ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 32584 B1

(43) Date de publication :
01.08.2011

(51) Cl. internationale :
C02F 1/44; B01D 61/02; C02F 1/66; C02F 103/08; C02F 5/00

(21) N° Dépôt :
33642

(22) Date de Dépôt :
22.02.2011

(30) Données de Priorité :
31.07.2008 FR 0855309

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2009/059676 27.07.2009

(71) Demandeur(s) :
VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES SUPPORT, L'AQUARENE 1 PLACE MONTGOLFIER F-94417 SAINT-MAURICE CEDEX (FR)

(72) Inventeur(s) :
GAID, Abdelkader ; DELAGARDE, Sébastien

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **PROCEDE DE TRAITEMENT D'EAU PAR OSMOSE INVERSE INCLUANT UNE DECARBONATATION D'UN CONCENTRAT ET UNE REMINERALISATION D'UN FILTRAT**

(57) Abrégé : L'INVENTION CONCERNE UN PROCÉDÉ DE TRAITEMENT D'UNE EAU CONTENANT AU MOINS DES SELS DE CALCIUM ET/OU DE MAGNÉSIUM À TRAVERS DES MEMBRANES DE TYPE OSMOSE INVERSE, LEDIT PROCÉDÉ COMPRENANT AU MOINS UNE ÉTAPE DE RÉCUPÉRATION D'UNE EAU AU MOINS EN PARTIE DESSALÉE, UNE ÉTAPE DE RÉCUPÉRATION D'UN CONCENTRAT PROVENANT DESDITES MEMBRANES ET CONTENANT DES BICARBONATES, UNE ÉTAPE D'INJECTION DE CO2 OU D'UN ACIDE DANS LADITE EAU AU MOINS PARTIELLEMENT DESSALÉE, ET UNE ÉTAPE DE REMINÉRALISATION DE LADITE EAU AU MOINS EN PARTIE DESSALÉE AU SEIN D'UN RÉACTEUR DE REMINÉRALISATION. SELON L'INVENTION, UN TEL PROCÉDÉ COMPREND: -UNE ÉTAPE DE DÉCARBONATATION DUDIT CONCENTRAT DE FAÇON À FORMER DES CARBONATES, ET -UNE ÉTAPE DE RECYCLAGE D'AU MOINS UNE PARTIE DESDITS CARBONATES AU SEIN DUDIT RÉACTEUR DE REMINÉRALISATION.

(عملية معالجة الماء بالتناضح العكسي تتضمن نزع الكربون من ناتج التركيز وإعادة تمعدن ناتج الترشيح)

الملخـــــــص

يتعلق الاختراع الحالي بعملية لمعالجة ماء تحتوي على أملاح كالسيوم و / أو ماغنسيوم على الأقل خلال أغشية من نوع التناضح العكسي، وتتضمن العملية المذكورة خطوة واحدة على الأقل لاستعادة الماء التي تتم تحليتها جزئيًا على الأقل، وخطوة لاستعادة ناتج التركيز الذي ينشأ من الأغشية المذكورة ويحتوي على بيكربونات، وخطوة لحقن CO_2 أو حمض إلى الماء المحلى جزئيًا على الأقل المذكور، وخطوة لإعادة تمعدن الماء المحلى جزئيًا على الأقل المذكور داخل مفاعل إعادة تمعدن. وفقًا للاختراع الحالي، تتضمن مثل هذه العملية على ما يلي: - خطوة لنزع الكربون من ناتج التركيز المذكور لتكوين كربونات، - وخطوة لإعادة تدوير جزء واحد على الأقل من الكربونات المذكورة داخل مفاعل إعادة التمعدن المذكور.

MA 32584B1

01 AOUT 2011

(عملية معالجة الماء بالتناضح العكسي تتضمن نزع الكربون من ناتج التركيز وإعادة تمعدن ناتج الترشيح)

الوصف الكامل

5

المجال التقني:

يتعلق الاختراع الحالي بمعالجة الماء. على نحو أكثر دقة، يتعلق الاختراع بمعالجة الماء، وبشكل خاص ماء البحر، بغرض الحصول على ماء محلاة منها.

10 ### الخلفية التقنية:

تعد عملية تحلية ماء البحر عبارة عن إجراء يتم تنفيذه حاليًا بغرض خفض تركيز الأملاح المختلفة في الماء. لهذا الغرض، من المعروف أن ترشيح الماء المشبع بالملح يكون خلال أغشية من نوع التناضح العكسي. يمكن تطبيق هذا النوع من الترشيح بالتناضح العكسي على أي نوع من الماء المتضمن أملاح، مثل ماء البحر.

15 يُثبت هذا النوع من المعالجة بالتناضح العكسي كونه فعالاً في أنه يوفر إنتاج الماء المنقى (أو ناتج ترشيح) الذي يتم خفض تركيز الأملاح فيه إلى حد كبير. يظهر هذا بوضوح في أعمدة الجدول رقم 1، الذي يعرض نتائج معالجة ماء البحر بالتناضح العكسي، مع معدل تحويل يساوي 52.8 %. في التناضح العكسي أو الترشيح بالأجهزة النانوية، يمكن تحديد معدل

التحويل بأنه يساوي نسبة مئوية (في %) بين معدل دفق المادة النافذة ومعدل التغذية لوحدة الترشيح.

المعلمات	ماء البحر	الماء المحلى (بالتناضح العكسي)	ناتج التركيز
الكاتيونات (مجم /1)			
Ca^{2+}	444.4	0.15	840.1
Mg^{2+}	1382.7	0.47	2616.3
Ba^{2+}	1.10	0.1	1.9
Na^{2+}	12221.5	19.6	23056.6
K^{+}	416.1	0.85	784.3
Sr^{+}	4.94	0.1	9.34
الأنيونات (مجم /1)			
C^{-}	21754	32.10	41046.02
SO_4^{2-}	2963.2	0.40	5610.26
HCO_3^{-}	168.4	0.38	311.29
CO_3^{2-}	3.5	0.000	9.49
NO_3^{-}	1.0	0.00	1.87
بورون	5.4	0.35	9.06
F^{-}	1.5	0.02	2.80

الجدول رقم 1: نتائج معالجة ماء البحر بالتناضح العكسي بمعدل تدفق 52.8 %.

