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 33424 B1

(51) Cl. internationale :
F01K 23/10; F02C 9/00

(43) Date de publication :
03.07.2012

(21) N° Dépôt :
34525

(22) Date de Dépôt :
09.01.2012

(30) Données de Priorité :
13.07.2009 EP 09009103.4

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2010/060022 13.07.2010

(71) Demandeur(s) :
SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Wittelsbacherplatz 2 80333 München (DE)

(72) Inventeur(s) :
SJÖDIN, Mats

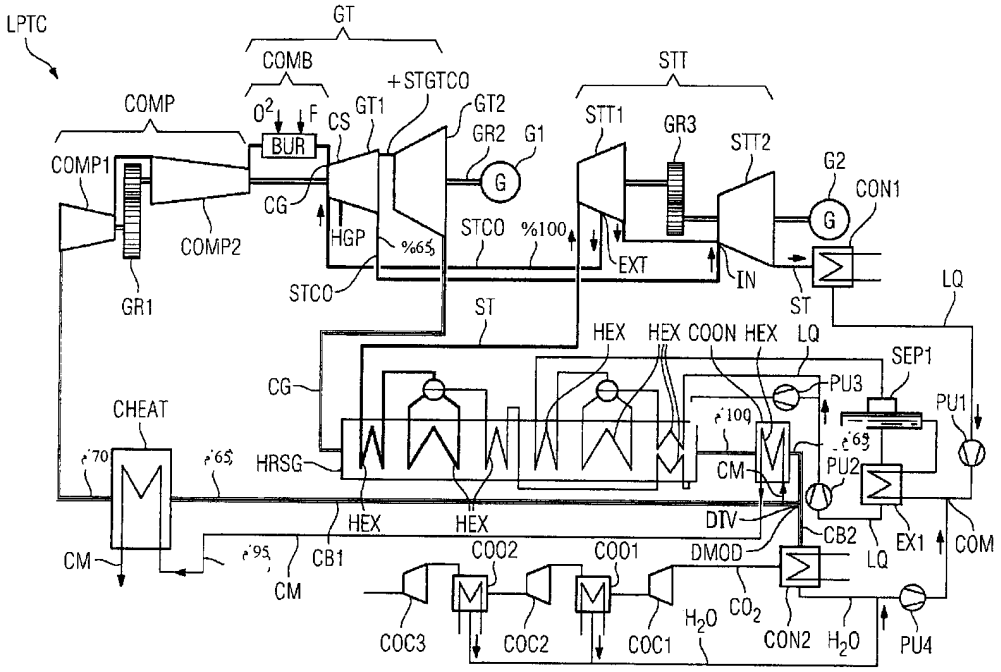
(74) Mandataire :
SABA & CO

(54) Titre : **CENTRALE DE COGÉNÉRATION ET PROCÉDÉ DE COGÉNÉRATION**

(57) Abrégé : L'invention concerne une centrale et un procédé de cogénération, comprenant : une turbine à gaz (GT), un générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG), une turbine à vapeur (STT), un appareil réfrigérant/condenseur (CCON), un module de division (DMOD) au niveau d'un point de division (DIV), au moyen duquel en aval dudit générateur de vapeur à récupération de chaleur (HRSG) ledit gaz de combustion (CG) est refroidi et déshumidifié dans l'appareil réfrigérant/condenseur (CCON) puis divisé en un premier flux de gaz de combustion (CBI) et un second flux de gaz de combustion (CB2), un second condenseur (CON2) recevant ledit second flux de gaz de combustion (CB2) pour séparer le dioxyde de carbone contenu (CO2) de l'eau contenue par condensation de l'eau, un appareil chauffant (CHEAT), un compresseur (COMP) recevant ledit premier flux de gaz de combustion (CBI), lequel est chauffé, comprimé et en partie extrait pour contourner la chambre de combustion (COMB) et refroidir la turbine à gaz (GT) avant de pénétrer dans la chambre de combustion (COMB) et de se mélanger au dit flux d'oxygène (02) et de combustible (F) pour être brûlé dans ladite turbine à gaz (GT).

الوصف المختصر

يتعلق هذا الاختراع بوحدة وطريقة للتوليد المشترك، تتضمن على: توربين غاز (GT)، مولد بخاري لاسترداد الحرارة (HRSG)، توربين بخار (STT)، مبرد/مكثف (CCON)، وحدة تقسيم (DMOD) في نقطة تقسيم (DIV)، بواسطة مولد بخاري لاسترداد الحرارة (HRSG) المذكور الذي يكون في اتجاه التيار فيتم تبريد غاز الاحتراق (CG) المذكور ونزع الرطوبة في المبرد/المكثف (CCON) وتقسيمه بعد ذلك إلى تدفق غاز الاحتراق الأول (CB1) وتدفق غاز الاحتراق الثاني (CB2)، مكثف ثاني (CON2) لاستقبال تدفق غاز الاحتراق الثاني (CB2) لفصل ثاني أكسيد الكربون المتواجد (CO2) من الماء المتواجد بواسطة تكثيف الماء، مسخن (CHEAT)، ضاغط (COMP)، لاستقبال تدفق غاز الاحتراق الأول (CB1)، والذي يتم تسخينه، وضغطه واستخلاصه جزئيًا بالممر الجانبي للمحرقة (COMB) لتبريد توربين الغاز (GT) قبل أن يتم إدخاله في المحرقة (COMB) وخلطه بالتدفق المذكور من الأكسجين (O2) والوقود (F) المراد حرقه في توربين الغاز المذكور (GT).



