائي وتحديدًا عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي بواسطة التحكم في العملية بحيث يتم إدخال يكون أغلب الماء الذي يدخل العملية في غاز التغذية هو الذي يترك العملية في تيار الغاز المعالج

١٥ ٥,٣ المثال ٤: التحكم في التوازن الماء في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي (الدراسة #٢)

وقد تم تنفيذ هذا الاختبار لتوضيح أن التوازن الماء في العملية مذيب غير مائي يمكن التحكم فيه بواسطة التلاعب في متغيرات العملية. يمكن التحكم في هذا العمل لتوضيح أن توازن الماء، حيث يمكن التحكم في محتوى الماء في العملية، وأن هناك العديد من ظروف توازن الماء. تكون هذا الاختبار من عملية تشغيل عند أربعة ظروف مختلفة موضحة في الجدول 4 مع ظروف العملية الأخرى التي تظل هي نفسها. وقد تم استخدام مذيب غير مائي مثالي يتكون من أجزاء متعادلة مولاريا من ٢-فلورو فينيثيل أمين وأوكتا فلورو بنتانول في هذه الدراسة.

الجدول 4

توازن الماء - الحالة ٢	نوع الماء	تراكم ماء	توازن الماء - الحالة ١
-			-

٤٠,٠	٣٥,٠	٤٠,٠	٣٧,٢	درجة حرارة غاز التغذية [م°]
٤٢,٥	٤٠,٠	٤٠,٠	٤٠,٠	درجة حرارة غاز مخرج الماص Absorber Gas Outlet [م°]
٠	١,٢٥-	١,٢٥	٠	المعدل المتوقع لتراكم الماء [جم ساعة ^{-١}]

تم تقديم النتائج من هذا الاختبار في الجدول 5. تحت ظروف توازن الماء - الحالة #١، وجد أن العملية تحاف على توازن الماء على مدار ٢٤ ساعة مع معدل تراكم ماء تقريبا بمقدار ٠,٠١ جم/ساعة. في هذه الظروف، لا يوجد طور منفصل غني بالماء ملحوظ في العملية وفي الواقع كان محتوى الماء في مذيّب غير مائي تقريبا ١,٣٢ ٪ بالوزن الماء والذي كان أقل من مستوى التشبع. هذه الاختبار أكد على أن العملية يمكن تشغيلها والتحكم فيها بطريقة تقوم بموازنة الماء.

بعد ذلك تم ضبط ظروف العملية بحيث لا يتم الحفاظ على توازن الماء ويمكن أن يتم تراكم الماء "تراكم الماء". في خلال ٢٤ ساعة من التشغيل تحت هذه الظروف، قام محتوى الماء لمذيّب غير مائي بزيادة مستوى التشبع، تقريبا ٧,٦ ٪ بالوزن الماء ، وفي الواقع يتخطى مستوى تشبع للمذيّب الذي يؤدي إلى تكوين طور غني بالماء في العملية. هذا الطور الغني بالماء تمت ملاحظته في حوض جهاز الامتزاز. وقد وجد أن المعدل المقاس لتراكم الماء يبلغ +٠,٢٩ جم/ساعة من التحقق حيث يكون توازن الماء إيجابيا وبالتالي يتم إدخال المزيد من الماء ويتم التراكم في العملية التي تخرج منها. أكد هذا الاختبار أن العملية يمكن أن يتم تشغيله والتحكم فيه بحيث تتم إزاحة توازن الماء إلى حالة تراكم الماء.

