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 34507 B1

(43) Date de publication :
02.09.2013

(51) Cl. internationale :
F22B 1/00; F01K 13/02; F22B 35/10

(21) N° Dépôt :
35702

(22) Date de Dépôt :
01.03.2013

(30) Données de Priorité :
03.09.2010 DE 102010040210.9

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2011/064466 23.08.2011

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

(72) Inventeur(s) :
BRÜCKNER, Jan ; EFFERT, Martin ; FRANKE, Joachim ; THOMAS, Frank

(74) Mandataire :
SABA & CO

(54) Titre : **PROCÉDÉ POUR FAIRE FONCTIONNER UN GÉNÉRATEUR DE VAPEUR CONTINU CHAUFFÉ PAR ÉNERGIE SOLAIRE ET GÉNÉRATEUR DE VAPEUR CONTINU SOLAIRE THERMIQUE**

(57) Abrégé : L'invention concerne une procédé permettant de faire fonctionner un générateur de vapeur continu chauffé par énergie solaire, qui est muni d'une surface chauffante d'évaporateur (4), procédé selon lequel une valeur de consigne (formule II) pour le débit massique d'eau d'alimentation (formule I) est acheminée jusqu'à un dispositif pour ajuster ledit débit massique d'eau d'alimentation. L'invention vise à améliorer la qualité d'une régulation prédictive de l'eau d'alimentation ou du débit massique et en particulier à maintenir l'enthalpie du fluide d'écoulement en sortie de l'évaporateur particulièrement stable, en cas de variations de charge. A cet effet, selon l'invention, lors de l'élaboration de la valeur de consigne (II) pour le débit massique d'eau d'alimentation, une valeur de correction (K

MA 34507B1

الملخص

طريقة لتشغيل مولد بخار مستمر التدفق مسخن شمسياً، ومولد بخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً.

في طريقة لتشغيل مولد بخار مستمر التدفق مسخن شمسياً له سطح تسخين مبخر (4)، يتم فيه التزويد بقيمة ضبط (إم إس) للتدفق الكتلي لماء التغذية (إم) إلى جهاز لضبط التدفق الكتلي لماء التغذية (إم)، ويتم تحسين أكثر لجودة ماء تغذية تنبؤي أو نظام تحكم بالتدفق الكتلي وتتم المحافظة على المحتوى الحراري لناقل التدفق عند مخرج المبخر في مستوى مستقر على وجه الخصوص، وبالأخص عندما تحدث تغييرات في الحمل. ومن أجل هذا الغرض، ووفقاً للاختراع، فإنه عندما يتم إحداث قيمة الضبط (إم إس) من أجل التدفق الكتلي لماء التغذية (إم)، فإنه يتم الأخذ بعين الاعتبار قيمة تصحيح (كي إف) التي تكون مميزة من أجل الاستنتاج فيما يتعلق بزمن المحتوى الحراري، درجة الحرارة، أو كثافة ناقل التدفق عند مخرج واحد أو أكثر من سطوح التسخين (2، 4). يتم تكييف الطريقة على وجه الخصوص للعملية لمولد بخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً (1) في منشأة طاقة برج شمسي (129) بتبخير مباشر.

الشكل 3

(VINGT DEUX PAGES)

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

Pv/357e2.

02 SEPT 2013

الوصـف

طريقة لتشغيل مولد بخار مستمر التدفق مسخن شمسياً، ومولد بخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً.

يتعلق الاختراع بطريقة لتشغيل مولد بخار مسخن شمسياً له عدداً من سطوح التسخين، يتم فيه تأمين قيمة ضبط (إم إس) للتدفق الكتلي لماء التغذية (إم) إلى جهاز ضبط التدفق الكتلي لماء التغذية (إم). ويتعلق أيضاً بمولد بخار حراري التشغيل شمسياً لتنفيذ الطريقة، وخاصة في منشأة طاقة برج شمسي بتبخر مباشر.

تحتاج موارد الطاقة المستمرة أن تستخدم لتقاوم آثار الحاجة الكبيرة والضخمة للطاقة وتغير المناخ. إن الطاقة الشمسية هي مورد طاقة مستمر. فهو له أثر بيئي منخفض، ويوجد بكميات غير محدودة، ولا يضع أي عبء على الأجيال القادمة.

بالتالي تمثل منشآت الطاقة الحرارية التشغيل شمسياً بديلاً لجيل طاقة تقليدي. يتم حالياً تصميم منشآت الطاقة الحرارية التشغيل شمسياً بمجمّعات حوضية مكافئية المقطع أو مجمّعات "فرينل". وكاختيار آخر، هناك التبخر المباشر في ما يدعى منشآت طاقة البرج الشمسي.

تحتوي منشأة طاقة حرارية التشغيل شمسياً ببرج شمسي وتبخر مباشر على صف شمسي، والبرج الشمسي، وقسم منشأة طاقة تقليدية الذي يتم فيه تحويل الطاقة الحرارية للبخار إلى طاقة كهربائية.

يحتوي الصف الشمسي على هليوستاتات (أداة ذات مرآة تعكس أشعة الشمس في اتجاه واحد) التي تركز ضوءها على ماص طاقي موضوع في البرج. يحتوي الماص الطاقي على سطح تسخين يتم فيه استخدام الطاقة الشمسية الساقطة بغرض الحرارة ، والتبخر، وربما أيضاً التسخين الفائق (فوق درجة الغليان) لماء التغذية المزوّد. إن البخار الذي يتم توليده، يتم عندئذ إزالة ضغطه في عنفة في قسم منشأة الطاقة التقليدية، ومن ثم يتم تكثيفه وإعادة تزويده إلى الماص الطاقي. تسوق العنفة المولد الذي يحول الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

في منشأة طاقة برج شمسي، تكون الطاقة الشمسية المدخلة محدودة بحجم صف الهيليوستاتات. يتم عكس جزء من الإشعاع من قبل الماص الطاقي ويتم فقده لعملية منشأة الطاقة الديناميكية الحرارية. كلما كان سطح التسخين أكبر، كلما كانت المفقودات أعظم. من أجل مخرج طاقة حرارية ما، فإنه من المرغوب فيه إذاً أن تكون ماصات الطاقة مضغوطة بسطح تسخين صغير قدر الإمكان. وكنتيجة لتركيز الطاقة الشمسية المنتشرة على سطوح صغيرة، فإن هذا يستتبع كثافات تدفق حراري مرتفعة جداً.

