ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) **BREVET D'INVENTION**

(11) N° de publication :
MA 42005 B2

(43) Date de publication :
30.11.2022

(51) Cl. internationale :
C01B 17/80; F28D 7/08; F28D 21/00

(21) N° Dépôt :
42005

(22) Date de Dépôt :
30.06.2016

(30) Données de Priorité :
27.07.2015 DE 10 2015 112 220.0

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/EP2016/065287 30.06.2016

(71) Demandeur(s) :
OUTOTEC (FINLAND) OY, Rauhalanpuisto 9 02230 Espoo (FI)

(72) Inventeur(s) :
DAUM, Karl-Heinz ; STORCH, Hannes ; SCHALK, Wolfram ; NEUMANN, Ralf

(74) Mandataire :
SABA & CO.,TMP

(54) Titre : **PROCÉDÉ ET APPAREIL DE REFROIDISSEMENT D'UN GAZ CONTENANT DU SO**

(57) Abrégé : L'invention susmentionnée concerne un procédé de refroidissement d'un mélange gazeux de SO

الملخص

يتعلق الاختراع المذكور أعلاه بتوضيح لعملية لتبريد خليط غاز يحتوي على ثاني أكسيد الكبريت و/أو ثالث أكسيد الكبريت وماء، حيث يتم تبريد خليط الغاز بواسطة مبادل حراري أول يحمل مُبرد. تمتد درجة الحرارة المُبرد لما فوق نقطة الندى للغاز أو خليط الغاز.

الوصف الكامل

خلفية الاختراع

يتعلق الاختراع المذكور أعلاه بتوضيح لعملية لتبريد خليط غاز يحتوي على ثاني أكسيد الكبريت و/أو ثالث أكسيد الكبريت وماء، حيث يتم تبريد خليط الغاز بواسطة مبادل حراري أول يحمل مُبرد. تمتد درجة الحرارة المُبرد لما فوق نقطة الندى للغاز أو خليط الغاز.

عند تبريد الغازات أو خلائط الغاز الآكالة، تكمن المشكلة في أنه يتم تبريد الغاز أو خليط الغاز بشكل موضعي إلى الحد الذي عنده تهبط درجة الحرارة لما دون نقطة الندى (التكاثف) ونتيجة لذلك تتكثف أجزاء من الوسيط الآكال وتبدأ المواد المحيطة في الصدأ والتآكل، مما يؤدي في أسوأ الحالات إلى تكون حافة تسريب بداخل المبادل الحراري.

يُمثل هذا التسرب خطورة عالية للعديد من الأسباب. من ناحية، خروج خليط الغاز قد يؤدي إلى أحمال وأعباء بيئية، مما قد يُمثل مشكلة كبيرة من الناحية البيئية. ومن ناحية أخرى، فإن خروج الوسيط الأكال أيضاً يُمثل خطر كبير على الأشخاص المقيمين والموجودون بالمحطة. وأخيراً، يتم تكبد تكاليف رهيبة حيث أنه عند وجود هذه المشكلة بالمحطة يجب أن يتم التوقف والإصلاح.

تتضمن بعض الأمثلة على خليط الغاز عالي الحت خليط قد يحتوي على ثاني أكسيد الكبريت (SO_2) وثالث أكسيد الكبريت (SO_3). يتم الحصول على خليط الغاز المذكور من خلال إنتاج حمض الكبريتيك. بمصانع ووحدات لإنتاج حمض الكبريتيك من غازات المخلفات المعدنية (الميتالورجية) أو من احتراق الكبريت العنصري SO_2 الذي يتم إنتاجه بواسطة عملية الاحتراق المذكورة، والذي يتم تحويله بعد ذلك بشكل حفاز إلى SO_3 وكذلك يتم أيضاً معالجته بالماء للحصول على H_2SO_4 في وجود SO3، اقل كميات من الرطوبة بالغاز تؤدي إلى تكون حمض الكبريتيك

(H_2SO_4) وبسبب التآكل والحت للمواد المعدنية المستخدمة، عندما تهبط درجة الحرارة لما دون نقطة الندى (التكاثف).

بهذه الوحدات، يتم لذلك استخلاص وسحب الرطوبة من الغازات بشكل كامل بقدر الممكن، بحيث انه تتم المعالجة قبل التحويل الحفاز لـ SO3 إلى SO2 ببرج جاف بواسطة حمض كبريتيك مُركز. التركيزات النموذجية هنا هي 94 حتى 97% بالحجم من حمض كبريتيك. الميزة المسترطبة لحمض الكبريتيك، أي الضغط الجزئي الخارجي منخفض البخار، تقوم باستخلاص وسحب الرطوبة من الغاز نزولاً إلى نسبة الماء المتخلف النموذجية لما يقارب 20–30 ملجم H_2O/Nm^3.

بعد التحول الحفاز، يكون SO_3 موجوداً بخليط الغاز بمقادير بين 4 و 20% بالحجم، بحيث يكون هناك زيادة مكافئة إلى حد كبير لـ SO_3 مقارنة بوجود الماء المتخلف. نسبة الماء المتخلف مع ذلك تؤثر على نقطة الندى الخاصة بحمض الكبريتيك، أي أن نسبة الماء الأعلى، يكون عندها نقطة ندى أعلى لحمض الكبريتيك. مما يعني انه بحالة اصطدام خليط الغاز عند أي نقطة بالوحدة على سطح تكون درجة حرارته ممتدة لما دون نقطة الندى، سوف يتكثف حمض الكبريتيك بدون الغاز على هذا السطح وبالتالي يحدث التآكل.

مما يُمثل مُشكلة أيضاً أن درجة وجودة تجفيف الغاز ببرج التجفيف قد تتغير بشكل كبير بصورة معتمدة على العديد من البارامترات المختلفة، مثل تركيز الحمض، درجة حرارة الحمض، التوزيع الموحد للحمض و/أو الغاز عبر قطاع عرضي من البرج، مما يتم تدعيمه أيضاً من خلال التغيرات ببارامترات العملية بالضغط أو درجة الحرارة. بشكل عام، يعني ذلك أن خليط الغاز قد يمتص نسب مختلفة من الرطوبة وبصورة مناظرة قد ترتفع نقطة الندى أيضاً إلى درجة حرارة 150 درجة مئوية.