(SEIZE PAGES)

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
P. P. SABA & CO., Casablanca

MA 33424B1

PV/34525

03 JUIL 2012

الوصف الكامل

يتعلق هذا الاختراع بوحدة وطريقة للتوليد المشترك، بواسطة إحتراق وقود في دورة توربين غاز لتوليد غاز إحتراق يستعمل لتسخين الماء إلى بخار في دورة بخار، وفيها تتضمن دورة توربين الغاز المذكورة على :

توربين غاز، لتمديد غاز إحتراق،

محرقة لتوربين الغاز المذكور، إحتراق خليط من الوقود، الأكسجين وتدفق أول معاد توزيعه من غاز الاحتراق، توليد غاز الإحتراق المراد تمديده،

مولد بخاري لاسترداد الحرارة، منظم في اتجاه توربين الغاز، لاستقبال غاز الاحتراق لتسخين الماء السائل والبخار، ينتج في بخار و/أو بخار مفرط السخونة،

وحدة تقسيم في نقطة تقسيم، بواسطة مولد بخاري لاسترداد الحرارة المذكور في اتجاه التيار فيتم تقسيم غاز الاحتراق المذكور إلى تدفق أول من غاز الاحتراق المعاد توزيعه المذكور وتدفق ثاني من غاز الاحتراق،

ضاغط، لاستقبال التدفق الأول من غاز الاحتراق المذكور، الذي يتم ضغطه حتى يدخل المحرقة ويخلط مع التدفق المذكور من الأكسجين والوقود المراد حرقهما في توربين الغاز المذكور،

تتضمن دورة البخار المذكورة على:

توربين بخار، بواسطة تمديد البخار المذكور،

مكثف أول، توربين بخار في اتجاه التيار منظم، بواسطة أن يتم تكثيف البخار الممدد جزئيًا على الأقل إلى ماء سائل،

مضخة أولى، وفيها تستقبل المضخة الأولى المذكورة الماء السائل بالضغط الزائد إلى مولد بخاري لاسترداد الحرارة المذكور المراد تسخينه أكثر بواسطة التبادل الحراري بغاز الاحتراق المذكور.

ونتيجة للإدراك الزائد بالإشعاعات المتعلقة بالمناخ، فيلزم الكثير من الجهد بتقليل إشعاع ثاني أكسيد الكربون، الذي يعتقد بأنه من إحدى أكثر الأسباب المتعلقة به لزيادة درجة حرارة العالم وبشكل خاص ظاهرة الدفيئات. وتؤدي التطورات الأخيرة إلى دورات التوليد المشترك الذي له إشعاع صفر وكفاءة عالية. وبهذه الدورة يتم حرق الوقود الحفري بالأكسجين الصافي، والتي تعمل على فصل ثاني أكسيد الكربون، المتولد أثناء الأكسدة، بطريقة فعالة التكلفة عن طريق تكثيف جزء الـ H2O من غاز الاحتراق. تتعادل فعاليات الدورة المتزايدة على الأقل في جزء من جهود تدعيم الأكسجين الصافي المتعهد في وحدة فصل الهواء في عكس الاتجاه. وتصبح هذه الدورة دورة إشعاع صفر إذا تم تخزين ثاني أكسيد الكربون المفصول في موقع ملائم.

وتتكون هذه الدورات بشكل أساسي من الدورة المسماه بدورة بريتون Brayton Cycle(دورة بريتون للضغط المستمر في التوربينات) التي يتم تشغيلها في درجة حرارة عالية تتوحد مع دورة رانكين Rankine Cycle ذات درجة الحرارة المنخفضة. ونموذجيًا تتكون دورة بريتون من آلات ضاغطة، وغرفة إحتراق وتوربين الغاز ذو درجة الحرارة العالية. وتتكون غالبًا دورة رانكين من توربين بخار، ومكثف ومولد بخار. وقد يكون مولد البخار هو مولد البخار باسترداد الحرارة. ويمكن أن يكون التوربين عبارة عن توربين ذو غلاف واحد أو مجموعة توربينات ذات ضغط عالي، أو متوسط أو منخفض. وعلى نحو مفضل يكون الوقود هو الغاز الطبيعي أو غاز الوقود الذي يعتمد على هيدرو-كربون الأخر مع تدفق الكتلة بنسب متكافئة تقريبًا من الأكسجين، والذي يزود غرفة الاحتراق وبشكل خاص المحرقة، وعلى نحو مفضل يتم تشغيله في ضغط 20 بار-60 بار بالاعتماد على بارامترات التصميم المختار لدورة بريتون، بشكل أساسي على درجة الحرارة الداخلية للتوربين، فكرة تبريد التوربين ودرجة الحرارة الداخلية للضاغط ذو الضغط المنخفض. ومن أجل ذلك يتم تشغيل توربين ذو درجة حرارة عالية في درجة حرارة أعلى من 1600°م ويستخدم نظام التبريد للتوربين وسط تشغيل من الضاغط الذي يكون أساسًا عبارة عن خليط من ثاني أكسيد الكربون والماء كعامل تبريد. ويتم أيضًا استخدام وسط التشغيل البارد نسبيًا من الضاغط كوسط تبريد للمحرقات وبشكل خاص غرفة الاحتراق وأجزاء أخرى من التي تتعرض لدرجة حرارة عالية من الاحتراق. وبعد

التمديد في توربين الغاز بدورة بريتون يتم تبريد غاز العادم الساخن في مولد بخاري لاسترداد الحرارة مع التيار بتبخير الماء والبخار مفرط السخونة لتوربين بخار الضغط العالي بدورة رانكين.