بعد ذلك تم تعديل ظروف تشغيل العملية بحيث تتم إزالة توازن الماء إلى حالة "نزع الماء". في هذه الظروف، يغادر الكثير من الماء بدلا من إدخاله. في خلال ٢٤ ساعة من التشغيل في هذه الظروف، تم استبعاد الطور الغني بالماء في جهاز الامتزاز وقل محتوى الماء لمذيّب غير مائي إلى أقل من مستوى التشبع. وقد وجد أن المعدل المقاس لتراكم الماء يبلغ -٠,٤٢ جم/ساعة بما

يؤكد أن توازن الماء سلبي وبالتالي يخرج الكثير من الماء من العملية التي يدخلها. هذا الاختبار أكد على أن العملية يمكن تشغيلها والتحكم فيها بحيث تتم إزاحة توازن الماء إلى حالة نزع الماء. بعد ذلك تم تعديل ظروف العملية بحيث تتم إزاحة توازن الماء إلى حالة توازن الماء - الحالة #٢. في هذه الظروف يتم توقع أن تعمل العملية في حالة ماء متوازن. والهدف من هذا الاختبار هو توضيح أن هناك العديد من ظروف توازن الماء حيث يكون صافي معدل تراكم الماء صفرا. ٥

في هذا الاختبار، هناك اثنين من الظروف التي تم ذكرها ولكن يمكن تصور المزيد. في هذه الظروف، وجد أن المعدل المقاس لتراكم الماء يبلغ ٠,٠٠ جم/ساعة ليؤكد على أن العملية عبارة عن توازن الماء بالتالي يكون معدل الماء الداخل إلى العملية يساوي معدل الماء المغادر. أوضح المثال ٤ أن عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيّب غير مائي يمكن أن تحافظ على توازن الماء، وتتم إزاحتها في حالة تراكم الماء، ونزع الماء، وإعادته إلى حالة توازن ماء مختلفة بواسطة تعديل تيار غاز تغذية الجهاز الماص (أي، محتوى الماء) ودرجة حرارة تيار المذيّب. تشير هذه النتائج إلى أن محتوى الماء في العملية مذيّب غير مائي يمكن أن يتم التحكم فيه بفاعلية وتتم إزاحته حسب الحاجة ما بين ظروف تراكم الماء، توازن الماء، ونزع الماء. علاوة على ذلك، تبين هذه التجارب أن هناك عدد من الحالات المستقرة المتعلقة بتوازن الماء وحيث يمكن تشغيل العملية بطريقة للتراكم المفيد أو نزع الماء على أساس مطلوب. سوف يكون من المفيد أن يتراكم الماء أثناء إطارات التشغيل الزمنية المحددة وبالمثل لنزع الماء عند آخرين. ١٥

الجدول 5

	توازن الماء - الحالة ١ -	تراكم الماء	نزع الماء	توازن الماء - الحالة ٢ -
درجة حرارة غاز التغذية [م°]	٣٥,٢	٤٠,١	٣٥,٢	٤٠,١
درجة حرارة غاز مخرج الماص [م°]	٣٧,٨	٤٠,٠	٤٠,٠	٤٢,٠
تيار تغذية مذيّب لجهاز ماص	٣٩,٦	٣٥,٠	٣٥,٥	٣٦,٢

[م°]				
المعدل المقاس لتراكم الماء [جم ساعة ^{-١}]	٠,٠١	٠,٢٩	٠,٤٢-	٠,٠٠
محتوى الماء في مذيب [% بالوزن]	١,٣٢	٧,٦٠	٥,٥١	٥,٧٢
طور مائي منفصل	لا	نعم - حوض إعادة التجديد	لا	لا
فعالية احتجاز ثاني أكسيد الكربون [%]	٨٥,٢٢	٨٧,٣٦	٨٦,٠٣	٨٦,٧٥

أيضا، يشير المثال إلى:

- أنه يمكن التحكم في محتوى الماء لعملية تصفية غاز حمضي من مذيب غير مائي وتحديد احتجاز ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي بواسطة التلاعب في متغيرات العملية بحيث يكون معدل تراكم الماء في العملية صفرا (متوازن)، إيجابيا (متراكم)، أو سلبيا (منزوع)
- حيث هناك أكثر من واحد من مجموعة ظروف العملية الموجودة للحفاظ على توازن الماء في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون من مذيب غير مائي
- بين الشكل ٥ أحد النماذج غير الحصرية لنظام استخلاص غاز حمضي. يمكن للخبير في المجال أن يعرف أن التهيئات البديلة ممكنة. تحديدا يدخل الغاز التالف الخام (١) في وحدة نزع كبريت من غاز تالف flue gas desulfurization رطبة (٢) ويغادر الغاز منزوع منه أكاسيد الكبريت التالف (٣). وحدة نزع كبريت من غاز تالف لها قطاع عملية لنزع الكبريت والتبريد بالتلامس المباشر (٤) ووحدة لعملية لنزع الكبريت والتبريد بالتلامس المباشر (٥). يدخل الغاز منزوع منه أكاسيد الكبريت التالف (٣) في قطاع جهاز امتصاص absorber section ثاني أكسيد الكربون (٦) والذي له تيار تغذية بمذيب فقير في ثاني أكسيد الكربون (أو مذيب غير مائي) إلى قطاع ماص (٧) وقطاع غسل رأسي ماص (٨). يخرج الغاز التالف المعالج المرسل إلى العادم/التكديس (٩) من قطاع جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون (٦). أيضا يتم الإقران بقطاع جهاز

امتصاص ثاني أكسيد الكربون (٦) عبارة عن وحدة غسل wash unit (١٠) ومذيب مستخلص للتدفق (أو مذيب غير مائي) يعود إلى عملية (١١).

يغادر المذيب الغني بثاني أكسيد الكربون (أو مذيب غير مائي) (١٢) من قطاع جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون (٦) ويتدفق إلى مضخة حوض الجهاز الماص absorber sump pump (١٣)

ومبادر حراري متبادل crossover heat exchanger (١٤). يتدفق تيار التغذية بالمذيب الغني بثاني

أكسيد الكربون (أو مذيب غير مائي) إلى مذيب جهاز إعادة التجديد (١٥) إلى جهاز إعادة تجديد

المذيب solvent regenerator (١٦). يمكن أن يقترن بجهاز إعادة تجديد المذيب (١٦) غلاية

reboiler (١٧) تقوم بتوليد البخار منخفض الضغط (١٨) و/أو ناتج التكثيف (١٩). تتم إعادة

المذيب فقير في ثاني أكسيد الكربون (أو مذيب غير مائي) (٢٠) إلى قطاع جهاز امتصاص ثاني

أكسيد الكربون (٦). جهاز إعادة تجديد المذيب (١٦) له مبرد غاز عادم off-gas cooler وقطاع

غسل wash section (٢١) يقوم بتجديد المنتج الغازي ثاني أكسيد الكربون إلى دورة ضغط (٢٢)

أو استخدام منتج غاز ثاني أكسيد الكربون ووحدة غسل (١٠) وتدفق لمذيب مستخلص (أو مذيب

غير مائي) ليعود إلى العملية (١١). يتم توصيل جهاز إعادة الغلي (١٧) بمضخة جهاز إعادة

التجديد (٢٣) ومبرد (٢٤) في اتصال عبر المائع مع قطاع جهاز امتصاص ثاني أكسيد الكربون

١٥ (٦).

سوف يتم فهم أنه، بينما تم وصف الاختراع بأنه مرتبط بالوصف المفصل، يقصد بالوصف السابق

أن يشرح ولا يقتصر على منظور الاختراع. هناك جوانب ومزايا أخرى والتعديلات الخاصة

بالاختراع في منظور عناصر الحماية المذكورة أعلاه. كل المنشورات وبراءات الاختراع ومنشورات

براءات الاختراع المذكورة في هذا الوصف مدمجة بالإشارة إليها كمراجع إذا كان كل منشور يومي

أو منشور براءة اختراع تمت الإشارة إليها منفردا وخصيصا ليتم دمجها هنا بالإشارة إليه كمرجع.