بهذه الحالات، يتم تكون نواتج التكثيف بشكل معتاد ومتكرر ونتيجة لتآكل الأجزاء الباردة بداخل وحدة حمض الكبريتيك، على نحو مُفضل المبادلات الحرارية، سوف تتم. كما هو مذكور، يؤدي ذلك إلى عواقب ومخاطر كبيرة للأشخاص المسئولون عن التشغيل، قطاعات المحطة وعلى البيئة.

تحديداً عند استخدام الماء كسائل تبريد بالمبادلات الحرارية المستخدمة، يكون هناك أيضاً خطورة من انه بحالة حدوث تسربات لكميات كبيرة من الماء المخلوط مع SO_3 المتسرب. بالتالي، يتم الحصول على كميات كبيرة من حمض الكبريتيك، مما يؤدي بدوره إلى تآكل أقوى بشكل كبير وبالتالي إلى تعزيز وتحسين للعواقب والنتائج السلبية. مما يُمثل مشكلة كبيرة تحديداً، عند حدوث التآكل والحت على المواد المعدنية يتم إنتاج الهيدروجين وتشتعل نفس الحالة.

الكشف عن الاختراع:

بالماضي، بالتالي تم السعي وراء الوصول إلى توجهات مختلفة، لكي يتم بشكل فعال تفادي تكون نواتج التكثيف. الحل التقني الأسهل هو تصميم المبادل الحراري بقميص مزدوج، كما هو مبين على سبيل المثال بالبراءة DE 1 933 460. بالتالي فقد تم محاولة تصميم توجيه لمادة التبريد وخليط الغاز بحيث لا يمكن أن يحدث أي تسريب حتى بحالة وجود ناتج تكثف.

من البراءة الأمريكية 782،949،4 تم التعرف على تبريد الغازات الآكالة بمبادل حراري، والتي تحتوي على أكسيدات كبريت بالإضافة إلى أملاح الصوديوم والفنديوم. يتم تغذية الغاز المراد تسخينه أو تبريده بدرجة حرارة والتي تمتد لما يفوق درجة حرارة التآكل الحرجة للصوديوم والفنديوم وبالتالي فإن هذا هو دور الكمية المعدنية (الميتالورجية) من المواد المستخدمة بالمبادل الحراري وباحتراق الغاز المتخلف.

من البراءة الأمريكية 522،947،2 من المتعارف عليه تقسيم المبادل الحراري إلى اثنتين من القطاعات، حيث انه بالقطاع الأول يتم تبريد الغاز المراد تبريده بمادة التبريد الباردة ومن ثم بالقطاع الثاني يتم كذلك تبريد الغاز المراد تبريده بشكل إضافي بمادة التبريد التي تم تسخينها بالفعل بشكل جزئي. بهذه التجزئة، يكون من الممكن تفادي التآكل الناتج عن تكثف الحمض أيضاً. إمكانية التشغيل المنفصل لكلا القطاعين بجريان معاكس بنفس الوقت يُعزز من قدرة وسعة التبريد. تم التعرف على مبدأ مُماثل من البراءة الأمريكية 816،870،4.

قامت البراءة DE 241 99 096 أخيراً بتوضيح عملية وجهاز لتفادي التآكل بإنتاج حمض الكبريتيك، حيث يتم الإبقاء على المُبرد ذاته عند درجة حرارة أعلى من نقطة الندى للغاز الآكال بتدفق حرارة خارجية ايجابي.

لكل العمليات المذكورة بشكل عام ميزة انه من الممكن فقط ضبطها حسب حالات التشغيل الثابتة أو نتيجة لبطئها الشديد في التفاعل مع حالات حدوث تقلبات فيما يتعلق بنقطة الندى لخليط الغاز. عند حدوث إزاحة أو تحول بنقطة الندى نتيجة للتغيرات بحالات التشغيل، تحديداً أيضاً أثناء بدء التشغيل أو إيقاف الوحدة، على سبيل المثال نتيجة لزيادة نسبة الماء بخليط SO_2/SO_3 ، قد لا يتم التأكد هنا من أن المُبرد مستمراً في التوجه عبر المبادل الحراري بدرجة حرارة والتي تكون بكل موضع بالمبادل الحراري ممتدة لما يفوق نقطة الندى الموضعية الحالية لخليط الغاز. ونتيجة لذلك، فإن هذه الأنظمة تظل عُرضة للتآكل وللأسباب الموضحة يبقى هناك خطر من حيث الأمان.

يكون قياس نقطة الندي للغازات مباشرة قبل الدخول إلى المبادل الحراري متاحاً فقط من خلال جهد كبير وبالتالي يكون من غير الملائم بالعملية الطبيعية مراقبة وحدة حمض الكبريتيك.

بالتالي، فإن الهدف من الاختراع الحالي هو توفير عملية للتأكد من انه بأي وقت لا تهبط درجة الحرارة لما دون نقطة الندى للغاز الآكال المراد تبريده.

تم تحقيق هذه الغاية من خلال العملية المذكورة بخصائص عنصر الحماية 1. تشتمل هذه العملية على تبريد خليط غاز يحتوي على SO_2/SO_3، والذي يحتوي على مقادير ضئيلة من الماء، بمبادل حراري أول يحمل المُبرد. يتم التحكم بدرجة حرارة المُبرد بحيث تكون أعلى من نقطة الندى الخاصة بخليط الغاز. تم حساب نقطة الندى τ المتوفرة بالدرجة المئوية وفقاً للمعادلة التالية:

$$\tau = e^{\left(6.0006-\left(\frac{3.158\cdot10^{-7}}{p\cdot1.244\cdot10^{-9}\cdot c}\right)\right)+\left(0.1387\cdot ln(p\cdot1.244\cdot10^{-9}\cdot c)\right)}$$

p = ضغط الغاز بالميجا بار و

c = نسبة الماء بالملجم/ Nm^3 (بعد برج التجفيف)

بعد تحديد نسبة الماء بشكل دائم أو بفترات زمنية قصيرة ومتقاربة لقياس واحد على الأقل بكل دقيقة، يكون من الممكن مفاعلة كمية الغاز، والتي بدورها تعتمد على مجموعة من بارامترات العملية، بمرونة وبازاحات بنقطة الندى يُمكن بالتالي أخذها في الاعتبار. يوفر ذلك ميزة انه بالعملية الجارية، ولكن أيضاً بحالات محددة مثل بدء التشغيل والتوقف، تعمل المحطة أو الوحدة بشكل آمن، نظراً لأنه يُمكن تفادي حدوث التكثف والتآكل المرتبط بذلك بالمبادل الحراري بشكل فعال.