ويعتبر من أحد أهداف الاختراع زيادة كفاءة دورة بريتون وذلك لتجنب تآكل الضاغط.

ووفقًا للاختراع يتم تزويد التوليد المشترك وطريقة للنوع المذكورة بشكل أولى بمميزات أخرى من عنصر الحماية 1 وبشكل خاص عنصر الحماية 11. وتشير عناصر الحماية التالية نسبيًا إلى تجسيدات الاختراع المفضلة.

وبالإشارة للاختراع، يتم إدخال غاز العادم البارد الخارج من مولد بخاري لاسترداد الحرارة في وحدة تبريد/مكثف بواسطة تشغيلها بوسط تبريد ويفضل فصله من دورة رانكين. وقد يتم وصل المبرد/مكثف هذا بمصدر تبريد خارجي مثل ماء البحر، الهواء المحيط، الهواء المحيط عن طريق نظام الماء المتوسط أو شبكة تسخين المنطقة. ويكون الغرض الأساسي لوحدة التبريد/المكثف هذه هو لتقليل محتوى الماء في غاز الاحتراق وذلك من أجل تقليل عمل الضاغط في ضغط التيار المعاد تدويره. وبعد أن يتم تقسيم تيار غاز الاحتراق المجفف إلى تدفقين جزئيين، من التيار الأول الذي يتم إعادة تسخينه قبل ضغطه وتغذية غرفة الاحتراق به وبشكل خاص المحرقة ويكون التيار الثاني هو تيار الفائض المعادل لجزء الوقود الذي تم حقنه والأكسجين الذي لم يتم فصله في المبرد/المكثف. ويتم أيضًا إمرار التيار الأول الذي يراد إعادة ضغطه في الدورة الرئيسية بالمبادل الحراري المعاد تسخينه قبل إدخاله في الضاغط. ويعتبر الغرض الرئيسي لإعادة التسخين هذه هو تقليل الرطوبة النسبية في تيار غاز الوقود من أجل تجنب تآكل منصات الضاغط الأول بقطرات الماء. وقد يتم تصميم كل من المبرد/المكثف وإعادة التسخين بواسطة توليد ظروف للدورة مناسبة لدورة بريتون من أجل أفضل كفاءة للدورة، القيمة الحالية لشبكة الوحدة أو المصممة حتى تلائم درجة الحرارة في درجة الحرارة العالية للضاغط والتي تكون مناسبة من ناحية وجهة النظر المادية. تجعل كمية تقليل محتوى الماء في غاز الوقود المتولد من التكثيف في وحدة تبريد/مكثف ودرجة حرارة وسط التشغيل في الضاغط المتولدة بواسطة المسخن، مع نسبة ضغط الضاغط المختارة، هناك إمكانية لتقليل عمل الضاغط ولتصميم دورة لأفضل درجة حرارة لمخرج الضاغط إما لأقصى فعالية للدورة أو

لأقصى قيمة حالية لشبكة الوحدة. ويمكن أيضًا أن يتم استعمال إمكانية لتصميم النظام من أجل توليد درجة حرارة معينة لوسط التشغيل قبل الضاغط لإبقاء درجة الحرارة متوسطة في مراحل درجة الحرارة العالية للضاغط تحت درجة حرارة التصميم للإسطوانات، والدوارات والريش وبمعنى آخر: تصميم الدورة لنسبة الضغط القصوى. ويكون تيار وسط التشغيل الثاني من نقطة التقسيم هو تيار فائض، لموازنة الباقي من تيارات التغذية من الوقود والأوكسجين الذين لم يتم فصلهما في وحدة المبرد/المكثف، ويحتويان بشكل رئيسي على بخار وثاني أكسيد الكربون، المزودون بمكثف ثاني، وفيه يتم استمرار نزع الترطيب من تيار غاز الاحتراق في مرحلة ثانية حيث أنه يتم فصل الكثير من الماء عن غاز الإحتراق. ويتم تغذية الماء المنفصل من التكثيف الثاني في نظام تنظيف الماء حيث يمكن أن نعتبره ناتج ثانوي. ويتم أيضًا صرف الماء المكثف من المبرد/المكثف إلى نفس نظام تنظيف الماء. ويتم تشغيل هذه الدورة بقوة بواسطة مولد بخاري لاسترداد الحرارة الذي تم تسخينه بغاز العادم من توربين درجة الحرارة العالية (دورة توربين الغاز) فعلى الجانب الأولي يتبخر الماء ويسخن بشدة وبشكل خاص البخار الذي على الجانب الثانوي.

ويتم استخدام مصطلحات توربين الغاز، وتوربين البخار والضاغط بشكل مرادف لواحد أو أكثر من الآلات الخاصة، التي قد تم تنظيمها في الطلب المتسلسل أو المقارن ويتم استعمالها من أجل تمديد أو ضغط أحد عمليات تدفق السائل المعينة جوهريًا.