٢٠

قائمة التتابع:

"أ" مكثف

"ب" وسيلة احتجاز مادة المص والمكثف

"ج" غاز تغذية

"د" مبرد

"هـ" مذيب

٢٥

"و"	الغاز المعالج	
"ز"	مادة ماصة	
"ح"	مادة مج	
"ط"	مكثف فوقي	
٥	"ي"	وسيلة احتجاز المادة الماصة
	"ك"	مذيب فقير
	"ل"	مذيب غني بثاني أكسيد الكربون
	"م"	مرحلة
	"ن"	في ثاني أكسيد الكربون
١٠	"س"	مخطط مبسط بمقياس معمل، نظام امتصاص غاز تدفق مستمر له مج مادة
		امتصاص - مج معيارية
	"ع"	الوقت على التيار (ساعة)
	"ف"	بيانات الوقت على التيار لتجربة تبين التحكم في توازن الماء في عملية إزالة ثاني
		أكسيد الكربون للمذيب غير المائي
١٥	"ص"	تركيز (حجم/%)
	"ق"	غاز منتج ثاني أكسيد الكربون
	"ر"	TIC
	"ش"	TE
	"ت"	النيتروجين
٢٠	"ث"	تركيز ثاني أكسيد الكربون (حجم/%)
	"خ"	تركيز ثاني أكسيد الكربون
	"ذ"	فعالية الإمساك
	"ض"	توازن ثاني أكسيد الكربون
	"أ١"	جمع العينة
٢٥	"ب١"	فعالية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتوازن ثاني أكسيد الكربون [%]
	"ج١"	الماء

- "د١" مخطط مبسط لـ LsGAS بعد ٩٠ ساعة من قيام تيار في الوقت الفعلي بإبداء وجود طور غني بالماء في تيار تغذية فقير بثاني أكسيد الكربون عدم وجود طور ماء في بلاعات المادة الماصة أو المجر
- "ه١" فعالية احتجاز ثاني أكسيد الكربون [%]
- ٥ "و١" خرج مادة المجر
- "ز١" خرج مادة الماصة
- "ح١" درجة حرارة مدخل المذيب غير المائي
- "ط١" فعالية الاحتجاز
- "ي١" تركيز ثاني أكسيد الكربون [حجم/٪] ودرجة الحرارة [مئوية]
- ١٠ "ك١" يبين أنه يمكن التحكم في وتشغيل بيانات وقت على التيار لتجربة تبين توازن ماء في عملية إزالة ثاني أكسيد الكربون للمذيب غير المائي دون تكوين طول منفصل غني بالماء.

عناصر الحماية

١. عملية لتنظيم محتوى ماء وإزالة الغازات الحمضية acid gases من تيار غاز gas stream يحتوي على ماء باستخدام سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent ، حيث يكون لسائل امتصاص مذيب غير مائي non-aqueous solvent قابلية ذوبان اقل من حوالي ١٠ جرام من الماء لكل ١٠٠ جرام مذيب غير مائي non-aqueous solvent والتي تتضمن: ٥

أ) معالجة تيار الغاز gas stream في منطقة امتصاص absorption zone مع سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent تحت مجموعة أولى من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق للحصول على تيار غاز gas stream معالج مستنفذ الغاز الحمضي acid gas وسائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent محمل بالغاز الحمضي acid gas؛ ١٠

ب) توجيه سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent المحمل بالغاز الحمضي acid gas إلى منطقة تبريد regeneration zone تحت مجموعة ثانية من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق وإعادة توليد سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent المحمل لاستبعاد جزء من الغازات الحمضية acid gases والحصول على سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent مجدد؛ ١٥

ج) توجيه سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent المبرد إلى الخطوة أ)؛ و

د) التحكم في المجموعة الأولى والثانية من الظروف بحيث تكون درجة حرارة المجموعة الأولى من الظروف المتحكم بها اكبر من ٣٠ درجة مئوية واقل من ٥٧ درجة مئوية لتجنب ضرورة جهاز فصل separation device لفصل طور غني بالماء من سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent، لتنظيم محتوى الماء، وإزالة الغازات الحمضية acid gases من تيار الغاز gas stream الغني بالماء؛ ٢٠

وحيث يتم تنظيم محتوى الماء بحيث تتوازن كمية الماء الذي يدخل العملية في تيار الغاز gas stream الغني بالماء مع محتوى الماء الذي يغادر العملية في تيار الغاز gas stream المعالج ٢٥

مستند الغاز الحمضي acid gas أو الغازات العادمة off gases من منطقة تبريد regeneration zone.