يمكن بالفعل ملاحظة أنه يتم خفض تركيزات الأملاح المختلفة الموجودة في ماء البحر إلى حد كبير في الماء المحلى الذي تم الحصول عليه بعد المعالجة بالتناضح العكسي. بالاستناد إلى العينات الموجودة في التجربة، يمكن أن تكون قيم نواتج التركيز تلك قريبة من صفر.

ومع ذلك، على الرغم من الفعالية العالية لعملية التحلية بالتناضح العكسي، إلا أنها لا تخلو من العيوب.

عيوب الفن السابق

بشكل خاص، لا تعد تحلية الماء بالتناضح العكسي معالجة انتقائية حيث تتم تصفية الماء الذي يتم إنتاجه من أملاح عديدة. ومع ذلك، بالرغم من أن عملية تحلية الماء تهدف حقيقة إلى خفض تركيز الأملاح في الماء، إلا أنها تهدف بشكل أكثر دقة إلى خفض أملاح معينة لتلطيف الماء. بشكل خاص، تهدف عملية تحلية الماء إلى تقييد تركيز كلوريد الصوديوم في الماء وبالتالي لإزالة المذاق الملحي لماء البحر ولتوفير ماء مناسب للاستهلاك أو بصورة مبسطة أكثر لتوفير ماء قابل للاستخدام.

وبطريقة أخرى، تتم تصفية الماء المعالج المشتق من عملية التحلية من أملاح معينة مثل البيكربونات، حيث تبين أن وجودها ضروريًا.

من أجل تقليل هذه العيوب، يعد من الشائع إجراء إعادة تمعدن للماء المعالج بطريقة بغية إثراء الماء بأملاح معينة. قد تم تطوير عدة أساليب لهذا الغرض.

يتكون أسلوب إعادة التمعدن الأولى من حقن ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والكالسيوم (CaO) إلى الماء المعالج، الأمر الذي ينتج عنه تكوين بيكربونات الكالسيوم ($Ca(HCO_3)_2$) في الماء المعالج.

يتكون أسلوب إعادة التمعدن الثاني من تمرير الماء المعالج على مادة كلسية بعد حقنها بحمض. يمكن أن تتمتع المادة الكلسية المستخدمة لهذا الغرض، على سبيل المثال، بخواص مثل تلك الموضحة في الجدول رقم 2. بشكل خاص، يمكن أن تكون أرضية المنشأ أو مكونة طبيعيًا عن طريق تبخر أملاح البحر على الشواطئ الساحلية.

المعلمات	%
$CaCO_3$	80≥
MgO	14.5≥
SiO_2	0.3
$Al2O_3$	0.05
SO_4^{2-}	0.2
Fe_2O_3	كمية قليلة
الفلزات	مجم / كجم
زرنيخ	0.25
الكادميوم	0.25<
الكروم	2<
الزئبق	0.02<
الرصاص	0.25
عنصر السيلينيوم	0.9
الخصائص الفيزيائية	

الصلابة (Mohs)	3
الكثافة الظاهرية	1.02>

الجدول رقم 2: الخصائص النموذجية لمادة كلسية تقليدية

تكون عملية الحقن بثاني أكسيد الكربون (CO_2) وتدفق الماء فوق المادة الكلسية مصحوبًا بالتفاعل التالي:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

كما تكون عملية الحقن بحمض الكبريتيك (H_2SO_4) وتدفق الماء فوق المادة الكلسية مصحوبًا بالتفاعل التالي:

$$2CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 + CaSO_4$$

وتكون عملية الحقن بحمض الهيدروكلوريك (HCl) وتدفق الماء فوق المادة الكلسية مصحوبًا بالتفاعل التالي:

$$2CaCO_3 + 2HCl \rightarrow Ca(HCO_3)_2 + CaCl_2$$

تعد أساليب إعادة التمعدن تلك فعالة على وجه الخصوص حيث تمكن من عمل تشبع للماء المعالج بالكالسيوم والبيكربونات. ومع ذلك، يوجد بها عدة عيوب.

تعد من بين تلك العيوب حقيقة أنه يتم استهلاك المادة الكلسية المستخدمة وفقًا للأسلوب الثاني لإعادة تمعدن الماء المعالج أثناء تفاعل إعادة التمعدن. في هذه الحالة، يشتمل الأسلوب على مادة قابلة للاستهلاك يلزم تجديدها باستمرارها. ويتطلب هذا أن يتم تزويد الموقع الذي تتم معالجة الماء فيه بهذه المادة القابلة للاستهلاك بشكل منتظم.

هذا التقييد له نتائج غير مباشرة إلى حد كبير من الناحية اللوجيستية والاقتصادية بشكل خاص.

بالإضافة إلى الجوانب المتعلقة بالإمداد بالمواد القابلة للاستهلاك، يتم إجراء عملية تحلية الماء بالتناضح العكسي مصحوبة بإنتاج وتفريغ نواتج التركيز إلى البيئة الطبيعية.

عندما يتم اشتقاق نواتج التركيز من جراء تنفيذ كل من الأسلوب الأول والأسلوب الثاني، يكون لتلك النواتج تركيزات عالية جدًا من الأملاح الموجودة بشكل أولي في الماء الذي تتم معالجته. ويظهر هذا في العمود الموجود على يمين الجدول رقم 1 حيث تظهر تركيزات لأملاح مختلفة موجودة في نواتج التركيز تلك. بشكل خاص، يمكن ملاحظة أن نواتج التركيز تلك مشبعة بأيونات الكالسيوم والماغنسيوم والبيكربونات.