على نحو مُفضل، يتم تحديد نسبة الماء بخليط الغاز بواسطة طريقة تعتمد على سبيل المثال على نظام ليزر ثنائي الصمام.

علاوة على ذلك، فإنه قد تم اكتشاف انه من المفضل ضبط العملية وفقاً للاختراع للأنظمة حيث يتم تبريد خليط الغاز من درجة حرارة ما بين 400 و 500 درجة مئوية إلى درجة حرارة ما بين 130 و180 درجة مئوية. يُمثل ذلك نطاق درجة الحرارة المرتبط بعملية التبريد لـ SO_2/SO_3، حيث يكون التبريد فعالاً لدرجة حرارة تكون أعلى قليلاً وبشكل طفيف فقط من نقطة الندى، بالتالي فإن قياسات الأمان وفقاً للاختراع تعتبر ذات أهمية خاصة.

التفاعلات الكيميائية الطاردة للحرارة باحتراق الكبريت و/أو الأكسدة الحفازة المنفذة بدون تبادل للحرارة لـ SO_2 إلى SO_3 تؤدي إلى حقيقة أن الطاقة المناظرة تقوم بتسخين الغاز. بإحدى جوانب الاختراع، يتم استخدام الماء كمادة تبريد. نظراً لان الماء يكون متوفراً بكميات كبيرة وبتكلفة منخفضة، فإنه يُستخدم كمبرد لأن ذلك يكون اقتصادياً بشكل كبير.

باستخدام الماء كمادة تبريد، يتم على نحو ملائم إنتاج البخار و/أو الماء الساخن. يُسهم ذلك في اقتصادية أفضل للوحدة. على نحو مفضل، يتم إنتاج بخار من 40 حتى 80 بار مطلق. يتم بالتالي عند الطرف "البارد" من وحدة حمض الكبريتيك، وضع واحد أو أكثر من مسخنات متقدمة (= مقتصدات). لتبريد الغاز المحتوي على SO_3 أعلى منتصف أو نهاية الامتصاص، يعمل ماء تغذية غلاية باردة كمادة تبريد والذي يتدفق بعد التسخين إلى دارة تجميع البخار. ماء تغذية الغلاية الباردة

سوف تدخل بشكل نموذجي بداخل المبادلات الحرارية بدرجة حرارة من 100 حتى 110 درجة مئوية وضغط من 50 حتى 100 بار.

علاوة على ذلك، يكون للماء سعة حرارية مرتفعة نسبياً بشكل محدد. عند استخدام الماء كمادة تبريد، مع ذلك، يكون من الضروري تحديداً استخدام نظام أمان وفقاً للاختراع، حيث انه من الممكن الحصول على كميات كبيرة من حمض الكبريتيك بالاختلاط مع SO_2/SO_3.

نظراً لان معامل انتقال الحرارة للسائل تكون أعلى منها بالغاز بمقدار درجة واحدة، فإن درجة حرارة سطح المبادل الحراري تقوم بالاستحواذ تقريباً على نفس درجة حرارة السائل. بالتالي، فإن درجة الحرارة بذلك تكون قريبة بشكل مباشر من نقطة ندى الحمض.

يوفر تجسيد مُفضل للاختراع انه بعد المبادل الحراري الأول يتم وضع مبادل حراري ثاني. يوفر ذلك ميزة أنه قد يتم تبريد خليط الغاز الآكال نزولاً خطوة بخطوة. بالمبادل الحراري الثاني أعلى المبادل الحراري الأول يتم إثارة جزء كبير من الطاقة الموجودة بخليط الغاز، بينما يكون من الممكن هنا استخدام درجات حرارة مُبرد منخفضة نسبياً. نتيجة لدرجة حرارة خليط الغاز التي مازالت مرتفعة، مع ذلك، فإن التبريد بالمبادل الحراري الثاني لا تنطوي على خطر حدوث التكثف. للوصول إلى درجة الحرارة المستهدفة، يتم بعد ذلك تبريد خليط الغاز بشكل إضافي بالمبادل الحراري الأول. نظراً لان درجة حرارة خليط الغاز هنا قد تم تخفيضها من دون شك، يكون هناك خطر حدوث التكثف، مما يُفسر لماذا تم تصميم المبادل الحراري الأول وفقاً للاختراع لتفادي أن تهبط درجة الحرارة موضعياً لما دون نقطة الندى.

مما يعتبر ملائماً ومفضلاً بصورة خاصة هو التصميم حيث يمر المُبرد أولاً عبر الثاني ومن ثم عبر المبادل الحراري الأول. بالتالي يتم رفع درجة حرارة المُبرد إلى درجة الحرارة التي عندها يتم التحكم وفقاً للاختراع بدرجات تصحيح بسيطة فقط، على نحو مفضل بنطاق من -/+ 10 درجات مئوية، وعلى نحو مُفضل تحديداً -/+ 5 درجات مئوية، يكون ضرورياً.

عند استخدام الماء كمادة تبريد، فإنه تم اكتشاف انه من المفضل تشغيل المبادل الحراري بحيث تتبخر الماء على الأقل جزئياً. بالتالي، يُمكن امتصاص جزء اكبر قليلاً من الطاقة بداخل الماء. عادة، بين 5 و 10% بالحجم من الماء يتم تبخيره.

يوفر تجسيد مُفضل للاختراع أيضاً أنه يتم توجيه خليط الغاز الآكال عبر المبادل الحراري الأول و/أو الثاني بجريان مُعاكس لمادة التبريد، وعلى هذا النحو يتم تعزيز قدرة التبريد مقارنة بعملية التوجيه بجريان معاكس.