وقد يتم إجراء طريقة التوليد المشترك المعلن عنها بواسطة دورة توليد الطاقة، والمشار إليها فيما بعد بدورة المزدوجة للضغط المنخفضة. وتكون دورة المزدوجة للضغط المنخفضة عبارة عن دورة وقود أوكسي المعاد تدويرها بمولد بخاري لاسترداد الحرارة بتوليد بخار للدورة البخارية. وتستعمل دورة الوقود أوكسي وحدة توربين الوقود أوكسي– التي تعتبر أساسًا توربين غاز تم تصميمه للتشغيل بوقود الأوكسي–التي تتضمن على الضاغط، ومحرقة ووحدة توربين. ويفضل أن يتم توليد خليط من CO_2– H_2O في المحرقة بالاقتراب من الاحتراق بنسب متكافئة للهيدروكربونات في الأكسجين النقي. ويتم بعد ذلك تمديد هذا الخليط في توربين الغاز قبل إدخاله في وحدة المولد البخاري لاسترداد الحرارة. ويطلق المولد البخاري لاسترداد الحرارة مع التيار الخليط المذكور الذي يتم تبريده وتجفيفه في وحدة المبرد/المكثف. وتستخدم وحدة

المبرد/المكثف المذكورة على نحو مفضل الماء البارد أو منطقة الماء الساخن كوسط تبريد قبل أن يتم إعادة تسخين الغاز المبرد وإعادة تدويره من خلال الضاغط. ويتضمن الضاغط على نحو مفضل على وحدة عديدة، على سبيل المثال وحدة الضغط المنخفض ووحدة الضغط العالي.

وبعد إدخال خليط الضغط المذكور بالمحرقة، التي تتضمن على غرفة خلط والمحرقة. ويمكن أن تزود المحرقة بدوامات ومحرقات متعددة للاحتراق ذو الكفاءة العالية والثابت. ومع التيار يتم تبريد غاز الاحتراق المذكور بالمولد البخاري لاسترداد الحرارة ويتم تكثيف محتوى الرطوبة لغاز الاحتراق جزئيًا ويتم فصل الطور السائل من تدفق غاز الاحتراق قبل أن يتم تقسيم تدفق الغاز إلى تدفق غاز الاحتراق الأول وتدفق غاز الاحتراق الثاني. ويخضع تدفق غاز الاحتراق الأول المذكور إلى المبادل الحراري المعاد تسخينه الموصوف لتقليل الرطوبة النسبية في تيار غاز الوقود من أجل تجنب مراحل الضاغط الأولى قبل إدخاله بالضاغط، ومن أجل عمل ذلك فيكون من الممكن تقليل محتوى الرطوبة لغاز الاحتراق في مدى كبير بدون تقليل درجة حرارة تدفق غاز الاحتراق في المحرقة. ثم يخضع تدفق غاز الاحتراق الأول المذكور إلى الاحتراق الموصوف للدخول مع التيار بمحرقة توربين الغاز. ويتم تبريد تدفق غاز الاحتراق الثاني المذكور لتكثيف الكثير من محتوى الرطوبة لتدفق غاز الاحتراق إلى ماء سائل من أجل فصل الماء المتبخر من ثاني أكسيد الكربون، والذي يضغط بعد ذلك ويستخلص من الدورة بشكل مفضل لكي يتم تخزين هذا الغاز المضغوط النهائي.

وسوف يصف الاختراع الآن، عن طريق المثال، وبالرجوع للرسومات المرفقة، نجد أن:

شكل 1 يوضح نظرة عامة تخطيطية لدورة وفقًا للاختراع.

ويوضح شكل 1 دورة الضغط المنخفض المزدوجة LPTC، والتي توحد توربين الغاز GT وتوربين البخار STT في دورة ديناميكية حرارية جوهريًا بواسطة المولد البخاري لاسترداد الحرارة HRSG. ويتضمن توربين الغاز GT على محرقة COMB، وتوربين غاز أول GT1 وتوربين غاز ثاني GT2، وفيه يشغل توربين الغاز الأول GT1 وحدة الضاغط COMP ويشغل توربين الغاز الثاني GT2 المولد الأول G1 بواسطة تروس الانتقال الثاني GR2. وتتضمن وحدة الضاغط COMP على ضاغط للضغط المنخفض COMP1 وضاغط

للضغط العالي COMP2، والذين يتم إزدواجهما مع بعضهما البعض بواسطة ترس الانتقال GR1. ويكون لتروس الانتقال GR1 نسبة تروس أصغر من 1 من أجل الحصول على ضاغط ذو ضغط منخفض COMP1 بسرعة أقل.

ويتم إمداد المحرقة COMB بالأكسجين O2 والوقود F، والذي يتم خلطه حتى يقترب من الخليط بنسبة متكافئة فيما هو غير موضح بغرفة الخلط وتم حرقه في الحارقة BUR من المحرقة COMB وتمديده مع التيار بالمحرقة COMB في توربين الغاز الأول GT1 وتوربين الغاز الثاني GT2 كغاز إحتراق CG. ويتم خلط الأكسجين O2 والوقود F عكس تيار حارق المحرقة COMB بالتدفق الأول لغاز الاحتراق CG1، والذي يتم ضغطه بالضاغط COMP عكس تيار المحرقة COMB.

ومع تيار التمديد في توربين الغاز GT يخضع غاز الاحتراق CG إلى المولد البخاري لاسترداد الحرارة HRSG حتى يتم تبريده بواسطة تسخين الماء السائل LQ إلى البخار ST من أجل الحصول على بخار مفرط السخونة ST. ويتضمن المولد البخاري لاسترداد الحرارة HRSG على مبادلات حرارية متعددة HEX، والتي تحول الطاقة من غاز الاحتراق CG إلى الماء السائل LQ وبشكل خاص البخار ST.