في هذا السياق، يحتاج تدفق كتلي لماء التغذية مناسب أن يضمن التوافق مع الطاقة الحرارية المدخلة إلى الماص الطاقي وخيار بارامتر (مقياس) التدفق الحي. فيما يسمى بأنظمة التدفق القسري، فإن إدارة قيمة الضبط لنظام التحكم بتدفق ماء التغذية في صيغة التشغيل والحمل المنخفض، وكذلك في صيغة التدفق القسري، تؤمن قيم الضبط المطلوبة من أجل التدفق الكتلي لماء التغذية بالاعتماد على حالة المنشأة. وبالتالي، في صيغة حالة غير مستقرة، على سبيل المثال

عندما يمر السحاب فوق الصف الشمسي، فإنه ينبغي تعديل إنتاجية البخار بشكل متزامن قدر الإمكان مع إدخال الحرارة إلى سطح التسخين.

في مولد بخار تدفق قسري مسخن شمسياً، تسخين عدد من أنابيب مولد البخار، التي تشكل معاً سطح تسخين بخار، تؤدي إلى تبخر تام لناقل تدفق في أنابيب مولد البخار في مرور واحد. إن ناقل التدفق – عادة الماء – يمكن أن يتم تزويده هنا بشكل اختياري قبل تبخره إلى مسخن متقدم موصول عكس التيار من سطح تسخين البخار على جانب ناقل التدفق، ويشار إليه عموماً أيضاً كموفرة، ويتم تسخينها مسبقاً هنا.

بالاعتماد على حالة التشغيل لمولد بخار تدفق قسري مسخن شمسياً ولسبب اقترانه بمخرج مولد البخار المتدفق، يتم التحكم بالتدفق الكتلي لماء التغذية إلى داخل سطح تسخين الماص الطاقي. عندما يكون هناك تغيرات في الحمولة، فإنه ينبغي تعديل الإنتاجية بشكل متزامن قدر الإمكان مع إدخال الحرارة إلى سطح تسخين الماص الطاقي، لأنه من نواح أخرى فإنه من غير الممكن منع المحتوى الحراري المعين لناقل التدفق عند مخرج سطح تسخين الماص الطاقي من الانحراف عن قيمة الضبط. يجعل مثل هذا الانحراف الغير مرغوب فيه للمحتوى الحراري المعين من الصعوبة التحكم بدرجة الحرارة للبخار الحي الصادر من مولد البخار ويقود علاوة على ذلك إلى حمولات مادة مرتفعة وبالتالي إلى حياة تشغيل منخفضة لكل مولد البخار.

في منشآت الطاقة حرارية التشغيل شمسياً، إن عدم الدقة بسبب، على سبيل المثال، تغيرات في السقوط الشمسي يجب أن تقابل بشكل فعال بتحديد قيمة ضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية الذي يلبي الاحتياجات الكثيرة بشكل واضح وعلى الأخص عندما يكون هناك تغيراً في الامتصاص الحراري الكلي أو عندما يكون هناك تغيرات في الحمولة.

إنها الحالة بصورة خاصة في أنظمة توليد الطاقة باستخدام حرارة الشمس حيث لا يمكن افتراض خصائص النظام الكلية المستقرة بشكل كافي والتي يمكن أن ترتبط بوضوح بمدخل للطاقة الشمسية ثابت محدد مسبقاً. بالإضافة إلى أنه، في مثل هذه المنشآت المصممة كأنظمة ماصة مباشرة، بشكل رئيسي الطاقة الشمسية على الهيليوستاتات وبالتالي على المستقبل في البرج لا يمكن استخدامها كبارامتر حر إلى المدى نفسه كما هو في المسخنات (أجهزة التسخين) التي توقد بشكل تقليدي.

إن هدف الاختراع هو تأمين طريقة لتشغيل مولد بخار تدفق قسري مسخن شمسياً للنوع المذكور أعلاه الذي يتصف باعتمادية مرتفعة على وجه الخصوص وجودة ضبوطيته، لاسيما في صيغة الحالة الغير المستقرة. علاوة على ذلك، فإن مولد البخار الحراري التشغيل شمسياً الملائم بشكل خاص لتنفيذ الطريقة هو الذي يجب تأمينه.

فيما يتعلق بالطريقة، يتم إنجاز هذا الهدف وفقاً للاختراع بطريقة لتشغيل مولد البخار المستمر التدفق المسخن شمسياً الذي له عدد من سطوح التسخين، الذي يتم فيه التزويد بقيمة الضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية إلى جهاز لضبط التدفق الكتلي لماء التغذية، حيث أنه عندما يتم إحداث قيمة الضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية، يتم الأخذ بالاعتبار قيمة التصحيح التي تكون مميزة من أجل

الاستنتاج فيما يتعلق بزمن المحتوى الحراري أو كثافة ناقل التدفق المسخن شمسياً عند المدخل لسطح تسخين واحد أو عدد من سطوح التسخين، على التوالي.

بالتالي فإن الاختراع ينطلق من الاعتبار بأن مفهوم ما يسمى نظام التحكم بالتدفق الكتلي التنبؤي أو التطلعي لمولد بخار مستمر التدفق مسخن شمسياً يمكن تطبيقه لتحسين جودة التحكم عند ضبط التدفق الكتلي لماء التغذية. بالتالي، يتم الأخذ بعين الاعتبار قيم التصحيح التي يتم التعرف عليها بأنها مناسبة عند تعيين قيمة ضبط معينة للتدفق الكتلي لماء التغذية.

وبغرض تقليل الانحرافات قدر الإمكان في المحتوى الحراري المحدد عند مخرج الماص الطاقي عن قيمة الضبط وتقلبات درجة الحرارة المرتفعة الغير مرغوب فيها التي تنشأ من ذلك في كل حالات التشغيل لمولد البخار، وبمعنى أخر على الأخص أيضاً في حالات عابرة أو عندما يكون هناك تغيرات في الحمولة، فإنه يكون لنظام التحكم بتدفق ماء التغذية تصميم تنبؤي. وبالأخص عندما يكون هناك تغيرات في الحمولة، فإنه يتم بالتالي تأمين قيم ضبط ماء التغذية المطلوبة بالاعتماد على حالة التشغيل الحالية أو حالة التشغيل المتوقعة في المستقبل القريب.