بسبب وجود تركيزات ملحية عالية في نواتج التركيز تلك، فإن التخلص من ذلك في البيئة الطبيعية لا يكون له تأثيرًا حياديًا، بل يكون له أثراً كبيرًا على البيئة.

بشكل خاص، أثناء تحلية ماء البحر، يتم إلقاء نواتج التركيز تلك في البحر. ويُحدث هذا تغيير مفاجئ في ملوحة الماء في ذلك الموقع. في مثل هذه الحالة، تمت ملاحظة أنه، في حين لا تتأثر أنواع معينة من الحيوانات أو النباتات بهذه التغييرات المفاجئة في بيئتهم، إلا أنه هناك أنواع أخرى حساسة بشكل خاص لمثل هذه التغييرات.

أهداف الاختراع

بشكل خاص، يعد الهدف من الاختراع الحالي هو تقليل تلك العيوب الموجودة في الفن السابق.

على نحو أكثر دقة، يعد من أحد أهداف الاختراع هو توفير أسلوب تحلية للماء يتضمن طور

لإعادة تمعدن الماء المعالج، وينتج عن إجراءها تقييد الإمدادات بالمواد القابلة للاستهلاك المطلوبة لعملية إعادة التمعدن.

ويهدف الاختراع إلى توفير عملية إعادة تمعدن فعالة بشكل خاص للماء المحلى.

كما أن من أهداف الاختراع إجراء أسلوب التحلية يكون له أثر محدود على البيئة، بدرجة منخفضة للغاية بالمقارنة بالأساليب الموجودة في الفن السابق.

يهدف الاختراع أيضًا إلى توفير مثل هذا الأسلوب الذي يعد سهل التنفيذ بالإضافة إلى أنه فعال واقتصادي.

الكشف عن الاختراع

يتم تحقيق تلك الأهداف بالإضافة إلى أهداف أخرى، ستكون ظاهرة فيما يلي أدناه، من خلال عملية لمعالجة الماء تتضمن أملاح كالسيوم و / أو ماغنسيوم على الأقل خلال أغشية من نوع التناضح العكسي، وتتضمن العملية المذكورة خطوة واحدة على الأقل لجمع ماء محلى بشكل جزئي على الأقل، وخطوة لجمع نواتج التركيز القادمة من الأغشية المذكورة وتتضمن بيكربونات، وخطوة لحقن CO_2 أو حمض إلى الماء المحلى بشكل جزئي على الأقل المذكور، وخطوة لإعادة تمعدن الماء المحلى بشكل جزئي على الأقل المذكور في مفاعل إعادة التمعدن،

ويتسم بأن العملية المذكورة تتضمن التالي:

- خطوة لتزع الكربون من ناتج التركيز المذكور لتكون الكربونات،

- وخطوة لإعادة تدوير بعض من الكربونات المذكورة على الأقل في مفاعل إعادة التمعدن المذكور.

يستند الاختراع على تنفيذ خطوة لنزع الكربون من ناتج التركيز المشتق من المعالجة بالتناضح العكسي بغرض إنتاج الكربونات. ثم تتم إعادة تدوير الكربونات تلك داخل مفاعل إعادة التمعدن الذي تتفاعل فيه مع الماء المعالج الذي تم حقن CO_2 أو حمض إليه بشكل مسبق لكي يتشبع الماء المعالج بالبيكربونات.

يتضمن تنفيذ الاختراع إنتاج المادة الكلسية المطلوبة لإعادة تمعدن الماء المعالج فوق موقع معالجة الماء بشكل مباشر. لذلك، إجراء عملية معالجة الماء وفقًا للاختراع يجعل من الممكن تجنب إمداد موقع الإنتاج باستمرار بالمادة الكلسية القابلة للاستهلاك.

بالإضافة إلى ذلك، ينتج عن تعرض ناتج التركيز المشتق من معالجة الماء بالتناضح العكسي لعملية نزع الكربون أنه يحدث تفريغ للمواد الطافية الخالية من البيكربونات في البيئة الطبيعية. وبذلك يجعل هذا الجانب من الاختراع من الممكن تقليل التأثير البيئي لعملية التحلية.

وفقًا لأحد الخواص المميزة، يتكون الماء المذكور من ماء البحر.

يعمل تنفيذ الاختراع على جعل تحلية ماء البحر وإعادة تمعدنها أكثر فعالية لتوفيرها بصورة مناسبة للاستهلاك أو بشكل عام أكثر لتوفير الماء في صورة صالحة للاستخدام.

ومن الأفضل أن تكون خطوة نزع الكربون المذكورة من النوع الحفزي.

وتعد عملية نزع الكربون الحفزية عبارة عن عملية تجعل من الممكن تكوين الكربونات بشكل فعال من ناتج التركيز المشتق من التناضح العكسي للماء الذي تتم معالجته.

في هذه الحالة، يعد من الأفضل أن تكون الكربونات المذكورة في صورة الكرات.

تمكن عملية نزع الكربون الحفزية بشكل فعلي تكوين كرات الكربون من تغليف حبة الرمل. تتميز هذه الكرات بأنه يمكن إعادة استخدامه بسهولة في صورة مادة إعادة تمعدن فعالة على وجه خاص.

وفقًا لأحد الجوانب المميزة للاختراع، تشتمل الكربونات المذكورة المتكونة على كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$).

وبذلك يُمَكّن استخدامها كمادة إعادة تمعدن من تشبع الماء الذي تم تمعدنه بالكالسيوم.

وفقًا لجانب مميز آخر للاختراع، تشتمل الكربونات المذكورة المتكونة على كربونات الماغنسيوم ($MgCO_3$).

وبذلك يُمَكّن استخدامها كمادة إعادة تمعدن من تشبع الماء الذي تم تمعدنه بالماغنسيوم.

وبالطبع من الممكن توقع إنتاج كربونات مختلفة، وبالتالي جعل الماء المعالج مشبعًا بأنواع معدنية أخرى.