ومع تيار التبادل الحراري في المولد البخاري لاسترداد الحرارة HRSG يتم إدخال غاز الاحتراق CG في وحدة المبرد/المكثف CCON وتشغيلها بوسط تبريد CM منفصل عن دورة رانكين. وقد يتم وصل هذا المبرد/المكثف بمصدر تبريد خارجي كماء البحر، الهواء المحيط عن طريق نظام الماء أو شبكة تسخين المنطقة. وفي المبرد/المكثف CCON يتم تكثيف غاز الاحتراق جزئيًا إلى ماء سائل، والذي يتم فصله من وسط تشغيل الدورة CG. ويتم تصريف الماء المكثف من المبرد/المكثف إلى نظام تنظيف الماء. ويكون السبب الرئيسي لهذا التكثيف هو تقليل جزء الـ H2O في غاز الاحتراق المجفف CGDH والمعاد تدويره بالضاغطات لتقليل كمية عمل الضغط في الدورة.

ومع تيار المبادل الحراري في وحدة المبرد/المكثف CCON يتم تقسيم غاز الاحتراق CG في نقطة التقسيم DIV إلى تدفق أول لغاز الاحتراق CB1 وتدفق ثاني لغاز الاحتراق

CB2، وفيه يتم إعادة تسخين التدفق الأول لغاز الاحتراق CB1 في مسخن CHEAT قبل إدخاله في الضاغط COMP.

ويخضع التدفق الثاني لغاز الاحتراق CB2 إلى المكثف الثاني CON2 من أجل تبريد هذا الخليط من الماء وثاني أكسيد الكربون. وفي المكثف الثاني CON2 يتم تكثيف جزء من رطوبة غاز الاحتراق CB2 إلى ماء H2O، والذي يتم فصله عن بقية الخليط الغازي. وبواسطة عدد من الضاغطات COC3-COC1 والمبردات الداخلية C003-C001 يتم ضغط ثاني أكسيد الكربون CO2، ويتم تبريد محتوى الرطوبة المختزلة وثاني أكسيد الكربون إلى الطور السائل من أجل النقل والتخزين. ويوضح الرسم بواسطة المثال ثلاثة ضاغطات والتبريد الداخلي حيث يمكن أن يختلف عدد المراحل في التطبيق للكثير أو القليل من المراحل.

يتم اتحاد الماء H2O المكثف والمنفصل في المكثف الثاني CON2 وفي عدد المبردات الداخلية في نقطة التلاقي COM وخضوعها للمضخة الرابعة PU4 والموردة لأعلى مستوى ضغط.

يدخل البخار المفرط السخونة ST الذي يترك المولد البخاري لاسترداد الحرارة HRSG في اتجاه التيار بتوربين البخار ذو الضغط العالي STT1 من توربين البخار STT المراد تمديده.

ويتم إزدواج توربين البخار ذو الضغط العالي STT1 مع توربين البخار ذو الضغط المتوسط STT2 بواسطة الترس الثالث GR3، الذي يعمل بسرعات مختلفة لتوربيني البخار. ويتم إزدواج المولد الثاني G2 مع توربين بخار الضغط المتوسط STT2 لتوليد الكهرباء. وفي اتجاه توربين البخار STT يدخل البخار ST في المكثف الأول CON1 من أجل تكثيفه إلى ماء سائل LQ.

ومع اتجاه مضخة PU1 يتبادل الماء السائل LQ بالطاقة الحرارية في المبادل الحراري الأول EX1 قبل إدخال الفاصل الأول SEP1، والذي يطرد الغاز من الماء السائل LQ. وبعد الدخول في الموقع البارد بالمبادل الحراري الأول EX1 يتم تلقي الماء السائل المنزوع منه الغاز بالمضخة الثانية PU2 إلى أعلى مستوى ضغط من أجل الدخول في موقع بارد من المولد البخاري لاسترداد الحرارة HRSG. ويتم زيادة الماء السائل LQ بالتجزئة في

درجة حرارة في المولد البخاري لاسترداد الحرارة HRSG بإمراره من خلال مبادلات حرارية مختلفة HEX، والتبخير والتسخين المفرط بواسطة المبادل الحراري مع غاز الاحتراق CG من عادم توربين الغاز GT.

يخضع البخار مفرط السخونة ST مع التيار للمولد البخاري لاسترداد الحرارة HRSG إلى توربين الضغط العالي STT1 لتوربين البخار ST المراد تمديده.

وبطريقة التمديد هذه لتوربين البخار ST يتم استخلاص التيار البارد STCO في نقطة الاستخلاص بواسطة وحدة الاستخلاص EXT من توربين البخار ذو الضغط العالي STT1 لتبريد أجزاء من طريق الغاز الساخن HGP من توربين الغاز الأول GT1. بينما يتم حقن 35% من البخار البارد STCO في طريق الغاز الساخن HGP بغرض تبريد الغشاء، ويترك 65% من البخار البارد STCO نظام التبريد CS من توربين الغاز GT بأعلى درجة حرارة. ويتم إعادة إتحاد 65% المتبقي من البخار البارد STCO بالتدفق الرئيسي من البخار ST بواسطة وحدة التغذية IN في مدخل توربين البخار ذو الضغط المنخفض STT2، والذي يتلقى البخار ST الخارج من توربين البخار ذو الضغط العالي STT1. ويمكن أن يتم حقن جزء من البخار البارد STCO في طريق الغاز الساخن HGP من توربين الغاز. ويفضل أن يتم على الأقل استخدام جزء من STGTCO جزئيًا لتبريد الغشاء الذي من الأجزاء الدوارة لتوربين الغاز GT.