٢. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث الغاز الحمضي عبارة عن ثاني أكسيد الكربون.

٥

٣. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تيار الغاز الذي يحتوي على الماء ناتج من عملية معالجة أولية لنزع الكبريت desulfurization.

٤. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تيار الغاز عبارة عن غاز تالف من احتراق وقود حفري.

١٠

٥. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تيار الغاز عبارة عن غاز عادم exhaust gas من عملية احتراق combustion process.

٦. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تيار الغاز عبارة عن غاز عادم exhaust gas من مصنع أسمنت.

١٥

٧. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تتم إعادة توليد سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي المحمل بواسطة فك الضغط، التسخين، النزع أو توليفة مما سبق.

٨. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث يتم تسخين سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent المحمل أوليا بواسطة التبادل الحراري غير المباشر مع سائل الامتصاص المجدد regenerated absorption liquid.

٢٠

٩. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث يتضمن سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent قاعدة نيتروجينية nitrogenous base؛ حمض فقير له ثابت تفكك حمض ما بين ٨-١٥؛ ومخفف أليفاتي كاره للماء hydrophobic aliphatic diluent أو مخفف بولي إيثر polyether diluent؛ أو توليفة مما سبق.

٢٥

١٠. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث يتضمن سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent قاعدة نيتروجينية له نيتروجين مع ذرة هيدروجين تغادر المجموعة، حمض فقير، ومخفف كاره للماء hydrophobic diluent.

٥ ١١. نظام المذيب وفقا لعنصر الحماية ١، حيث نظام المذيب قابل للاختلاط بماء.

١٢. العملية وفقا لعنصر الحماية ٩، حيث القاعدة النيتروجينية عبارة عن أمين، أميدين amidine، جوانيدين guanidine، أو توليفة مما سبق.

١٠ ١٣. العملية وفقا لعنصر الحماية ٩، حيث الحمض الفقير عبارة عن كحول معالج بفلور fluorinated alcohol، فينول phenol، فينول مستبدل substituted phenol، أو توليفة مما سبق.

١٤. العملية وفقا لعنصر الحماية ٩، حيث القاعدة النيتروجينية nitrogenous base عبارة عن ٢-فلورو فينيل إيثيل أمين 2-fluorophenylethylamine أو N-ميثيل بنزيل أمين N-methylbenzylamine؛ الحمض الفقير عبارة عن أنيلين aniline، أوكتا فلورو بنتانول octafluoropentanol، فينول phenol، فينول مستبدل substituted phenol؛ ومخفف البولي إيثر polyether diluent عبارة عن إيثر ether مستبدل من بولي إيثيلين جليكول polyethylene glycol، إيثر ether مستبدل من بولي بروبيلين جليكول polypropylene glycol، أو خليط مما سبق.

٢٠ ١٥. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تكون درجة حرارة المجموعة الأولى من الظروف المُتحكم بها أكبر من ٣٠ درجة مئوية وأقل من ٤٢,٥ درجة مئوية.

١٦. العملية وفقا لعنصر الحماية ١، حيث تكون درجة حرارة المجموعة الأولى من الظروف المُتحكم بها أكبر من ٣٥ درجة مئوية وأقل من ٤٢,٥ درجة مئوية.