وفقًا للاختراع، من الأفضل أن تسبق خطوة نزع الكربون المذكورة خطوة حقن ناتج التركيز المذكور بالصودا أو الجير.

تشارك مواد التفاعل تلك بشكل نشط في تكوين الكربونات.

من الأفضل، أن يتم حقن الجير المذكور أو الصودا المذكورة بمقادير قياسية متكافئة نسبة إلى مقدار البيكربونات المراد ترسيبها، مع هامش 20 % إلى 50 %.

ومن الأفضل، أن يتم حقن CO_2 المذكور أو الحمض المذكور بمقادير قياسية متكافئة نسبة إلى

مقدار البيكربونات المراد ترسيبها، مع هامش 20 % إلى 50 %.

تمكن مثل هذه النسب من الحصول على نتائج جيدة من حيث تكوين الكربونات ومن حيث تقليل التركيز الملحي للمادة الطافية التي يتم إلقائها في البيئة الطبيعية.

تشتمل عملية المعالجة وفقًا للاختراع على خطوة إلقاء المادة الطافية القادمة من خطوة نزع الكربون المذكورة إلى البيئة الطبيعية، المادة الطافية المذكورة التي يتم نزع الملح منها.

لذلك يعمل تنفيذ الاختراع على إتاحة تقييد التأثير البيئي لتحلية الماء.

الوصف المختصر للأشكال

وسوف يتضح أكثر خواص ومميزات أخرى للاختراع من الوصف التالي للنموذج المفضل، الذي تم ذكره ليس بغرض تقييد نطاق الاختراع بل لأغراض توضيحية، وستتضح أيضًا من الرسومات المرفقة، التي فيها:

- الشكل رقم 1 عبارة عن عرض تخطيطي لنموذج تجهيزة خاص بتنفيذ عملية معالجة الماء وفقًا للاختراع؛

- ويوضح الشكل رقم 2 التجهيزة المطبقة عند إجراء الاختبارات التي تم تنفيذها كجزء من تطوير الأسلوب الحالي.

الوصف التفصيلي للاختراع

يتعلق المبدأ العام للاختراع بعملية لتحلية الماء بالتناضح العكسي، والتي تتضمن خطوة لإعادة تمعدن الماء المحلى الناتج في المفاعل.

يستند الاختراع على تنفيذ خطوة لترع الكربون من ناتج التركيز المشتق من المعالجة بالتناضح العكسي بغرض إنتاج الكربونات. ثم تتم إعادة تدوير تلك الكربونات داخل مفاعل إعادة التمعدن الذي تتفاعل فيه مع الماء المعالج الذي يتم حقن CO_2 أو حمض إليه بشكل مسبق لإثراء الماء المعالج بالبيكربونات.

يتضمن تنفيذ الاختراع إنتاج المادة الكلسية المطلوبة لإعادة تمعدن الماء المعالج فوق موقع معالجة الماء بشكل مباشر. لذلك، إجراء عملية معالجة الماء وفقًا للاختراع يجعل من الممكن تجنب إمداد موقع الإنتاج باستمرار بالمادة الكلسية القابلة للاستهلاك.

بالإضافة إلى ذلك، ينتج عن تعرض ناتج التركيز المشتق من معالجة الماء بالتناضح العكسي لعملية نزع الكربون أنه يحدث تفريغ للمواد الطافية الخالية من البيكربونات في البيئة الطبيعية. وبذلك يجعل هذا الجانب من الاختراع من الممكن تقليل التأثير البيئي لعملية التحلية.

النموذج المفضل لتجهيزة خاصة بتنفيذ عملية معالجة الماء وفقًا للاختراع

فيما يتعلق بالشكل رقم 1، يتم عرض التجهيزة التي تم عملها لتنفيذ عملية معالجة الماء وفقًا للاختراع.

كما هو موضح في هذا الشكل رقم 1، تشتمل مثل هذه التجهيزة على وسائل للتغذية 10 بالماء المشبع بالملح، مثل خطوط الأنابيب، إلى وحدة ترشيح بالتناضح العكسي 11.

يتم توصيل وحدة المعالجة بالتناضح العكسي هذه 11 بوسائل لتفريغ 12 الماء المعالج الذي يتم تصفيته من الملح بشكل جزئي على الأقل، تحديدًا يتم تقليل تركيزات الملح الذي يتضمنه الماء بشكل أولي. يمكن أن تتخذ وسائل التفريغ 12 هذه شكل خطوط الأنابيب.

توجد بالوسائل الخاصة بتفريغ الماء المعالج 12 مخرج يُفرغ إلى مفاعل إعادة التمعدن 13، والتي تكون موصلة في ذاتها بخط أنابيب خاص بتفريغ 14 ماء محلى معاد تمعدنه.

تم وضع وسائل حقن مادة التفاعل 15، مثل الحقنات، على وسائل تفريغ الماء المعالج 12 قبل مفاعل إعادة التمعدن 13.

يتم توصيل وحدة المعالجة 11 بوسائل تفريغ 16 ناتج الترشيح المشتق من المعالجة بالتناضح العكسي للماء الذي تتم معالجته.

توجد بالوسائل الخاصة بتفريغ 16 ناتج التركيز، التي يمكن أن تأخذ شكل خطوط الأنابيب، مخرج يُفرغ إلى مفاعل نزع الكربون 17.

تم وضع وسائل حقن مادة التفاعل 18 على وسائل تفريغ 16 ناتج التركيز قبل مفاعل نزع الكربون 17.

يوجد بمفاعل نزع الكربون 17 وسائل لتفريغ 19 المادة الطافية. كما يوجد به وسائل لتفريغ الكربونات 20. هذه الوسائل الخاصة بتفريغ الكربونات 20 يوجد بها مخرج يتم توصيله بمفاعل إعادة التمعدن 13.

مثال لعملية معالجة الماء وفقًا للاختراع من أجل تشبع الماء المحلى بالكالسيوم

يمكن إجراء عملية معالجة الماء وفقًا للاختراع، على سبيل المثال، من أجل جعل الماء المحلى مشبعًا بالكالسيوم.