يعمل تجسيد أخر على إعداد نظام تبريد CS كنظام مغلق فيما يتعلق بطريق الغاز الساخن HGP من توربين الغاز GT ويتم إعادة اتحاد البخار البارد STCO مع البخار ST بالكمية الكلية. تم تحقيق نتائج جيدة، عندما يكون جزء STGTCO المراد حقنه في طريق الغاز الساخن HGP بين 20% إلى 40% من تدفق البخار البارد المذكور STCO. ويمكن على نحو مفضل أن يتم تحقيق تلك التجسيد، عندما يتم استخدام البخار البارد STCO فقط لتبريد الأجزاء الثابتة من توربين الغاز GT. ويزود تجسيد مفضل أخر التبريد لأجزاء دوارة وفيها يتم تبريد الأجزاء الدوارة بغاز الاحتراق المضغوط CG التي تتجاوز المحرقة المراد حقنها في طريق الغاز الساخن HGP.

الجدير بالذكر أنه يمكن الحصول على فعالية جيدة، عندما يكون لغاز الاحتراق CG الذي يترك وحدة المبرد/المكثف CCON درجة حرارة 55°م-75°م ويفضل 65°م. ويمكن أن يتم تسخين وسط الفصل بالتبريد CM من وحدة المبرد/المكثف CCON في وحدة المبرد/المكثف CCON بالاعتماد على المبادل الحراري الأعلى تقريبًا من 95°م، والذي فيه يمكن أن نستخدم أي مستوى لدرجة الحرارة لتسخين المبادل الحراري CHEAT لزيادة تدفق غاز الاحتراق الأول CB1 في درجة حرارة من 65°م لأعلى من 70°م والتي تؤدي إلى أقل رطوبة نسبية.

العناصر الجديدة المطلوب حمايتها

1- وحدة توليد مشترك لحرق الوقود في دورة توربين الغاز لتوليد غاز الاحتراق (CG) المستخدم لتسخين الماء إلى بخار في دورة بخار، وفيها:

تتضمن دورة توربين الغاز المذكورة على:

- توربين غاز (GT)، لتمديد غاز إحتراق (CG)،
- محرقة (COMB) لتوربين الغاز (GT) المذكور، إحتراق خليط من الوقود (F)، الأكسجين (O2) وتدفق أول معاد توزيعه من غاز الاحتراق (CB)، توليد غاز الإحتراق المراد تمديده،
- مولد بخاري لاسترداد الحرارة (HRSG)، منظم في اتجاه توربين الغاز (GT)، لاستقبال غاز الاحتراق (CG) لتسخين الماء السائل (LQ) والبخار (ST)، ينتج في بخار (ST) و/أو بخار مفرط السخونة (ST)،
- وحدة تقسيم (DMOD) في نقطة تقسيم (DIV)، بواسطة مولد بخاري لاسترداد الحرارة (HRSG) المذكور في اتجاه التيار فيتم تقسيم غاز الاحتراق (CG) المذكور إلى تدفق أول (CB1) من غاز الاحتراق المعاد توزيعه المذكور وتدفق ثاني من غاز الاحتراق (CB2)،
- ضاغط (COMP)، لاستقبال التدفق الأول (CB1) من غاز الاحتراق المذكور، الذي يتم ضغطه حتى يدخل المحرقة (COMB) ويخلط مع التدفق المذكور من الأكسجين (O2) والوقود (F) المراد حرقهما في توربين الغاز (GT) المذكور،

تتضمن دورة البخار المذكورة على:

- توربين بخار (STT)، بواسطة تمديد البخار (ST) المذكور،
- مكثف أول (CON1)، توربين بخار (STT) في اتجاه التيار منظم، بواسطة أن يتم تكثيف البخار الممدد جزئيًا على الأقل إلى ماء سائل (LQ)،

- مضخة أولى (PU1)، وفيها تستقبل المضخة الأولى (PU1) المذكورة الماء السائل (LQ) بالضغط الزائد إلى مولد بخاري لاسترداد الحرارة (HRSG) المذكور المراد تسخينه أكثر بواسطة التبادل الحراري بغاز الاحتراق (CG) المذكور.
- مبرد/مكثف (CCON) لتلقي غاز الاحتراق (CG) الذي يتم تزويده في اتجاه تيار المولد البخاري لاسترداد الحرارة (HRSG)، والذي يبرد تدفق غاز الاحتراق (CG) و
- مسخن (CHEAT) لتسخين ولعدم إسالة غاز الاحتراق (CB1) الذي يتم تزويده في اتجاه تيار وحدة التقسيم (DMOD) وفي عكس تيار الضاغط (COMP) المذكور لتسخين ولعدم إسالة الجزء المذكور من غاز الاحتراق (CB1) المذكور قبل إمداده إلى الضاغط (COMP).

2- وحدة توليد مشترك وفقًا لعنصر الحماية 1، وفيها تكثف وحدة المبرد/المكثف (CCON) المذكورة جزئيًا جزء البخار من غاز الاحتراق (CG) المذكور إلى الطور السائل (H2O).