وكنتيجة للطريقة وفقاً للاختراع، بالاعتماد على كمية الحرارة السائدة المزودة من قبل الإشعاع الشمسي، يتم جعل التدفق الكتلي لماء التغذية المطلوب بدقة خلال سطح تسخين الماص الطاقي دائماً متاحاً من أجل التأكد من حالة السائل المطلوبة / المرغوب فيها عند مخرج الماص الطاقي (درجة حرارة البخار الحي) حتى خلال عمليات الحالة الغير المستقرة، وعلى الأخص عندما يمر السحاب فوق الصف الشمسي.

يؤمن المفهوم وفقاً للاختراع بشكل مفيد حساباً متحكم به مسبقاً لكمية ماء التغذية كوظيفة للإشعاع الشمسي. إن مثل هذه القيم المميزة يمكن تعيينها بشكل ملائم مع مساعدة بيانات القياس الموجودة وعلى الأخص يمكن تأمينها بشكل ملائم مع الإشارة إلى قيم التخزين المميزة التي تم حفظها. من ناحية ثانية، فإنه يمكن تقييم الإشعاع الحراري بشكل موثوق به، وبالتالي فإن قيمة ضبط ماء التغذية التي تم حسابها بشكل دقيق بشكل مسبق يمكن أن يتم تعيينها بواسطة قيمة قياس يتم الكشف عنها حالياً تؤخذ بعين الاعتبار كقيمة مميزة. إذا تم قياس كثافة الإشعاع الشمسي هنا وتم تحويله إلى طاقة حرارية منقولة إلى الماص الطاقي باستخدام طريقة حساب مناسبة، فإنه مباشرة يمكن تحديد الحرارة المدخلة إلى سطح تسخين الماص الطاقي. إذا تم تزويد كل هيليوستات للصف الشمسي على حدة بجهاز قياس متوافق، فإن يمكن استنتاج امتصاص الحرارة الكلية لسطح تسخين الماص الطاقي. بالإضافة إلى هذا الامتصاص الحراري الكلي، الذي بسبب التوصيل الحراري ذي الحالة الغير المستقرة في جدار الأنبوب ينبغي في بعض الظروف أن يتأخر بشكل طفيف بواسطة، على سبيل المثال، عنصر بي تي 3، ارتفاع درجة الحرارة (زيادة المعايرة في المحتوى الحراري) لناقل التدفق في سطح تسخين الماص الطاقي هي أيضاً مطلوبة لتعيين التدفق الكتلي لماء التغذية. يتم حساب المحتوى الحراري الحقيقي المعين بشكل مفيد على أساس إنشاء زيادة معايرة في المحتوى الحراري لناقل التدفق في سطح تسخين الماص الطاقي، من جهة أولى، باستخدام قيم قياس مناسبة مثل، على سبيل المثال، الضغط ودرجة الحرارة لناقل التدفق عند مدخل سطح تسخين الماص الطاقي. بالإضافة الى بارامتر البخار المحدد أو بشكل بديل محتوى البخار عند مخرج سطح تسخين الماص الطاقي، بالأخذ بعين الاعتبار الضغط

الحالي لناقل التدفق عند مخرج سطح تسخين الماص الطاقي، يتم تحديد قيمة ضبط لمحتواه الحراري عند مخرج سطح تسخين الماص الطاقي. يمكن معرفة زيادة المعايرة بطرح القيمتين من بعضهما.

إذا تم بالتالي تقسيم مزود حرارة جانب الماص الطاقي بواسطة فارق جانب الناقل هذا في المحتوى الحراري (زيادة المعايرة في المحتوى الحراري)، فإنه يتم معرفة على الأقل التدفق الكتلي لماء التغذية المطلوب لكل حالة تشغيل من أجل عملية حمولة الحالة المستقرة. بهذه الطريقة، فإنه يمكن حساب الكمية المطلوبة لماء التغذية بطريقة متحكم بها مسبقاً المستهدفة للحالة الفعلية للمنشأة وتلبي الاحتياجات الكثيرة بشكل واضح، منطلقة من توازن تدفق حراري لسطح تسخين الماص الطاقي الذي قد يتضمن بشكل اختياري كل من سطوح الماص الطاقي المسخنة مسبقاً المتصلة بعكس التيار وما يتبعها من سطوح تسخين الماص الطاقي الفائقة التسخين.

بالاعتماد على هذا المفهوم الأساسي، فإن آليات فيزيائية إضافية، تعمل بشكل مؤقت على التدفق خلال سطح تسخين الماص الطاقي وبالتالي تؤدي إلى انحرافات للمحتوى الحراري عند مدخل سطح تسخين الماص الطاقي عن قيمة الضبط المعينة، تحتاج أيضاً لأن تؤخذ بعين الاعتبار في صيغة الحالة الغير مستقرة. إذا تغير ضغط النظام وبالتالي وبشكل متزامن درجة حرارة التشبع للسائل في الماص الطاقي في عمليات الحالة الغير مستقرة، فإن درجة حرارة المادة لأنابيب سطح تسخين الماص الطاقي تتغير أيضاً. ونتيجة لذلك، يتم تخزين الطاقة الحرارية في جدران الأنابيب أو يتم استرجاعها من جدران الأنابيب. بالمقارنة مع الامتصاص الحراري الكلي المنشأ من الكثافة المقاسة للإشعاع الشمسي، اعتماداً على اتجاه التغير في ضغط حرارة أكثر (انخفاض في الضغط) أو حرارة أقل (ارتفاع في الضغط) متاح وفقاً لذلك تبعاً للزيادة في المحتوى الحراري لناقل التدفق. بالتالي من أجل حساب مسبق للتدفق الكتلي لماء التغذية المطلوب، بقيمة ضبط محتوى حراري معينة عند مخرج سطح تسخين الماص الحراري، فمن الضروري أن يؤخذ بعين الاعتبار هذا التأثير الغير المستهان به عن مفهوم التحكم.