٢٥

١٧. عملية لتنظيم محتوى ماء وإزالة الغازات الحمضية acid gases من تيار غاز gas stream يحتوي على ماء باستخدام سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي، حيث يكون

لسائل امتصاص مذيب غير مائي non-aqueous solvent قابلية ذوبان اقل من حوالي ١٠ جرام من الماء لكل ١٠٠ جرام مذيب غير مائي non-aqueous solvent والتي تتضمن:

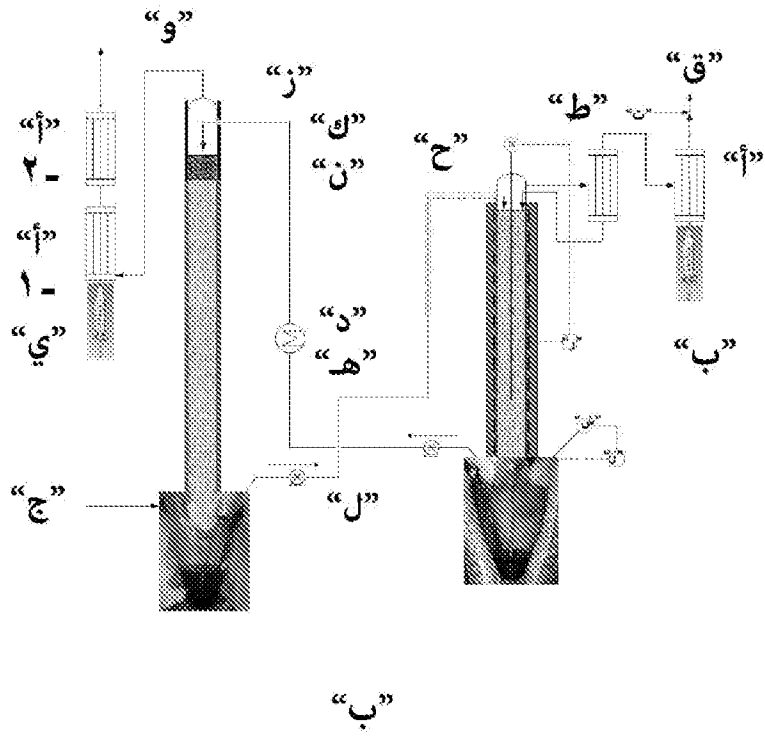
٥ (أ) معالجة تيار الغاز gas stream في منطقة امتصاص مع سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent تحت مجموعة أولى من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق للحصول على تيار غاز gas stream معالج مستنفذ الغاز الحمضي وسائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent محمل بالغاز الحمضي؛

١٠ (ب) توجيه سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent المحمل بالغاز الحمضي acid gas إلى منطقة تبريد regeneration zone تحت مجموعة ثانية من ظروف متحكم فيها تتضمن درجة الحرارة، الضغط ومعدل التدفق وإعادة توليد سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent المحمل لاستبعاد جزء من الغازات الحمضية acid gases والحصول على سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent مجدد؛

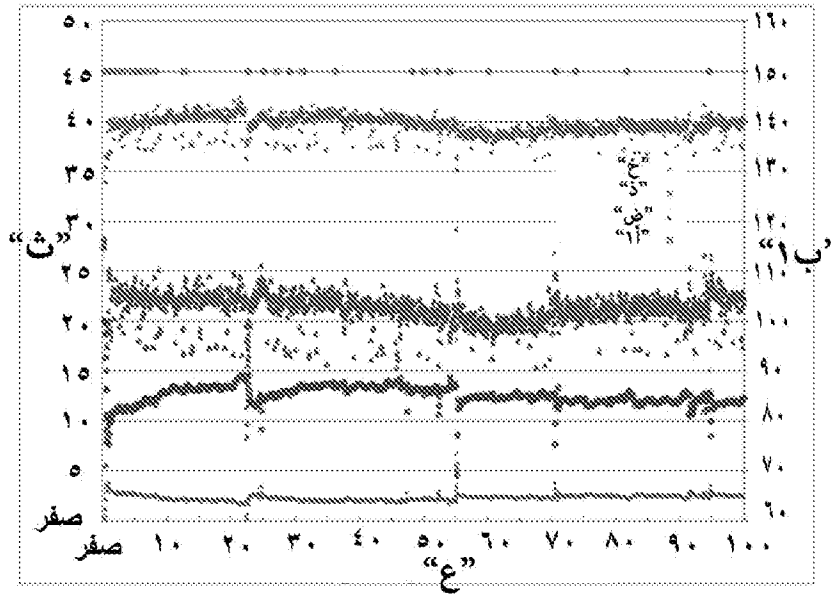
١٥ (ج) توجيه سائل امتصاص absorption liquid مذيب غير مائي non-aqueous solvent المبرد إلى الخطوة (أ)؛ و