3- وحدة توليد مشترك وفقًا لعنصر الحماية 1 أو 2، وفيها يتم تبريد المبرد/المكثف (CCON) المذكور بواسطة وسط التبريد الذي تم فصله من دورة البخار.

4- وحدة توليد مشترك وفقًا لعنصر الحماية 3، وفيها يكون وسط التبريد المذكور هو واحدة من المجموعة: ماء البحر، الهواء المحيط، الهواء المحيط عن طريق نظام الماء المتوسط، الماء من شبكة تسخين المنطقة.

5- وحدة توليد مشترك وفقًا لأى عنصر من عناصر الحماية السابقة، وفيها يعمل المكثف الثاني (CON2) على تزويد وحدة التقسيم (DMOD) في اتجاه التيار لاستقبال تدفق غاز الاحتراق الثاني (CB2) المذكور من أجل تبريد تدفق غاز الاحتراق الثاني (CB2) المذكور.

6- وحدة توليد مشترك وفقًا لعنصر الحماية 5، وفيها يتم تزويد الضاغط ونظام المبرد الداخلي (COC1-COCn، COO1-COOm) مع التيار للمكثف الثاني (CON2) المذكور

لاستقبال تدفق غاز الاحتراق الثاني (CB2) المذكور لتقليل محتوى الرطوبة بواسطة فصل الماء من تدفق غاز الاحتراق الثاني (CB2) المذكور، وفيه يتم ضغط ثاني أكسيد الكربون المتبقي وتم تبريد الطور المائي.

7- وحدة توليد مشترك وفقًا لأى عنصر من عناصر الحماية السابقة، وفيها يضغط الضاغط (COMP) المذكور غاز الاحتراق (CG) المذكور لضغط (P_OUT_CO) في المحرقة (COMB) بين 25 بار- 55 بار.

8- وحدة توليد مشترك وفقًا لأى عنصر من عناصر الحماية السابقة، وفيها يعمل المولد البخاري لاسترداد الحرارة (HRSG) المذكور على تبريد غاز الاحتراق (CG) المذكور لأقل من درجة حرارة (T_OUT_HRSG) بين 55°م- 85°م، ويفضل بين 65°م-75°م.

9- وحدة توليد مشترك وفقًا لأى عنصر من عناصر الحماية السابقة، وفيها تستخلص وحدة الاستخلاص (EXT) تدفق بخار التبريد (STCO) في نقطة الاستخلاص من خلال تمديد البخار المذكور (ST) في توربين البخار (SST) لإمداده إلى نظام التبريد (CS) من توربين الغاز (GT) المذكور في صورة سائل تبريد و، والذي يتم إعادة إتحاد بخار التبريد (STCO) فيه جزئيًا على الأقل مع تدفق البخار الرئيسي (ST) أثناء أو بعد تمديد البخار (ST) في توربين البخار (STT) مع اتجاه تيار نقطة الاستخلاص بواسطة وحدة التغذية (IN).

10- وحدة توليد مشترك وفقًا لعنصر الحماية 1، وفيها يتم جزئيًا حقن جزء (STGTCO) من بخار التبريد (STCO) في طريق الغاز الساخن (HGP) من توربين الغاز (GT) بغرض التبريد.

11- طريقة لحرق الوقود (F) في دورة توربين الغاز بوحدة التوليد المشترك من أجل توليد غاز الاحتراق (CG) المستعمل لتسخين الماء إلى بخار في دورة البخار، وتتضمن الطريقة على مراحل:

في دورة توربين الغاز:

- توليد غاز الاحتراق المذكور (CG) بواسطة حرق خليط من الوقود المذكور (F)، والأكسجين (O2) وإعادة تدوير غاز الاحتراق (CB1) في المحرقة (COMB)،

- تمديد غاز الاحتراق المذكور (CG) في توربين الغاز (GT)،
- تسخين الماء إلى بخار (ST) في دورة البخار المذكورة في المولد البخاري لاسترداد الحرارة (HRSG) باستعمال غاز الاحتراق (CG) المذكور كوسط تسخين،
- ضغط جزء (CB1) من غاز الاحتراق (CG) المذكور وإعادة تدويره من المولد البخاري لاسترداد الحرارة (HRSG)،
- إمداد الجزئ الرئيسي من غاز الاحتراق (CB1) المعاد تدويره إلى المحرقة (COMB) المذكورة

وفي دورة البخار:

- توليد البخار المذكور (ST) في المولد البخاري لاسترداد الحرارة (HRSG) المذكور،
- تمديد البخار المذكور (ST) في توربين البخار (STT)،
- تكثيف البخار المتمدد المذكور إلى ماء،
- إعادة تدوير الماء المذكور إلى المولد البخاري لاسترداد الحرارة (HRSG) المذكور،

تتميز الطريقة بالمراحل:

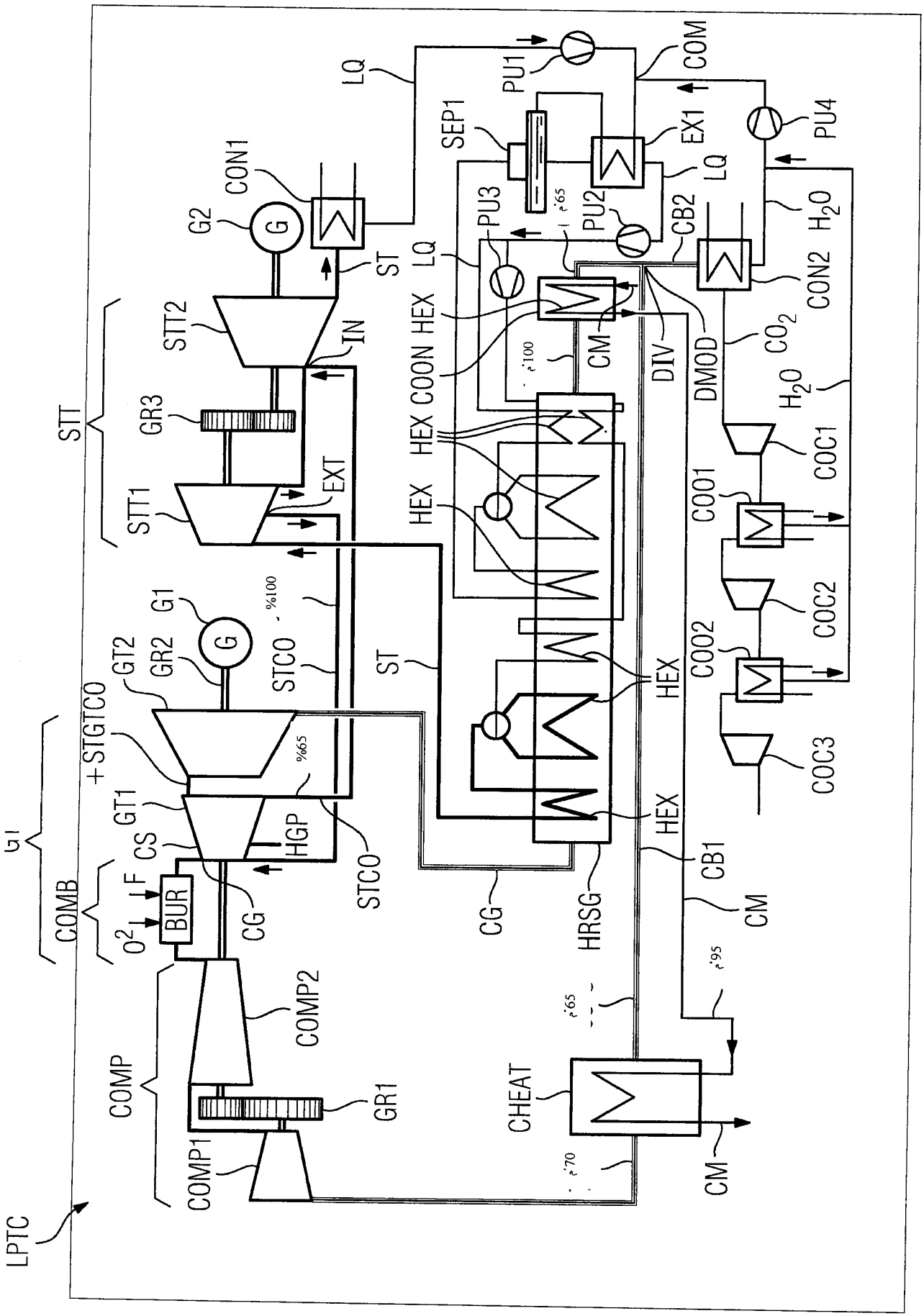
- تبريد و/أو تكثيف غاز الاحتراق المذكور (CG) مع تيار المولد البخاري لاسترداد الحرارة (HRSG) المذكور في المكثف (CCON)،
- إمداد جزء على الأقل من غاز الاحتراق (CG) المبرد و/أو المكثف المذكور لتكوين غاز الإحتراق (CB1) المعاد تدويره المذكور إلى المسخن (CHEAT)،
- تسخين ونزع السائل من غاز الإحتراق (CB1) المعاد تدويره المذكور قبل الضغط المذكور.

12- طريقة وفقًا لعنصر الحماية 11، وتتضمن على مراحل من:

- التكثيف في المكثف المذكور (CCON)، جزئيًا على الأقل، جزء رطب من غاز الاحتراق (CG) إلى الطور السائل (H2O)،
- فصل الطور السائل المذكور من غاز الاحتراق (CG).

13- طريقة وفقًا لأي عنصر من عناصر الحماية 11 و12، وفيها

- يتم تصميم المكثف المذكور (CCON) من أجل تقليل الجزء الرطب بغاز الاحتراق (CG)، و
- يتم تصميم المسخن المذكور (CHEAT) من أجل زيادة درجة حرارة غاز الاحتراق المعاد تدويره (CB1)، ولذلك يتم الوصول إلى أقصى درجة حرارة T_OUT_CO بعد أن يصل الضغط المذكور من أجل ذلك إلى أقصى ضغط P_OUT_CO محدد مسبقًا لأقصى فعالية دورة توربين الغاز.


LPTC
GT
COMB
+STGTCO
GT1
CS
F
BUR
O^2
CG
HGP
STCO
GT2
GR2
G1
G
STCO
%100
%65
ST
STT
STT1
EXT
GR3
STT2
IN
G2
G
CON1
ST
LQ
COMP
COMP1
GR1
COMP2
CHEAT
HRSG
CG
HEX
HEX COON HEX
HEX
HEX
HEX
HEX
CM
DIV
CB1
CM
CM
LQ
PU1
SEP1
PU3
PU2
CB2
LQ
EX1
COM
PU4
H_2O
CON2
CO_2
DMOD
H_2O
COC1
COO1
COC2
COO2
COC3
%100
%65
%65
%95
%70