يمكن تمثيل هذا الأثر الفيزيائي في نظام تحكم بواسطة عنصر مفاضل من الدرجة الأولى (عنصر DT1). ويفترض هنا كتقريب بأنه، عندما يكون هناك تعديل في ضغط النظام، فإن التغيرات فيما يتعلق بالزمن لكل من درجة حرارة السخان لناقل التدفق وتلك لجدار الأنبوب متطابقة. إن درجة حرارة التشبع لناقل التدفق، محسوبة من ضغط الماص الطاقي المقاس، تستخدم وفقاً لذلك كمدخل للعنصر المفاضل. إذا تم ضرب مخرج العنصر المفاضل هذا بالكتلة لكل أنابيب سطح تسخين الماص الطاقي والقدرة الحرارية المحددة لمادة سطح تسخين الماص الطاقي، فإنه يمكن قياس كميات الحرارة المخزنة في جدار الأنبوب أو مسترجعة من جدار الأنبوب. وباختيار زمن ملائم ثابت للعنصر المفاضل هذا، فإن السلوك فيما يتعلق بالزمن لآثار التخزين الموصوفة يمكن أن يُحاكى بدقة بشكل نسبي بحيث أن هذا الأثر الإضافي، المنطلق من عمليات الحالة الغير مستقرة، لخزن أو استرجاع الحرارة في الكتل المعدنية يمكن حسابه مباشرة.

ولأنه لم يعد هناك أي حاجة لتحديد درجة حرارة التشبع المعتمدة على الضغط من أجل النظم فوق الحرجة، فإنه يمكن حساب إشارة المدخل للعنصر المفاضل عبر وظيفة الاعتماد على الضغط من أجل درجة حرارة السائل (على سبيل المثال، متعدد الحدود) بحيث أن آثار الخزن و

الاسترجاع لأنابيب سطح تسخين الماص الطاقي يمكن إقامتها أيضاً للأنظمة فوق الحرجة. ومن المتصور أيضاً أن يحدث قياساً مباشراً لدرجة حرارة المعدن عند النقاط المميزة لأنابيب سطح تسخين الماص الطاقي من أجل القدرة على الأخذ بعين الاعتبار مباشرة تغيراً في درجة حرارة المعدن. في هذه الحالة، فإن كلاً من عدد العناصر المفاضلة وعوامل التوسيع المتوافقة معها (بشكل جوهري كتلة أنابيب سطوح تسخين الماص الطاقي) تحتاج للمطابقة مع عدد قياسات درجة حرارة المعدن. بالإضافة إلى المزايا التي تناسب كلاً من الأنظمة فوق الحرجة ودون الحرجة، بهذه الطريقة فإنه يمكن أيضاً تحديد التغيرات في درجة الحرارة لأنابيب سطوح تسخين الماص الطاقي مع بخار فائق التسخين بشكل دقيق، حيث أن الطرائق المذكورة في البداية قد لا تكون دقيقة بقدر كافي لتعيين درجة حرارة المعدن.

علاوة على ذلك، هناك تغيرات في قيم الحالة الديناميكية الحرارية، على سبيل المثال، الضغط ودرجة الحرارة عندما تكون هناك عمليات عابرة في دورة ماء-بخار. في كل سطح تسخين ماص طاقي، ترتبط بالضرورة التغيرات في الحجم المعين أو كثافة ناقل التدفق بهذه التغيرات. إذا كان، على سبيل المثال، بسبب تغير في تحميل حجم معين لناقل التدفق ينقص في سطح التسخين بكامله (الكثافة تزداد)، فإنه يمكن للأخير أن يمتص بشكل مؤقت سائلاً أكثر (يخزن كتلة). إن مثل آثار التخزين هذه التي تعزى إلى تغيرات في كثافة السائل أو ناقل التدفق تسبب تقلبات في التدفق الكتلي عند مخرج كل سطح تسخين بحيث أن التدفق الكتلي المتدفق بعيداً عن كل سطح تسخين ليس هو ذاته كالتدفق الكتلي الذي يتدفق داخله وعلى وجه الخصوص ليس ذاته كالتدفق الكتلي الذي تم تسليمه بواسطة مضخة ماء التغذية، والذي بتسخين مرافق يؤدي مباشرة إلى تقلب المحتوى الحراري عند مخرج سطح التسخين. ومن أجل تخفيض هذه التقلبات، تحتاج آثار تخزين الكتلة الحاصلة أن يتم تعويضها بشكل فعال من خلال تعيين قيمة ضبط لماء التغذية. ولاسيما في حالة الأنظمة دون الحرجة، فإنه يجب بناءاً على ذلك الأخذ بعين الاعتبار التغيرات الكبيرة في الكثافة في منطقة تبخر التدفق. هنا يتميز بوضوح توزيع الكثافة في أنبوب سطح التسخين ببداية التبخر. فالأخير مرتبط بشكل وثيق جداً بالتبريد الفائق عند مدخل سطح التسخين. حالما يبدأ التبخر في الأنبوب، تنخفض كثافة المزيج الجاري مع التيار بسرعة كبيرة. الآن إذا، وبسبب العمليات العابرة، كان هناك تغيراً في التبريد الفائق للمدخل، تتحول بداية التبخر بشكل متزامن وبالتالي توزيع الكثافة كلها في الأنبوب. تنتج آثار تخزين واسترجاع الكتلة. وبالتالي فإن زيادة التبريد الفائق للمدخل على المدى القصير يؤدي إلى زيادة المحتوى الحراري عند مخرج سطح التسخين. ويمكن تفسير ذلك من خلال حقيقة أنه، كلما ازداد التبريد الفائق للمدخل، تتحول بداية التبخر باتجاه مخرج سطح التسخين (تتم تغذية سطح تسخين الماص الطاقي بسائل تبريد). ونظراً للزيادة المحلية في الكثافة (ولاسيما في المنطقة حيث تتم إزاحة بداية التبخر)، يتم تخزين السائل بشكل أكثر كثافة وينخفض بشكل عكسي التدفق الكتلي للمخرج، الذي عندما يكون هناك تسخين مرافق فإنه يؤدي مباشرة إلى زيادة في المحتوى الحراري للمخرج. عندما يكون هناك تخفيضاً في التبريد الفائق للمدخل، تحصل العملية العكسية. يمكن أيضاً من حيث المبدأ ملاحظة الآليات الموصوفة للأنظمة فوق الحرجة. هنا قد تكون التغيرات المؤقتة في درجة حرارة السائل أو المحتوى الحراري لسائل محدد عند مدخل سطح التسخين مسؤولة عن آثار تخزين واسترجاع الكتلة المقابلة لها. ومن أجل أن نأخذ بعين الاعتبار عمليات التخزين والاسترجاع هذه على جانب ناقل التدفق باستخدام نظام تحكم، فإن الكشف عن بارامترات ملائمة للاستنتاج فيما يتعلق بالزمن