يشتمل الاختراع أيضاً على جهاز لتبريد خليط غاز آكال والذي يحتوي على ماء بالإضافة إلى SO_2 و/أو SO_3. حيث يتضمن الجهاز مبادل حراري أول يحمل مادة تبريد بمدخل ومخرج لمادة التبريد. علاوة على ذلك، يشتمل الجهاز على وسيلة قياس لتحديد نسبة الماء بخليط الغاز بالإضافة إلى وسيلة تحكم والتي بتحديد نسبة الماء تقوم بتحديد نقطة الندى لخليط الغاز وتتحكم بدرجة حرارة المُبرد عند المدخل بحيث تمتد أعلى نقطة الندى لخليط الغاز.

بهذا التصميم التقني يكون من الممكن التأكد من أنه بكل نقطة بالنظام يتم تبريد خليط الغاز الآكال لدرجة حرارة اقل من نقطة الندى، مما قد يؤدي إلى تكثف والذي بدوره قد ينطوي على حدوث تآكل.

على نحو مُفضل، يتم توفير مبادل حراري ثاني أعلى المبادل الحراري الأول. ونتيجة لذلك، يُمكن تصريف جزء كبير من الطاقة أولاً بالمبادل الحراري الثاني، بينما يتم تحقيق درجة الحرارة المستهدفة المطلوبة بالمبادل الحراري الأول بأمان بطريقة مستجيبة للتحكم.

من المفضل تحديداً، أن يتم تجهيز المبادل الحراري الثاني الحامل للمُبرد بمخرج والذي منه قناة تؤدي إلى داخل مدخل المبادل الحراري الأول. بالتالي يمكن تسخين المُبرد مقدماً بالمبادل الحراري الثاني قبل الدخول إلى المبادل الحراري المصمم وفقاً للاختراع. بنفس الوقت، بالتالي تنخفض قدرة وسعة التبريد المتوفرة بالمبادل الحراري الأول. بنفس الشكل قد يتم تحديد أبعاد كل منها لتكون اصغر وليتم التحكم فيها بصورة أفضل.

على نحو مُفضل، يتم ملء المبادل الحراري الأول و/أو الثاني بدقائق حديد الصب. حديد الصب يتضمن ميزة أن درجة حرارة سطح حديد الصب تكون أعلى إلى حد ما من الجزء غير المملوء نتيجة لمنطقة انتقال الحرارة الأكبر والموصلية المرتفعة للحرارة. علاوة على ذلك، مقاومة التآكل لحديد الصب تكون أعلى منها بفولاذ الغلاية.

من المفضل كذلك أن يتم تحميل كلا المبادلان الحراريان بنفس المبيت، بحيث يكون من الممكن إنشاء الوحدة بطريقة مضغوطة من حيث الحجم.

بجانب مُفضل للاختراع أيضاً يتم توفير صمام ثلاثي المسالك، والذي منه تمتد قناة تغذية إلى داخل مدخل المبادل الحراري الأول. من الصمام ثلاثي المسالك تمتد قناة أيضاً من مخرج المبادل الحراري الثاني وقناة لإمداد مادة تبريد إضافية. بالتالي فإنه يكون من الممكن أنه بالصمام ثلاثي المسالك يتم خلط المُبرد من المبادل الحراري الثاني ويتم ضبط مُبرد إضافي، مما يتم التحكم فيه بحيث انه من خلال مُبرد القناة الذي يدخل إلى مدخل المبادل الحراري الأول بدرجة حرارة أعلى من خليط الغاز.

يتم على نحو مُفضل تصميم المبادل الحراري على شكل مبادل حراري بحزمة أنبوبية، كما هو الحال بالنسبة لسطح المبادل الحراري الذي يكون كبيراً بشكل خاص نتيجة لمنطقة السطح الكبيرة للأنابيب. يعتبر تصميماً بملف أنبوب ملائماً أيضاً، ومع ذلك، بحيث يكون من الممكن توجيه معظم كميات المُبرد عبر المبادل الحراري.

<u>وصف مختصر للأشكال</u>

هناك تطويرات، مميزات وتطبيقات واستخدامات أخرى ممكنة للاختراع يُمكن الانتباه لها من الوصف التالي للأشكال والتجسيد النموذجي التوضيحي. كل الخصائص الموضحة و/أو المبينة من مادة موضوع الاختراع هي في حد ذاتها أو بتوليفة، بشكل مستقل عن مضمونها بعناصر الحماية أو مرجعيتها الخلفية.

حيث انه بالأشكال:

شكل 1 يوضح التبريد وفقاً للمجال السابق

شكل 2 يوضح التبريد وفقاً للمجال السابق

شكل 3 يوضح بشكل تخطيطي تبريد خليط غاز يحتوي على SO_2 و/أو SO_3 بواسطة مبادل حراري أول وثاني مُصممان وفقاً للاختراع

شكل 4 يوضح بشكل تخطيطي تبريد SO_2 و/أو SO_3 وماء بمبادل حراري أول مُصمم وفقاً للاختراع وبمبادلان حراريان إضافيان.

الوصف التفصيلي

يوضح شكل 1 بشكل تخطيطي الحل النموذجي للمشكلة المحددة من خلال الاختراع. من خلال قناة 31 يتم قياس درجة حرارة الماء الداخل بوسيلة قياس 32 قبل ماء التغذية من ثم يتم دخوله إلى دارة تجميع البخار 30. هناك، يتم التسخين المتقدم لدرجة الحرارة بشكل طفيف أعلى نقطة الندى المتوقعة، والتي نموذجياً تكون من 120 إلى 130 درجة مئوية.

من خلال القناة 34، يتم التسخين المتقدم للماء على هذا النحو من ثم يتم إدخال كماء تبريد من خلال المدخل 11 إلى المبادل الحراري 10 التي تغادر بعد ذلك مرة ثانية عبر المخرج 12. من خلال القناة 35، يصبح ماء التبريد عائداً من المخرج 12 إلى داخل دارة تجميع البخار 30، حيث يتم استخلاص الطاقة المتحصل عليها بواسطة امتصاص الحرارة ومن ثم يُمكن استخدامها بنقطة أخرى بالعملية.