(د) التحكم في المجموعة الأولى والثانية من الظروف بحيث تكون درجة حرارة المجموعة الأولى من الظروف المُتحكم بها اكبر من ٣٠ درجة مئوية وأقل من ٥٧ درجة مئوية من أجل (١) موازنة محتوى الماء الذي يدخل العملية في تيار الغاز gas stream الغني بالماء مع محتوى الماء الذي يغادر العملية؛ و

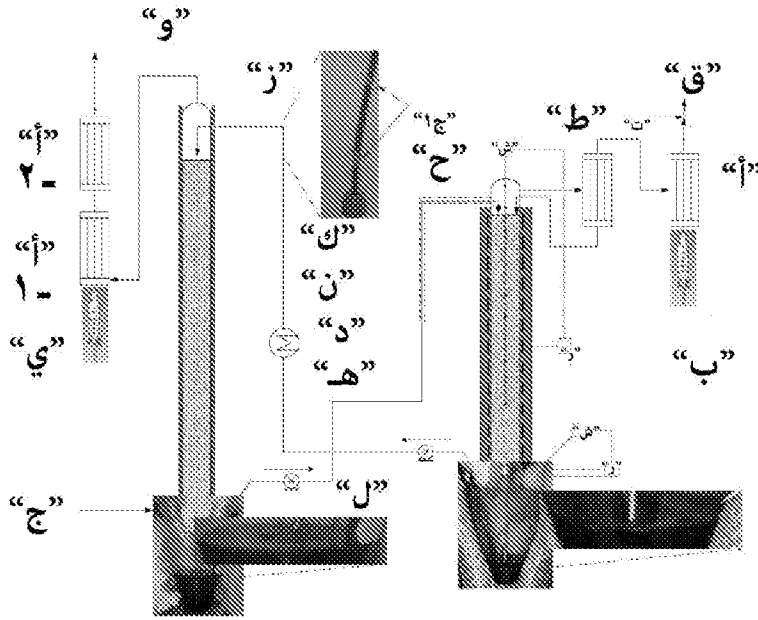
٢٠ (هـ) إزالة الغازات الحمضية من تيار الغاز الغني بالماء.