يتم تزويدها هنا كوسائل مفيدة بشكل خاص، كما هو الحال على وجه الخصوص في المحتوى الحراري، درجة الحرارة أو كثافة ناقل التدفق عند مدخل كل سطح تسخين على حدة. إذا تم بالتالي تنفيذ عنصر مفاضل من الدرجة الأولى آخر (عنصر دي تي 1) في تعيين قيمة الضبط لماء التغذية، عندما يتم انتقاء إشارة إدخال مناسبة، زمن ثابت مقابل، وتوسيع مناسب، فإنه يمكن تخفيض التقلبات في المحتوى الحراري الموصوف في البداية مرة أخرى بشكل فعال عند مخرج سطح التسخين. وبالاعتماد على تصميم سطح التسخين ومتطلبات النظام، فإن التبريد الفائق للمدخل (دون الحرجة) أو أكثر عموماً درجة حرارة المدخل أو المحتوى الحراري للمدخل يمكن، على سبيل المثال، أن يتم استخدامها كإشارة إدخال. إذا تم تأمين مسائل ماء التغذية من التسخين المسبق المتجدد لماء التغذية المتجدد بدرجة حرارة سائل منخفضة نسبياً (التسخين مسبقاً خلال منافذ استنزاف العنفة منخفض)، أو إذا لم يتم تأمين تسخين مسبق متجدد لماء التغذية، فإنه يمكن تصور استخدام سطح تسخين ماص طاقي آخر من أجل تسخين إضافي لماء التغذية (قريب من سطوح التسخين المقتصدة لمنشآت الطاقة الموقدة بالوقود الأحفوري النموذجية). إذا لم يتم تأمين للطاقة الحرارية المدخلة إلى سطح تسخين الماص الطاقي الإضافي ليتم أخذها بعين الاعتبار بشكل منفصل في التحكم التنبؤي لتدفق ماء التغذية، فإن ترتيباً الضغط من ناحية الماء وقياس درجة الحرارة خلف "سطح تسخين الماص الطاقي المقتصد" هذا مطلوب لعملية مثلى لنظام التحكم بتدفق ماء التغذية. بالإضافة إلى استقرارية متزايدة لنظام التحكم، يساهم هذا المقياس بزيادة في جودة التحكم. ينبغي على التبريد الفائق الكافي للمدخل، من ناحية ثانية، أن يتم تأمينه عند هذه النقطة من أجل ضمان إشارة قياس صحيحة.

في سطح تسخين الماص الطاقي هذا المستخدم كمقتصد، في حالة عمليات عابرة، تحدث أيضاً آثار تخزين واسترجاع من ناحية السائل. عندما يكون هناك نقطة قياس تدفق كتلي عند مدخل المقتصد ومتحكم بماء التغذية الذي يتعلق بنقطة القياس هذه، تعمل تقلبات التدفق الكتلي عند مخرج المقتصد الناتجة عن آثار التخزين مباشرة على المحتوى الحراري للبخار الحي (مخرج مولد البخار المسخن شمسياً). في ظل هذه الظروف، لم يعد متزامناً التدفق خلال سطوح تسخين الماص الطاقي لمولد بخار تدفق مستمر مسخن شمسياً ومدخل الحرارة الملحق به.

يمكن تعيين كثافة السائل عند مدخل ومخرج سطح تسخين المقتصد للماص الطاقي بواسطة قياسات درجة حرارة وضغط إضافيين عند هذه النقاط. يمكن اعتبار تغيير في هذه الكثافات كمقياس لآثار التخزين والاسترجاع من ناحية السائل (في بعض الظروف يتطلب القيام بمتوسط مناسب)، التي يمكن الكشف عنها كمياً من خلال تنفيذ عنصر مفاضل آخر أو تنفيذ عناصر مفاضلة ذات درجة أولى أخرى.

إذا تم انتقاء توسيعاً مناسباً وزمناً مستمراً مناسباً لعنصر أو عناصر المفاضلة هذه، فإن إشارة التصحيح (إشارات التصحيح) التي تولدت بشكل أمثل تعوض عن آثار التخزين من ناحية السائل في المقتصد. إذا كان لسطح تسخين الماص الطاقي المقتصد هنا، على سبيل المثال، جانبية كثافة خطية، فإن الوسط الحسابي للكثافات المحدد عند مدخل ومخرج سطح التسخين ينبغي تعيينها بشكل مفضل واستخدامها كإشارة مدخل لعنصر(دي تي 1) الموصول باتجاه التيار. إن حجم النواقل الكامل لسطح تسخين الماص الطاقي المقتصد، بعبارة أخرى بمقابل المحتوى المائي الإجمالي في سطح تسخين الماص الطاقي المقتصد، تم اختياره هنا بشكل مفيد من أجل توسيع

العنصر (دي تي 1)، وتم اختيار نصف زمن إنتاجية ناقل التدفق خلال سطح تسخين الماص الطاقي المقتصد بشكل مفيد من أجل استمرارية الزمن. في تجسيد مفيد بشكل خاص، يمكن تكييف استمرارية الزمن هنا بما يتوافق مع حالة الحمل الحالية لمولد البخار المستمر التدفق المسخن شمسياً، حيث أنه تتطلب الحقيقة بأقصى سرعة أن تؤخذ بعين الاعتبار أنه، عندما يكون هناك حمل منخفض على مولد البخار المستمر التدفق المسخن شمسياً، يتزايد بالمقابل زمن إنتاجية ناقل التدفق خلال سطح تسخين الماص الطاقي المسخن مسبقاً.

الآن، إذا، على سبيل المثال، سقط تزويد الحرارة لسطح تسخين الماص الطاقي المقتصد عندما يكون هناك تغيراً في الحمل، يتم تخزين ناقل التدفق بشكل مؤقت هناك. ومع إرسال مستمر للتدفق من مضخة ماء التغذية، فإن التدفق الكتلي عند مخرج سطح تسخين الماص الطاقي المقتصد هذا أو عند مدخل سطح تسخين الماص الطاقي المبخر الموصول مع التيار قد يسقط بالتالي. ويفضل أن يتزايد إرسال التدفق من مضخة ماء التغذية بشكل مؤقت لأغراض تعويضية وذلك بواسطة إشارة التصحيح، المعينة عبر العنصر (دي تي 1)، من أجل قيمة الضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية، بحيث يمكن المحافظة على التدفق الكتلي لماء التغذية بشكل مستمر عملياً عند مدخل سطح تسخين الماص الطاقي المبخر الموصول مع التيار، وبالتالي ونتيجة لذلك يكون المحتوى الحراري عند مخرجه.