من خلال القناة 13، يتم تغذية الغاز المراد تبريده إلى داخل المبادل الحراري 10، قبل أن يتم استخلاصه وسحبة مرة ثانية من خلال القناة 14.

لهذا النظام مشكلة في انه لا يستطيع التفاعل مع التغير والإزاحة بنقطة النقطة وبالتالي فإن يفشل في تفادي حدوث التآكل بشكل آمن وفى تفادي المخاطر المرتبطة بذلك.

يوضح شكل 2 تكوين أخر للمجال السابق، حيث أن المبادل الحراري سواء، كما هو موضح، مُقسماً إلى اثنتين من الوحدات المنفصلة المستقلة أو انه تم تقسيم سطح المبادل الحراري فقط. من خلال القناة 41، يدخل ماء التبريد إلى داخل المدخل 21 بالمبادل الحراري 20. بعد أن يجتاز ماء التبريد المبادل الحراري 20، فإنه يخرج مرة ثانية عبر المخرج 22.

تصل القناة 42 مخرج المبادل الحراري 20 بالمدخل 11 بالمبادل الحراري الأول 10. يتم اجتياز المبادل الحراري 10 أيضاً بواسطة ماء التبريد، والتي تخرج بعد ذلك مرة ثانية عبر المخرج 12 ومن خلال القناة 35 تدخل إلى داخل دارة تجميع البخار 30. من خلال القناة 13، يتم مرة ثانية تغذية الغاز المراد تبريده إلى داخل المبادل (المبادلات) الحراري واستخلاصه مرة ثانية من خلال القناة 14. تقوم القناة 15 بتوصيل المبادل الحراري الأول 10 بالمبادل الحراري الثاني 20.

يوضح شكل 3 تصميم مبتكر وجديد لجهاز لتبريد غاز يحتوي على SO_2 و/أو SO_3 بالإضافة إلى ماء. من خلال القناة 60 والقناة 61 يدخل ماء التبريد إلى المدخل 21 بالمبادل الحراري الثاني 20. من خلال المخرج 22 يأتي ماء التبريد من المبادل الحراري 20 إلى داخل القناة 71 ومن هنا إلى داخل الصمام ثلاثي المسالك 70. إلى داخل الصمام ثلاثي المسالك تفتح القناة 62، والتي تتفرع من منفذ إمداد ماء التبريد 60. بالتالي، يكون من الممكن خلط تياران مختلفان من ماء التبريد مع بعضها البعض بالصمام ثلاثي المسالك، أي ماء التبريد الآتي من المبادل الحراري الأول 10 وماء التبريد الآتي من المبادل الحراري الثاني 20.

متغير التحكم هو درجة حرارة التيار المختلط الناتج، والذي يتم تحديده من خلال وسيلة القياس 82. نسبة الماء بالغاز تعمل كمتغير تحكم، والذي يتم تحديده من خلال وسيلة القياس 83 بقناة مخرج الغاز 14. على نفس النهج، قد يتم تفعيل القياس أيضاً بقناة المدخل 13. نتيجة لنسبة الماء، فإن نقطة ندى الغاز يُمكن الاستدلال عليها من خلال المعادلة التالية، بحيث انه من خلال وسيلة التحكم 80 يُمكن تشغيل الصمام ثلاثي المسالك بشكل صحيح.

يتم تمرير الغاز بدرجة الحرارة التي تم ضبطها من خلال القناة 72 إلى داخل مدخل الغاز 11 وبالتالي يمر بالمبادل الحراري 10، قبل أن يمر عبر المخرج 12 فإنه يأتي إلى داخل القناة 35 ومن هنا إلى داخل غلاية البخار 30.

يوضح شكل 4 اثنتين من المبادلات الحرارية المتصلان على التوازي. من خلال القناة 60، 61 والمدخل 21، يأتي المُبرد إلى داخل المبادل الحراري 20. بعد عبور المبادل الحراري 20 والخروج عبر المخرج 20، فإنه يأتي إلى داخل الصمام ثلاثي المسالك 70 من خلال القناة 71. بالصمام ثلاثي المسالك 70، يتم كذلك إمداد أجزاء من ماء التبريد الجديدة من القناة 60 بواسطة القناة 62. من خلال القناة 72، يتم الإمداد بكمية التيار الموجودة بالصمام ثلاثي المسالك 70 إلى صمام ثاني ثلاثي المسالك 90. يقوم نفسه بتقسيم تيار ماء التبريد إلى اثنتين من التيارات الجزئية.

من خلال القناة 91 والمدخل 11 يأتي الجزء الأول إلى داخل المبادل الحراري 10 ومرة ثاني يترك المبادل نفسه عبر المخرج 12. من خلال القناة 35 ووسيلة الفصل 36 المتوفرة به يأتي ماء التبريد إلى داخل غلاية البخار 30.

من خلال القناة 92 والمدخل 94، يأتي التيار الجزئي الثاني إلى داخل المبادل الحراري 93. بعد اجتياز المبادل الحراري 93، يتم إمداد الغاز بصورة مماثلة إلى غلاية البخار 30 عبر المخرج 95 بالإضافة إلى القناة 98 ووسيلة الفصل 99 المتوفرة به.

يتم ملء المبادل الحراري 20 والمبادل الحراري 10 بالغاز المراد تبريده من خلال القنوات 13، و 15، والذي يتم بعد ذلك تصريفه من خلال القناة 14. من خلال القناة 96، يتم ملء المبادل الحراري 93 بالغاز المراد تبريده، والذي يتم بعد ذلك تصريفه من خلال القناة 97.

متغير التحكم للصمام ثلاث المسالك الأول 70 هو درجة حرارة التيار 72، والذي يتم فحصه من خلال مقياس درجة حرارة 82. تكون درجة الحرارة معتمدة على نسبة الماء بالغاز المراد تبريده، والتي يتم تحديدها بصفة عامة بواسطة الوسيلة 83. بوحدة التحكم 80 بنظام نقطة الندى، بالتالي قد يتم

تحديد درجة حرارة ماء التبريد بالقناة 72 هنا من متغير التحكم هذا على أنها درجة حرارة أعلى من درجة حرارة نقطة الندى.