يتم نقل الماء الغني بالأملاح، بشكل خاص الكالسيوم، على سبيل المثال، مثل ماء البحر أو أي نوع آخر من الماء، تجاه وحدة المعالجة بالتناضح العكسي 11 ويتم حقنه إليها عن طريق خط الأنابيب 10.

ثم يتم ترشيح الماء المشبع بالملح خلال هذه الوحدة 11 بحيث يتم استخلاص الماء المعالج الذي تمت تصفيته من أملاح معينة جزئيًا على الأقل من الوحدة 11 ويتدفق خلال خط الأنابيب 12 في اتجاه مفاعل إعادة التمعدن 13.

قبل أن يتم حقن الماء في مفاعل إعادة التمعدن 13، يتم استخدام وسائل الحقن 15 لكي يتم حقن مفاعل إعادة ا لتمعدن بثاني أكسيد الكربون (CO_2) أو حمض، على سبيل المثال، حمض الكبريتيك (H_2SO_4) أو حمض الهيدروكلوريك (HCl).

يتم تفريغ ناتج التركيز المشتق من معالجة الماء المشبع بالملح بالتناضح العكسي من الوحدة 11 عن طريق خط الأنابيب 16. ويكون ناتج التركيز هذا بشكل خاص مشبعًا ببيكربونات الكالسيوم ($Ca(HCO_3)_2$).

يتم استخدام وسائل الحقن 18 لكي يتم حقن الجير (CaO) أو الصودا (NaOH) في ناتج التركيز هذا.

ثم يتم سكب خليط ناتج التركيز والجير أو الصودا بعد ذلك في مفاعل نزع الكربون 17 بغرض إجراء عملية نزع كربون من النوع الحفزي المفضل.

يعد مبدأ عملية نزع الكربون معروفًا لهؤلاء الماهرين في المجال. في هذه الحالة، بشكل خاص،

يمكن تنفيذ عملية نزع الكربون الحفزية التي تم تطويرها وتسويقها من قبل مقدم الطلب تحت اسم ACTINA®.

ثم يحدث بعد ذلك أي من التفاعلات التالية داخل مفاعل نزع الكربون، وفقًا لما تم حقنه في ناتج التركيز سواء كان جير أو صودا:

$$Ca(OH)_2 + Ca^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow 2CaCO_{3\downarrow} + 2H_2O$$

$$NaOH + Ca^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow CaCO_{3\downarrow} + H_2O + Na^+ + HCO_3^-$$

وبالتالي يمكن ملاحظة أنه ينتج عن نزع الكربون من ناتج التركيز إنتاج كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$). ثم تقوم كربونات الكالسيوم التي تم إنتاجها بعد ذلك بتكوين المادة الكلسية التي تكون على نحو مميز في صورة كرات.

يتم تفريغ المادة الطافية التي تم إنتاجها أثناء نزع الكربون من ناتج التركيز من مفاعل نزع الكربون 17 إلى البيئة الطبيعية، عن طريق خط أنابيب 19. بالمقارنة بناتج التركيز، تمت تصفية هذه المادة الطافية من البيكربونات، بحيث يكون لتفريغها في البيئة الطبيعية أثرًا أقل من التخلص من ناتج التركيز مباشرة، كما في الأساليب الموجودة في الفن السابق.

يتم توجيه كربونات الكالسيوم التي تم إنتاجها أثناء عملية نزع الكربون من ناتج الترشيح تجاه مفاعل إعادة التمعدن 13 لكي يتم حقنه في المفاعل عن طريق خط الأنابيب 20.

ثم يحدث بعد ذلك أي من التفاعلات التالية داخل مفاعل إعادة التمعدن 13، وفقًا لنوع مادة التفاعل التي تم حقنها مسبقًا في الماء المعالج.

تقوم عملية الحقن بثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الماء بإنتاج التفاعل التالي:

$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca(HCO_3)_2$$

كما تقوم عملية الحقن بحمض الكبريتيك (H_2SO_4) في الماء فوق بإنتاج التفاعل التالي:

$$2CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Ca(HCO_3)_2 + CaSO_4$$

وتقوم عملية الحقن بحمض الهيدروكلوريك (HCl) في الماء بإنتاج التفاعل التالي:

$$2CaCO_3 + 2HCl \rightarrow Ca(HCO_3)_2 + CaCl_2$$

داخل نطاق هذا النموذج، يعمل تطبيق الاختراع على التمكين من جعل الماء المحلى مشبعًا بالكالسيوم، في حين أنه في نفس الوقت يمنع شراء المادة الكلسية القابلة للاستهلاك أو الإمداد بها، حيث يتم إنتاج المادة الكلسية بشكل غير مباشر في موقع الإنتاج عن طريق إعادة تدوير وإعادة معالجة المواد المتبقية المشتقة من تحلية الماء.

مثال لعملية معالجة الماء وفقًا للاختراع من أجل تشبع الماء المحلى بالماغنسيوم

بنفس الطريقة التي قدم تم وصفها مسبقًا، يمكن إجراء عملية معالجة الماء وفقًا للاختراع، على سبيل المثال، من أجل جعل الماء المحلى مشبعًا بالماغنسيوم.

ولتحقيق ذلك، يتم نقل الماء الغني بالأملاح، بشكل خاص الماغنسيوم، على سبيل المثال، مثل ماء البحر أو أي نوع آخر من الماء، تجاه وحدة المعالجة بالتناضح العكسي 11 ويتم حقنه إليها عن طريق خط الأنابيب 10.

ثم يتم ترشيح الماء المشبع بالملح خلال هذه الوحدة 11 بحيث يتم استخلاص الماء المعالج الذي تمت تصفيته من أملاح معينة جزئيًا على الأقل من الوحدة 11 ويتدفق خلال خط

الأنابيب 12 في اتجاه مفاعل إعادة التمعدن 13.