يمكن لإنتاجية المبخر المحددة بواسطة الإنشاء التنبؤي لقيمة الضبط لماء التغذية (إذا لزم الأمر) أن يتم تصحيحها في دورات تحكم ذات درجة عليا بحيث يمكن الحصول على قيم الضبط المطلوبة عند مخرج سطح التسخين بشكل دائم.

فيما يتعلق بمولد البخار المستمر التدفق المسخن شمسياً، يتم تحقيق الهدف المصرح عنه بنظام تحكم تدفق ماء التغذية المرتبط بجهاز لضبط التدفق الكتلي لماء التغذية كونه مصمماً لتحديد قيمة الضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية باستخدام الطريقة الموصوفة. إن مولد البخار الحراري التشغيل شمسياً هنا، وفقاً لتجسيد مفيد على وجه الخصوص، يتحد مع سطح تسخين الماص الطاقي العائد له في منشأة طاقة برج شمسي ويمكن تطبيق السقوط الشمسي المركز عليه مباشرة من أجل توليد البخار.

تشتمل المزايا التي تم الحصول عليها بالاختراع على وجه الخصوص على إمكانية تصحيح قيمة الضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية، المعين كجزء من نظام التحكم بالتدفق الكتلي التنبؤي، وذلك بالأخذ بعين الاعتبار الاستنتاج فيما يتعلق بزمن المحتوى الحراري، درجة الحرارة، أو كثافة ناقل التدفق عند مدخل واحد أو أكثر من سطوح التسخين لمولد البخار المستمر التدفق، الذي فيه بالإمكان الأخذ بحسبان ملائم، في جملة أمور، عمليات التخزين واسترجاع الطاقة الحرارية لمادة الأنبوب وكذلك عمليات التخزين والاسترجاع في سطوح التسخين من ناحية ناقل السائل أو التدفق. عندما تحدث تغيرات في الحمل أو عمليات عابرة أخرى التي تحتاج فيها عمليات التخزين والاسترجاع هذه لأن تؤخذ بالحسبان، فإنه بالتالي من الممكن تعيين قيمة ضبط عالية الجودة على وجه الخصوص للتدفق الكتلي لماء التغذية الذي يلبي الاحتياجات.

يتم توضيح تجسيدات نموذجية للاختراع أكثر تفصيلاً في الأشكال من 1 إلى 6، والتي فيها:

الشكل 1 يظهر منشأة طاقة برج شمسي،

الشكل 2 يظهر مولد بخار حراري التشغيل شمسياً،

الشكل 3 يظهر رسماً تخطيطياً لمولد بخار مسخن شمسياً بنظام تحكم تدفق ماء تغذية مرافق،

الشكل 4 يظهر رسماً تخطيطياً لنظام تحكم بتدفق ماء التغذية لمولد بخار مسخن شمسياً في تطور إضافي لعملية حالة غير مستقرة بتعيين تنبؤي لقيمة ضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية،

الشكل 5 يظهر رسماً تخطيطياً لنظام تحكم بتدفق ماء التغذية بتعيين تنبؤي لقيمة الضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية لكل سطح تسخين ماص طاقي على حدة،

الشكل 6 يظهر رسماً تخطيطياً لنظام تحكم بتدفق ماء التغذية أمثل بتعيين تنبؤي لقيمة الضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية.

الشكل 1 يظهر منشأة طاقة برج شمسي 129. تحتوي منشأة طاقة البرج الشمسي 129 على برج شمسي 143 عند النهاية العليا بشكل عمودي التي منها يتم ترتيب مستقبل 133. يحتوي المستقبل 133 على ماص طاقي 134، على سبيل المثال بشكل ماص طاقي ذي حزمة أنبوبية 135 (انظر الشكل 2). يتم وضع صف هيليوستاتات 141 بعدد من الهيليوستاتات 131 على الأرض، حول البرج الشمسي 143. يتم تصميم صف الهيليوستاتات 141 بهيليوستاتات 131 ليركز في بؤرة الإشعاع الشمسي المباشر (آي إس). يتم ترتيب الهيليوستاتات المستقلة 131 هنا وتوجيهها بطريقة بحيث أن الإشعاع الشمسي المباشر (آي إس) من الشمس يتم تركيزها في بؤرة على المستقبل 133 بشكل إشعاع شمسي مركز (آي سي). في منشأة طاقة البرج الشمسي 129، يتم إذاً تركيز الإشعاع من الشمس عند قمة البرج الشمسي 143 بواسطة صف من المرايا التي تتعقب الشمس بشكل مستقل، الهيليوستاتات 131. يتم وضع ماص طاقي على قمة البرج، على سبيل المثال الماص الطاقي ذي الحزمة الأنبوبية 135، الذي ينقل الحرارة الممتصة عبر الإشعاع الحراري إلى ناقل نقل الحرارة، مثل الماء، عبر التوصيل الحراري والحمل الحراري.

يظهر مولد البخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً 1 في الشكل 2، مصمم بشكل مفيد كماص طاقي ذي حزمة أنبوبية 135 تتحد مع المستقبل 133 لمنشأة طاقة البرج الشمسي 129 في الشكل 1. يضرب الإشعاع الشمسي المركز آي سي بطريقة مركزة بؤرياً تعداداً من أنابيب نقل الحرارة، المسماة أنابيب مولد البخار 140. تتصل أنابيب مولد البخار 140 بشكل ديناميكي حراري بموزع 137 على جانب المدخل عند مدخل سطح التسخين 138. تتصل أنابيب مولد البخار 140 عند مخرج سطح التسخين 139 برأس 136. عندما يشتغل مولد البخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً 1، يتم تسخين أنابيب مولد البخار 140 بواسطة الإشعاع الشمسي المركز آي سي، حيث تزود أنابيب مولد البخار 140 الحرارة إلى ناقل تدفق، مثل الماء. يتم هنا تسخين ناقل التدفق بشكل مسبق مباشرة، وتبخيره، وتسخينه بشكل زائد اختيارياً في أنابيب مولد البخار 140 بواسطة الإشعاع الشمسي المركز آي سي. يترك ناقل التدفق المتبخر أو المسخن بشكل زائد اختيارياً مخرج سطح التسخين 139 كبخار الخدمة وقد، بعد تسخين زائد أكثر في