الشكل ١

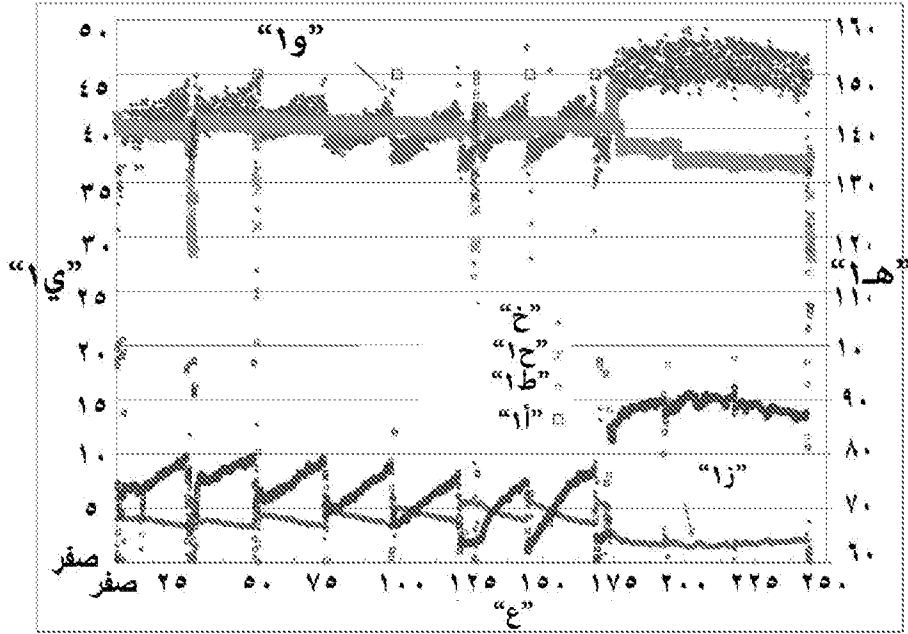


«في»
الشكل ٢

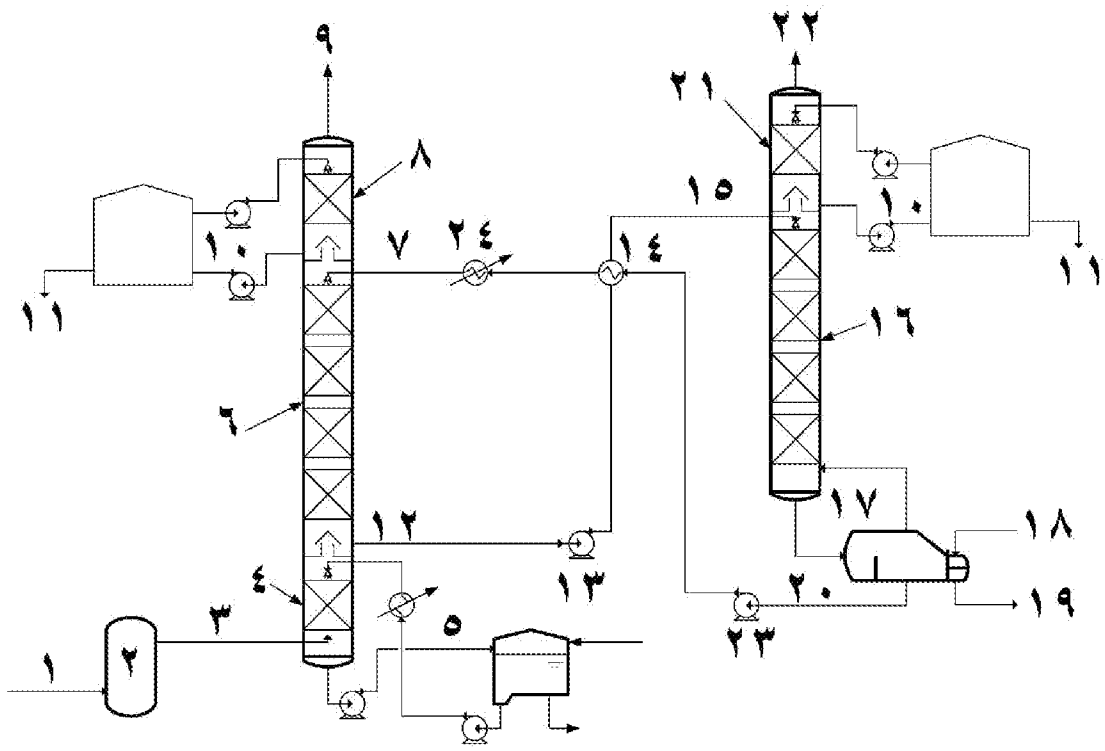


“١٥”

الشكل ٣



“ن ا”
الشكل ٤



شکل ۵

مدة سرعان هذه البراءة عشرون سنة من تاريخ إيداع الطلب

وذلك بشرط تسديد المقابل المالي السنوي للبراءة وعدم بطلانها أو سقوطها لمخالفتها لأي من أحكام نظام براءات الاختراع والتصميمات التخطيطية للدارات المتكاملة والأصناف النباتية والنماذج الصناعية أو لائحته التنفيذية

صادرة عن

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ، مكتب البراءات السعودي

ص ب ٦٠٨٦ ، الرياض ١١٤٤٢ ، المملكة العربية السعودية

بريد الكتروني: patents@kacst.edu.sa