يتم تفعيل تقسيم صمام التحكم الثاني 90 بحيث أن درجات حرارة المخرج الخاص بماء التبريد سواء بالقناة 35 وبالقناة 98 تبقى أعلى من نقطة الندى، حيث يظل صمام التحكم 90 الذي يتم تشغيله بواسطة وسيلة التحكم 100 هاماً، حيث أن نقطة ندى الحمض بالغاز المتدفق يتم تحديدها أيضاً بالمبادل الحراري 93.

على نحو مُفضل، يتم القيام بتقسيم صمام التحكم 90 بحيث تكون درجات حرارة المخرج التي تم قياسها بوسائل القياس 102 و 103 متساوية. بالتالي يتم التأكد من أن كلا المبادلان الحراريان اللذين يقومان بتوفير الحرارة بشكل متساوي يتم امدادهما بماء التبريد بشكل متساوي.

ببعض الحالات، درجات منح الحرارة المؤتلفة تذهب لماء يفوق ما هو مطلوب لتسخين ماء التبريد حتى درجة حرارة الغليان. بالمبادل الحراري، تتم عملية تبخير مُسبقة حتى درجة معينة. قد يساعد ذلك في إضافة من 5 حتى 10% من الماء. بالتالي، خلائط البخار التي تخرج من المبادلات الحرارية، والتي يكون لها درجات حرارة متطابقة وبالتالي لا تكن ملائمة للتوزيع المذكور مُسبقاً للماء المُسخن مُقدماً للاثنتين من المبادلات الحرارية على أساس درجات الحرارة المذكورة. إذا ما كانت تلك هي الحالة، فإن توزيع ماء التبريد المُسخن مُقدماً يُمكن التحكم فيه بواسطة اثنتين من درجات حرارة مخرج الغاز، والتي يتم تحديدها من خلال وسيلة القياس 101 و 14.

مبدئياً، من الممكن أيضاً تطبيق المبدأ على أكثر من اثنتين من المبادلات الحرارية التي يتم تشغيلها بالتوازي على جانب الماء.

قائمة بالأرقام المرجعية

10 مبادل حراري أول

11	مدخل
12	مخرج
13	مدخل غاز
14	مخرج غاز
15	قناة غاز
20	مبادل حراري ثاني
21	مدخل
22	مخرج
30	غلاية بخار
31	وسيلة قياس
35-33	قناة
36	وسيلة فصل
41، 42	قناة
62-60	قناة
70	صمام ثلاثي المسالك
71، 72	قناة
80	وسيلة تحكم
81	مولد أحادي
82	وسيلة قياس درجة حرارة
83	وسيلة قياس درجة حرارة

90	صمام ثلاثي المسالك
91، 92	قناة
93	مبادل حراري
94	مدخل
95	مخرج
96	مدخل غاز
97	مخرج غاز
98	قناة
99	فاصل
100	وسيلة تحكم
101-103	وسيلة قياس درجة حرارة

عناصر الحماية

1- عملية لتبريد خليط غاز من SO_2 و/أو SO_3 وماء، حيث يتم تبريد الغاز بواسطة بمبادل حراري أول و مبادل حراري ثاني يحملان مادة تبريد، وحيث تمتد درجة حرارة المُبرد لأعلى من نقطة الندى الخاصة بالغاز أو خليط الغاز، تتميز بأن المُبرد يكون ماء .

2- العملية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأنه يتم تحديد نسبة الماء بواسطة طريقة تعتمد على نظام ليزر ثنائي الصمام.

3- العملية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأنه يتم تبريد خليط الغاز من درجة حرارة ما بين 400 و 500 درجة مئوية إلى درجة حرارة ما بين 130 و 180 درجة مئوية.

4- العملية وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأنه يتم تسخين المُبرد إلى درجة معينة والتي عندها يتبخر على الأقل جزئياً.

5- العملية وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأنه يتم توجيه خليط الغاز عبر المبادل الحراري بجريان مُعاكس لمادة التبريد.

6- العملية وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأنه قبل المبادل الحراري الثاني يتم توفير مبادل حراري أول وأنه يتم توجيه المُبرد أولاً عبر المبادل الحراري الثاني ومن ثم عبر المبادل الحراري الأول.

7- جهاز لتبريد خليط غاز من SO_2 و/أو SO_3 وماء بمبادل حراري أول يحمل مادة تبريد بمدخل ومخرج لمادة التبريد وبوسيلة تنظيم أو تحكم والتي تقوم بضبط درجة حرارة المُبرد عند المدخل بدرجة حرارة أعلى من نقطة الندى للغاز أو خليط الغاز، يتميز بوسيلة قياس لتحديد نسبة الماء بخليط الغاز، والتي تكون مقترنة بوسيلة تحكم أو تنظيم.

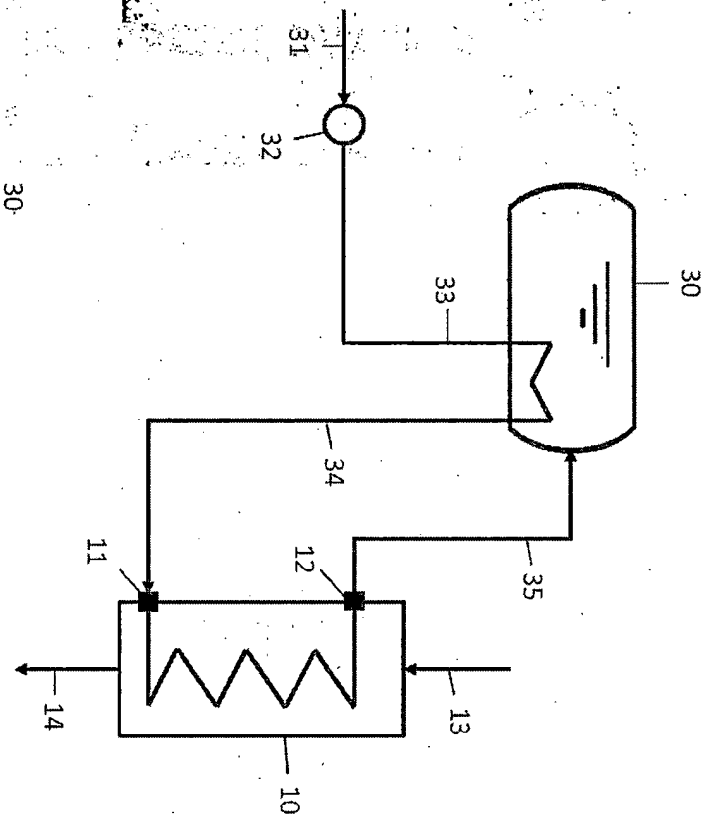
8- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 7، يتميز بأنه يتم توفير مبادل حراري ثاني يحمل مادة تبريد بمدخل ومخرج، حيث تصل قناة المخرج بالمبادل الحراري الثاني بالمدخل بالمبادل الحراري الأول.

9- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 7 أو 8، يتميز بأن المبادل الحراري الأول و/أو الثاني يتضمن قضبان صب بداخله، والتي من خلالها يتم توجيه المُبرد من المدخل إلى المخرج.

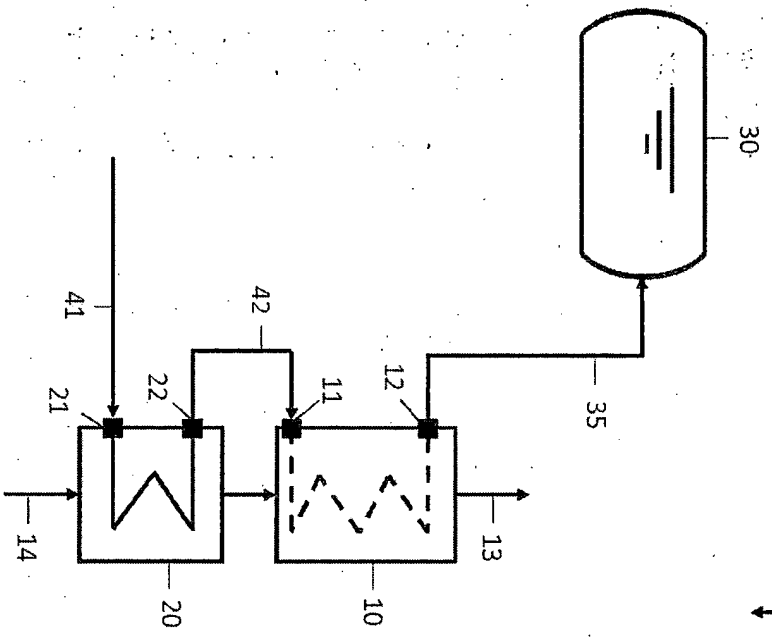
10- الجهاز وفقاً لعنصر الحماية 8 أو 9، يتميز بأنه يتم تحميل المبادل الحراري الأول والثاني بنفس المبيت.

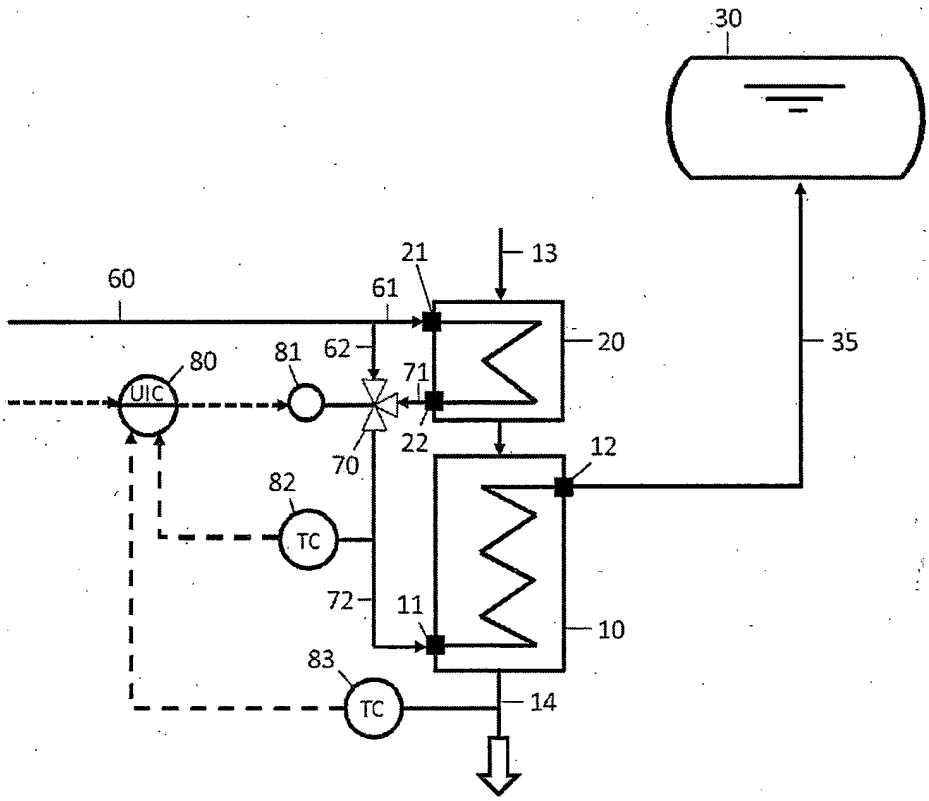
11- الجهاز وفقاً لأي من عناصر الحماية 8 حتى 10، يتميز بأنه يتم توفير صمام ثلاثي المسالك، والذي منه تمتد قناة تغذية إلى داخل المدخل بالمبادل الحراري الأول حيث انه بداخلها تفتح قناة من مخرج المبادل الحراري الثاني وقناة لإمداد مادة تبريد إضافية، حيث يتم تصميم هذا الصمام ثلاثي المسالك بحيث يقوم بضبط خليط المُبرد من المبادل الحراري الثاني ومُبرد إضافي بحيث انه عبر القناة يدخل مُبرد إلى داخل المبادل الحراري الأول بدرجة حرارة أعلى من الغاز أو خليط الغاز.