سطح تسخين (لا يظهر في الشكل)، يستخدم في محطة منشأة طاقة تقليدية (لا تظهر بشكل مفصل أكثر) من أجل إزالة الضغط في عنفة بخارية. عند مدخل سطح التسخين 138، يدخل ناقل تدفق بارد، وبالأخص ماء بارد، الموزع 137 ويتم توزيعه على أنابيب مولد البخار المتعددة 140. عندما يشتغل مولد البخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً، فمن الأهمية بمكان على وجه الخصوص، اعتماداً على كمية الحرارة السائدة المزودة من قبل الإشعاع الشمسي الأولي، يتم جعل التدفق الكتلي لماء التغذية المطلوب بدقة خلال سطح تسخين الماص الطاقي، والماص الطاقي ذي الحزمة الأنبوبية 135 على التوالي، متوافراً بشكل دائم من أجل ضمان حالة السائل المطلوبة أو المرغوب بها عند مخرج الماص الطاقي، وعلى مخرج سطح التسخين 139 على التوالي، حتى أثناء عمليات الحالة غير المستقرة، وبالأخص عندما يمر السحاب فوق صف الهيليوستاتات 141. يمكن لمزيج الماء/البخار المتاح عند مخرج سطح التسخين 139، بما يتوافق مع التسخين الزائد، أن يتم تسليمه كبخار حي في درجة حرارة بخار حي إلى العنفة البخارية (لا تظهر بشكل أكثر تفصيلاً) من أجل توليد طاقة كهربائية.

يظهر رسماً تخطيطياً لمولد بخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً 1 من أجل عملية حالة مستقر سائدة في رسم تخطيطي في الشكل 3.

إن لمولد البخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً 1 وفقاً للشكل 3 ماص طاقي 5 من أجل ماء التغذية الذي يتم تأمينه كناقل تدفق. تتصل مضخة ماء تغذية 3 بعكس التيار من الماص الطاقي 5 على جانب ناقل التدفق، وتتصل عنفة بخار (لا تظهر بشكل أكثر تفصيلاً) باتجاه المجرى. إن للماص الطاقي 5 سطح تسخين ماص طاقي (لا يظهر بشكل مفصل هنا) الذي يمكن إليه تطبيق الإشعاع الحراري الشمسي، بحيث يتم إدخال الحرارة بواسطة تشعع سطح تسخين الماص الطاقي.

تم تصميم مولد البخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً 1 ليتم تزويده بماء تغذية بطريقة متحكم بها. ولهذا الغرض، يتم توصيل صمام خنق 22 مشغل بواسطة محرك مؤازر 20 باتجاه المجرى من مضخة ماء التغذية 3 بحيث أن كمية ماء التغذية المسلمة بواسطة مضخة ماء التغذية 3 إلى الماص الطاقي 5، أو التدفق الكتلي لماء التغذية، يمكن ضبطها بواسطة تشغيل ملائم لصمام الخنق 22. من أجل تعيين قيمة مميزة حالية من أجل التدفق الكتلي لماء التغذية المزود، يتم توصيل جهاز قياس 24، من أجل تعيين التدفق الكتلي لماء التغذية (إم) خلال خط ماء التغذية، بعكس التيار من صمام الخنق 22. يتم تشغيل المحرك المؤازر 20 بعنصر تحكم 28 الذي إليه يتم تطبيق، على جانب المدخل، قيمة ضبط (إم إس) من أجل التدفق الكتلي لماء التغذية (إم)، المزود عبر خط بيانات 30، وقيمة التشغيل الحالية للتدفق الكتلي لماء التغذية (إم)، المعين بجهاز قياس 24. ومن خلال طرح هاتين الإشارتين من بعضهما، يتم وصل مطلب التحكم بالموجه 28، بحيث أنه، في حالة الانحراف ما بين قيم الضبط والفعلية، بما يتوافق مع تحكم صمام الخنق 22 يتم تفعليه بواسطة تشغيل المحرك 20.

من أجل تعيين قيمة الضبط (إم إس) من أجل التدفق الكتلي لماء التغذية (إم)، يتم توصيل خط البيانات 30 على جانب المدخل إلى نظام تحكم بتدفق ماء التغذية 32 المصمم لتحديد قيمة الضبط

(إم إس) للتدفق الكتلي لماء التغذية (إم). تم تصميم نظام التحكم بماء التغذية هذا 32 لتعيين قيمة الضبط (إم إس) من أجل التدفق الكتلي لماء التغذية (إم) باستخدام توازن تدفق الحرارة في الماص الطاقي 5، قيمة الضبط (إم إس) من أجل التدفق الكتلي لماء التغذية (إم) كونه محدداً باستخدام النسبة من تدفق الحرارة المنقول حالياً إلى داخل الماص الطاقي 5 باستخدام الإشعاع الشمسي المركز لناقل التدفق، من جهة، وزيادة المعايرة في المحتوى الحراري لناقل التدفق في الماص الطاقي 5، المحدد بالنسبة لحالة البخار الحي المطلوب، من جهة أخرى. إن استخدام هذا المفهوم لتأمين قيمة ضبط للتدفق الكتلي لماء التغذية (إم) المنطلق من توازن حرارة حتى لمولد بخار مستمر التدفق مسخن شمسياً 1 مصمم كجدار أنبوب ماص طاقي من أجل تبخر مباشر في منشأة طاقة برج شمسي، يتم تحقيقه في تجسيد نموذجي بالأخص بواسطة تدفق الحرارة المنقول إلى ناقل التدفق بواسطة الإشعاع الشمسي المركز ويفضل كونه محدداً بواسطة قيمة مميزة ممثلة بشكل خاص الحالة الحالية أو على الأخص بشكل مفيد قيمة قياس تم الكشف حالياً.