قبل أن يتم حقن الماء في مفاعل إعادة التمعدن 13، يتم استخدام وسائل الحقن 15 لكي يتم حقن مفاعل إعادة ا لتمعدن بثاني أكسيد الكربون (CO_2) أو حمض، على سبيل المثال، حمض الكبريتيك (H_2SO_4) أو حمض الهيدروكلوريك (HCl).

يتم تفريغ ناتج التركيز المشتق من معالجة الماء المشبع بالملح بالتناضح العكسي من الوحدة 11 عن طريق خط الأنابيب 16. ويكون ناتج التركيز هذا بشكل خاص مشبعًا ببيكربونات الماغنسيوم ($Mg(HCO_3)_2$).

يتم استخدام وسائل الحقن 18 لكي يتم حقن الجير (CaO) أو الصودا (NaOH) في ناتج التركيز هذا.

ثم يتم سكب خليط ناتج التركيز والجير أو الصودا بعد ذلك في مفاعل نزع الكربون 17 بغرض إجراء عملية نزع كربون من النوع الحفزي المفضل. ثم يحدث بعد ذلك أي من التفاعلات التالية داخل مفاعل نزع الكربون، وفقًا لما تم حقنه في ناتج التركيز سواء كان جير أو صودا:

$$Mg(OH)_2 + Mg^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow 2MgCO_{3\downarrow} + 2H_2O$$

$$NaOH + Mg^{2+} + 2HCO_3^- \rightarrow MgCO_{3\downarrow} + H_2O + Na^+ + HCO_3^-$$

وبالتالي يمكن ملاحظة أنه ينتج عن نزع الكربون من ناتج التركيز إنتاج كربونات الماغنسيوم ($MgCO_3$). ثم تقوم كربونات الماغنسيوم التي تم إنتاجها بعد ذلك بتكوين المادة الكلسية التي تكون على نحو مميز في صورة كرات.

يتم تفريغ المادة الطافية التي تم إنتاجها أثناء نزع الكربون من ناتج التركيز من مفاعل نزع الكربون 17 إلى البيئة الطبيعية، عن طريق خط أنابيب 19. وبالمقارنة بناتج التركيز، تمت تصفية هذه المادة الطافية من البيكربونات، بحيث يكون لتفريغها في البيئة الطبيعية أثرًا أقل من التخلص من ناتج التركيز مباشرة، كما في الأساليب الموجودة في الفن السابق.

يتم توجيه كربونات الماغنسيوم التي تم إنتاجها أثناء عملية نزع الكربون من ناتج الترشيح تجاه مفاعل إعادة التمعدن 13 لكي يتم حقنه في المفاعل عن طريق خط الأنابيب 20.

ثم يحدث بعد ذلك أي من التفاعلات التالية داخل مفاعل إعادة التمعدن 13، وفقًا لنوع مادة التفاعل التي تم حقنها مسبقًا في الماء المعالج.

تقوم عملية الحقن بثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الماء بإنتاج التفاعل التالي:

$$MgCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Mg(HCO_3)_2$$

كما تقوم عملية الحقن بحمض الكبريتيك (H_2SO_4) في الماء فوق بإنتاج التفاعل التالي:

$$2MgCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Mg(HCO_3)_2 + MgSO_4$$

وتقوم عملية الحقن بحمض الهيدروكلوريك (HCl) في الماء بإنتاج التفاعل التالي:

$$2MgCO_3 + 2HCl \rightarrow Mg(HCO_3)_2 + MgCl_2$$

داخل نطاق هذا النموذج، يعمل تطبيق الاختراع على التمكين من جعل الماء المحلى مشبعًا بالماغنسيوم، في حين أنه في نفس الوقت يمنع شراء المادة الكلسية القابلة للاستهلاك أو الإمداد بها، حيث يتم إنتاج المادة الكلسية بشكل غير مباشر في موقع الإنتاج عن طريق إعادة تدوير وإعادة معالجة المواد المتبقية المشتقة من تحلية الماء.

الاختبارات

يتم إجراء عدة سلاسل من الاختبارات للتحقق من فعالية عملية معالجة الماء وفقًا للاختراع، وبشكل خاص لمقارنة نتائج إعادة التمعدن عن طريق المواد الكلسية التقليدية وبواسطة كرات من المادة الكلسية التي تم إنتاجها من خلال تطبيق الاختراع.

يتم وصف البروتوكول التجريبي المستخدم أثناء هذه الاختبارات بالإشارة إلى الشكل رقم 2، الذي يعرض تجهيزة تم تنفيذها لهذا الغرض.

تشتمل السلسلة الأولى من الاختبارات على تدوير تدفق لأعلى F من محلول حمض الكبريتيك في عمود اسطواني مجوف 21 له قطر يبلغ 3 سم ويتضمن طبقة من مادة كلسية 22، ويتم غسله بشكل مسبق لإزالة الجزيئات الدقيقة من ذلك، يرتكز على داعم زجاج متلبد 23.

يبلغ تركيز محلول حمض الكبريتيك المستخدم 200 مجم / لتر ويتدفق بمعدل 6 مل / دقيقة.

كما أن ارتفاع طبقة المادة الكلسية 22 يبلغ 24 سم، تحديدًا وحجم 170 سم^3. يتم استخدام ثلاثة أنواع من المادة الكلسية على نحو متبادل وهما كما يلي: حجر جيري Israeli، وحجر جيري Pyrenean، وكرات من مادة كلسية تم إنتاجها من خلال تنفيذ عملية المعالجة وفقًا للاختراع.

بالنسبة لكل مادة كلسية مستخدمة على نحو بديل، تم أخذ عينة تبلغ 300 مل من المحلول بعد فترة تشغيل استمرت ساعة ونصف، بغرض الحصول على القياسات المختلفة.

تم تنفيذ سلسلة ثانية من الاختبارات. تعد تلك الاختبارات مطابقة لتلك التي تم تنفيذها في

السلسلة الأولى، باستثناء أن محلول حمض الكبريتيك المستخدم يتضمن 1 % من ماء البحر.