شكل 1

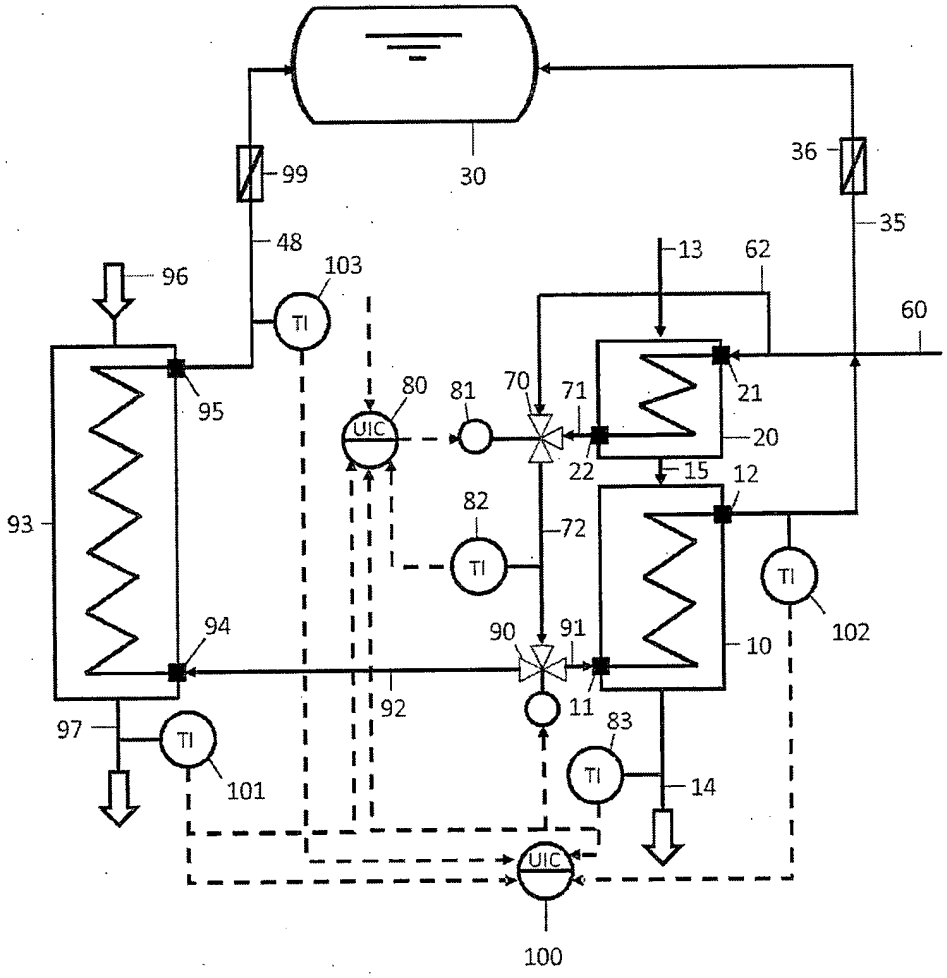


شكل 2





شكل 3


30
99
36
35
48
96
103
TI
13
62
60
95
80
81
70
71
21
UIC
20
22
15
12
93
82
72
TI
TI
102
94
90
91
10
92
11
83
97
TI
101
TI
14
UIC
100

شكل 4

MA 42005B2

ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

OMPIC

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

Établi conformément à l'article 43.2 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 42005	Date de dépôt : 30/06/2016 Date d'entrée en phase nationale : 05/02/2018
Déposant : OUTOTEC (FINLAND) OY	Date de priorité: 27/07/2015
Intitulé de l'invention : PROCÉDÉ ET APPAREIL DE REFROIDISSEMENT D'UN GAZ CONTENANT DU SO3 ET DE L'EAU	
Classement de l'objet de la demande : CIB : C 01B 17/80, F 28D 7/08, F 28D 21/00 CPC :	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants : Partie 1 : Considérations générales ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport ☐ Cadre 2 : Priorité Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité ☐ Cadre 3 : Remarques de clarté ☐ Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée ☐ Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité ☒ Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle	
Examinateur: Abdelfettah EL KADIRI	**Date d'établissement du rapport** : 25/10/2022
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	ROYAUME DU MAROC OFFICE MAROCAIN de la PROPRIETE INDUSTRIELLE et COMMERCIALE CASABLANCA

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes servent de base à l'établissement du présent rapport :

☒ Demande telle qu'initialement déposée

☐ Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :

☒ Observations à l'appui des revendications maintenues

☐ Observations des tiers suite à la publication de la demande

☐ Réponses du déposant aux observations des tiers

☐ Nouveaux documents constituant des antériorités :

- Suite à la recherche complémentaire *(Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)*
- Suite à la recherche additionnelle *(couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)*

☒ Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1-11 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications 1-11 Revendications aucune	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-11 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants:

D1 : US4034803 A
D2 : WO2012/136307 A1
D3 : US2010/068127 A1

1. Nouveauté

Aucun document ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-11. Par conséquent, l'objet des revendications 1-11 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive

Le document D3, considéré comme l'art antérieur le plus proche de l'objet de la revendication 1, décrit un procédé de production d'acide sulfurique, dans lequel pour réduire la corrosion, la vapeur SO2 / SO3 / H2O est refroidie par un échangeur de chaleur à une température comprise entre 0 et 100 ° C au-dessus du point de rosée de l'acide sulfurique (D3: revendication 1). Le fluide caloporteur de cet échangeur étant l'air.

L'objet de la revendication 1 diffère de D3 en ce que le fluide caloporteur est l'eau.

L'effet technique de cette différence est d'avoir une efficacité de refroidissement augmenté dû à la capacité thermique spécifique relativement élevée du fluide caloporteur.

Le problème à résoudre par la présente demande est la fourniture d'un procédé amélioré de refroidissement d'un gaz contenant du SO3 et de l'eau.

La solution proposée par la présente invention est considérée comme inventive étant donné que l'homme du métier ne trouve pas la caractéristique distinctive dans les documents D1, D3 ou D3, et ne trouve aucune incitation de ces documents lui permettant de prévoir l'eau comme fluide caloporteur dans l'échangeur de D3 et ce sans l'exercice d'une activité inventive. De plus l'utilisation de l'eau comme fluide caloporteur dans les échangeurs de D1 à D3 conduirait

à la condensation de l'acide sulfurique et par conséquent la corrosion qui constitue un risque élevée pour la sécurité.

L'objet des revendications 1-11 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.