تم إدراج نتائج القياسات المأخوذة كجزء من السلسلة الأولى والسلسلة الثانية في الجداول رقم 3 ورقم 4 على التوالي.

الاختبارات رقم 1 (بدون إضافة ماء البحر)			
	حجر جيري Israeli	وحجر جيري Pyrenean	الكرات
درجة الحرارة T (°م)	20.3	20.3	20.3
الموصلية (µS / سم)	545	499	880
الرقم الهيدروجيني	7.34	7.26	7.42
مقاومة القلويات TA	0	0	0
إجمالي مقاومة القلويات TAC ف°	18.0	12.5	15.1
درجة صلابة TH كالسيوم ف°	26.8	25.2	42.7
إجمالي درجة صلابة TH بالكامل ف°	29.5	27.7	51.1
TH ماغنسيوم Mg (بالفرق)	2.7	2.5	8.4

الجدول رقم 3: نتائج السلسلة الأولى من الاختبارات

الاختبارات رقم 1 (بدون إضافة ماء البحر)			
	حجر جيري Israeli	وحجر جيري Pyrenean	الكرات
درجة الحرارة T (°م)	19.7	19.7	19.7
الموصلية (µS / سم)	1158	1196	1770
الرقم الهيدروجيني	7.35	7.34	7.64
مقاومة القلويات TA	0	0	0
إجمالي مقاومة القلويات TAC فْ	13.0	13.5	17.0
درجة صلابة TH كالسيوم فْ	30.7	32.2	49.3
إجمالي درجة صلابة TH بالكامل فْ	37.1	38.1	65.0
TH ماغنسيوم Mg (بالفرق)	6.4	5.9	15.7

الجدول رقم 4: نتائج السلسلة الثانية من الاختبارات

جعلت تلك الاختبارات من الممكن إظهار حقيقة أنه عند استخدام الكرات التي تم الحصول عليها من خلال تنفيذ عملية وفقًا للاختراع، تكون عملية إعادة التمعدن أكثر فعالية مما تكون عليه عند استخدام حجر جيري Israeli أو حجر جيري Pyrenean.

في الحقيقة، من الواضح أن إجمالي صلابة (TH بالكامل) المحلول الذي تم أخذه عينة منه

كجزء من السلسلة الأولى، بعد معالجته بكرات من المادة الكلسية، بلغ 50 فْ، حيث كانت أقل من 30 فْ بعد المعالجة بالمادة الكلسية التقليدية.

ويمكن أيضًا ملاحظة أن إعادة التمعدن أكثر فعالية في وجود ماء البحر.

وأخيرًا، يمكن ملاحظة أن الكرات المصنوعة من مادة كلسية التي تم الحصول عليها من خلال تنفيذ عملية وفقًا للاختراع لها قدرة إعادة تمعدن أعلى من المادة الكلسية التقليدية.

مميزات الاختراع

حقق تنفيذ العملية وفقًا للاختراع الحالي العديد من المميزات.

بشكل خاص، يوفر الاختراع إمكانية إنتاج ماء محلى في موقع الإنتاج بشكل مباشر. يؤدي تنفيذ الاختراع إلى منع شراء مثل هذه المواد القابلة للاستهلاك، والإمداد المستمر بها، مما يكون له أثرًا إيجابيًا مباشرًا من ناحية تكلفة تشغيل أنظمة تحلية الماء.

علاوة على ذلك، يتم الحصول على المادة الكلسية التي تم إنتاجها في الموقع من خلال معالجة ناتج التركيز وإعادة تدويره، تحديدًا من خلال إعادة استخدام ناتج التركيز المشتق من تحلية الماء بالتناضح العكسي. لذلك يتم إنتاج هذه المادة الكلسية بتكلفة أقل وفقًا لحقيقة أنه يتم إنتاجه من المواد المتبقية من تحلية الماء المالح بشكل مباشر في الموقع.

كما يلاحظ أن تعد قدرة إعادة التمعدن للمادة الكلسية التي تم الحصول عليها من خلال تنفيذ الاختراع أكبر من قدرة المادة الكلسية التقليدية. ومن ثم يوجد لهذا الاختراع الميزة في توفير عملية إعادة تمعدن أكثر فعالية للماء المحلى عن الأساليب الموجودة في الفن السابق.

بالإضافة إلى ذلك، ينتج عن إعادة معالجة نواتج التركيز تلك إلقاء مادة طافية في البيئة الطبيعية التي تمت تصفية الكربونات منها وبالتالي به تركيزات ملحية أقل عن تلك الموجودة في نواتج التركيز ذاتها. من ناحية أخرى، يتميز إلقاء المادة الطافية في البيئة المحيطة بأنه له أثر أقل إلى حد كبير عن إلقاء نواتج التركيز المشبعة بالملح التي تم إنتاجها وفقًا للأساليب في الفن السابق.

عناصر الحماية

1- عملية لمعالجة الماء تتضمن أملاح كالسيوم و / أو ماغنسيوم على الأقل خلال أغشية من نوع التناضح العكسي، وتتضمن العملية المذكورة خطوة واحدة على الأقل لجمع ماء محلى بشكل جزئي على الأقل، وخطوة لجمع نواتج التركيز القادمة من الأغشية المذكورة وتتضمن بيكربونات، وخطوة لحقن CO_2 أو حمض إلى الماء المحلى بشكل جزئي على الأقل المذكور، وخطوة لإعادة تمعدن الماء المحلى بشكل جزئي على الأقل المذكور في مفاعل إعادة التمعدن،

ويتسم بأن العملية المذكورة تتضمن التالي:

- خطوة لنزع الكربون من ناتج التركيز المذكور لتكون الكربونات،
- وخطوة لإعادة تدوير بعض من الكربونات المذكورة على الأقل في مفاعل إعادة التمعدن المذكور.

2- عملية معالجة وفقًا لعنصر الحماية رقم 1، حيث تتسم بأن الماء المذكور عبارة عن ماء البحر.

3- عملية معالجة وفقًا لعنصر الحماية رقم 1 أو عنصر الحماية رقم 2، حيث تتسم بأن خطوة نزع الكربون المذكورة من النوع الحفزي.

4- عملية معالجة وفقًا لأي عنصر من عناصر الحماية بدءًا من رقم 1 إلى رقم 3، حيث تتميز بأن الكربونات المذكورة المتكونة تكون في صورة كرات.

5- عملية معالجة وفقًا لأي عنصر من عناصر الحماية بدءًا من رقم 1 إلى رقم 4، حيث تشتمل الكربونات المذكورة المتكونة على كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$).

6- عملية معالجة وفقًا لأي عنصر من عناصر الحماية بدءًا من رقم 1 إلى رقم 4، حيث تشتمل الكربونات المذكورة المتكونة على كربونات الماغنسيوم ($MgCO_3$).

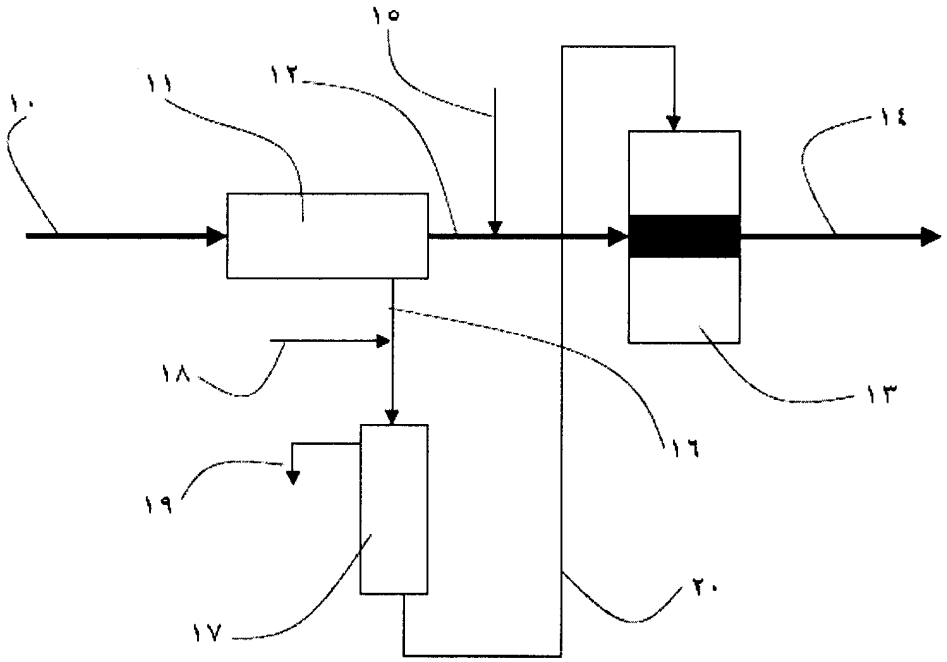
7- عملية معالجة وفقًا لأي عنصر من عناصر الحماية بدءًا من رقم 1 إلى رقم 7، حيث تتميز بأنه تسبق خطوة نزع الكربون المذكورة خطوة حقن ناتج التركيز المذكور بالصودا أو الجير.

8- عملية معالجة وفقًا لعنصر الحماية رقم 7، حيث تتميز بأنه يتم حقن الجير المذكور أو

الصودا المذكورة بمقادير قياسية متكافئة نسبة إلى مقدار البيكربونات المراد ترسيبها، مع هامش 20 % إلى 50 %.

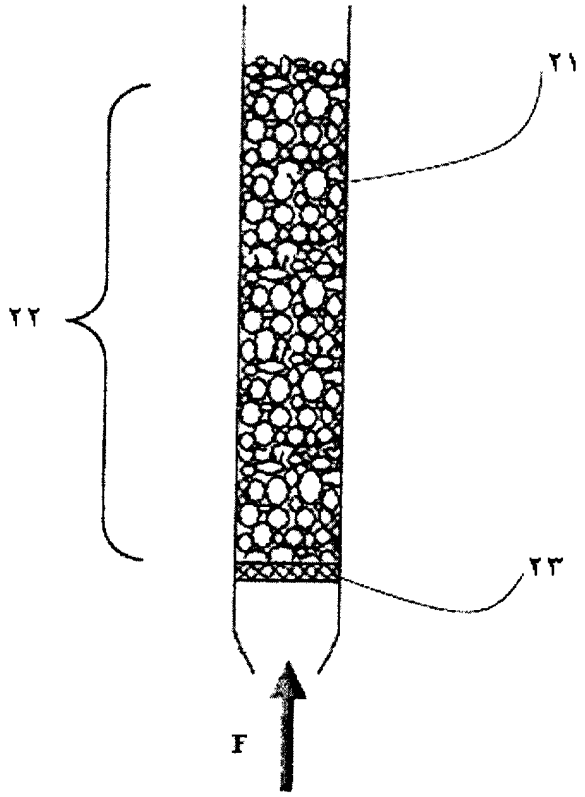
9- عملية معالجة وفقًا لأي عنصر من عناصر الحماية بدءًا من رقم 1 إلى رقم 8، حيث تتميز بأنه يتم حقن CO_2 المذكور أو الحمض المذكور بمقادير قياسية متكافئة نسبة إلى مقدار البيكربونات المراد ترسيبها، مع هامش 20 % إلى 50 %.

10- عملية معالجة وفقًا لأي عنصر من عناصر الحماية بدءًا من رقم 1 إلى رقم 9، حيث تتميز بأنها تتضمن خطوة لإلقاء مادة طافية في البيئة الطبيعية ناتجة عن خطوة نزع الكربون، وتكون المادة الطافية مصفاة من الأملاح.



الشكل رقم ١

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	2	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			



الشكل رقم ٢

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	2	رقم اللوحة	2
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			