إن لنظام التحكم بتدفق ماء التغذية 32 أيضاً عنصر تقسيم 34. يتم تزويد عنصر التقسيم 34 بقيمة مميزة من أجل تدفق الحرارة المنقول حالياً في الماص الطاقي 5 كصورة كسر (بسط). يتم تزويد القيمة المميزة هذه إلى عنصر التقسيم 34 بواسطة وحدة وظيفية 130. ولهذا الغرض، تستقبل الوحدة الوظيفية 130 البيانات عن الطاقة الحرارية (كيو) المدخلة إلى الماص الطاقي من وحدة التقييم 128. لا يظهر في الشكل اتصالاً من وحدة التقييم 128 إلى أجهزة القياس المرتبطة بكل هيليوستات على حدة في الصف الشمسي بمزيد من التفاصيل هنا. تم الكشف عن كثافة الإشعاع الشمسي وتم قياسه بواسطة أجهزة القياس وتحويله في وحدة التقييم 128 إلى طاقة حرارية (كيو) منقولة إلى الماص الطاقي باستخدام طريقة حساب مناسبة. بالإضافة إلى ذلك، يحدث مزيد من التأخير في القيمة المميزة في الوحدة الوظيفية 130، نظراً للتوصيل الحراري ذي الحالة غير المستقرة في جدار أنبوب الماص الطاقي. يمكن أن يتم هذا التأخير باستخدام وسائل تحكم، على سبيل المثال عنصر (بي تي 3).

لتوفير مخرج الكسر (المقام)، بعبارة أخرى القيمة المميزة لزيادة المعايرة المطلوبة في المحتوى الحراري من ناحية ناقل التدفق أو البخار/الماء، يتم توصيل عنصر التقسيم 34 من ناحية المدخل إلى عنصر طرح 70.

يتم تطبيق قيمة مميزة، مزودة بعنصر وظيفي 72، من أجل قيمة الضبط المطلوبة للمحتوى الحراري لناقل التدفق عند مخرج الماص الطاقي، إلى عنصر الطرح 70 من ناحية المدخل. يتم تعيين القيمة المميزة هذه في الوحدة الوظيفية 72 من درجة حرارة البخار الحي المطلوبة (قيمة الضبط لدرجة حرارة البخار الحي) والضغط المقاس عند مخرج الماص الطاقي 5. يتم تزويد بيانات الضغط عند مخرج الماص الطاقي 5 إلى الوحدة الوظيفية 72 بواسطة جهاز استشعار ضغط 47. علاوة على ذلك، إن قيمة مميزة أو قيمة فعلية، مزودة بواسطة وحدة وظيفية 74، من أجل المحتوى الحراري الحالي لناقل التدفق عند مدخل الماص الطاقي، التي يتم طرحها في عنصر الطرح 70 من القيمة المميزة المذكورة من أجل قيمة الضبط للمحتوى الحراري عند مخرج الماص الطاقي 5، يتم تطبيقها إلى عنصر الطرح 70 من ناحية المدخل. من ناحية الدخل،

يتم توصيل الوحدة الوظيفية 74 إذاً إلى جهاز استشعار الضغط 46 وإلى جهاز استشعار درجة الحرارة 76 من أجل تشكيل القيمة المميزة المذكورة بغرض المحتوى الحراري الفعلي عند مدخل الماص الطاقي.

يتم إذاً تعيين الزيادة المطلوبة في المحتوى الحراري لناقل التدفق في الماص الطاقي 5، اعتماداً على حالة البخار الحي المطلوبة، بواسطة الطرح في عنصر الطرح 70 ويمكن استخدامها كمقام في عنصر التقسيم 34 الذي يحسب إشارة التدفق الكتلي المطلوبة.

يظهر الشكل 4 مولد البخار المستمر التدفق المسخن شمسياً 1 الموضح في الرسم التخطيطي في الشكل 3، بمزيد من التطوير الأمثل من أجل عملية حالة غير مستقرة.

في عملية حالة غير مستقرة، تحتاج آليات فيزيائية إضافية لأن يتم أخذها بعين الاعتبار، تعمل بشكل مؤقت على التدفق خلال سطح تسخين الماص الطاقي 5، وبالتالي تسبب انحرافات في المحتوى الحراري عند مخرج سطح التسخين 139 من قيمة الضبط المحددة. إذا تغير ضغط النظام أثناء عمليات الحالة الغير مستقرة وبالتالي تغيرت بشكل متزامن درجة حرارة التشبع للسائل في سطح تسخين الماص الطاقي، فإن درجة حرارة المادة لأنابيب مولد البخار للماص الطاقي 5 تتغير أيضاً. وكنتيجة لذلك، يتم تخزين الطاقة الحرارية في أو استرجاعها من جدران الأنابيب. مقارنة مع امتصاص الحرارة الإجمالي المنشأ من الكثافة المقاسة للإشعاع الشمسي، اعتماداً على اتجاه التغير في ضغط أكثر حرارة (انخفاض في الضغط) أو أقل حرارة (زيادة في الضغط) هو متاح بشكل مؤقت من أجل الزيادة المطلوبة في المحتوى الحراري لناقل التدفق في سطح تسخين الماص الطاقي 5. عندما يكون هناك قيمة ضبط محددة للمحتوى الحراري عند مخرج سطح التسخين 139، لذا فمن الضروري أن نأخذ هذا التأثير الذي لا يستهان به بالاعتبار في مفهوم التحكم من أجل حساب التدفق الكتلي لماء التغذية الضروري بشكل مسبق. وبما أنه لم يعد هناك حاجة لتحديد درجة حرارة التشبع المعتمدة على الضغط للأنظمة فوق الحرجة، فإنه يمكن حساب قيمة درجة حرارة مميزة بطريقة مماثلة باستخدام وظيفة معتمدة على الضغط لدرجة حرارة السائل (على سبيل المثال، متعدد الحدود) بحيث أن آثار التخزين والاسترجاع لأنابيب سطح التسخين للماص الطاقي 5 يمكن تعيينها أيضاً للأنظمة فوق الحرجة.

من أجل أن نأخذ بعين الاعتبار تأثير التغيرات في درجة حرارة المادة للماص الطاقي 5 على الحرارة المدخلة إلى ناقل التدفق، وفقاً للقيمة المميزة للاختراع، المزودة بوحدة وظيفية 130، من أجل تدفق الحرارة المنقول حالياً خارجياً إلى الماص الطاقي 5 بواسطة الإشعاع الشمسي المركز، فإنه يتم تسليمه أولاً إلى عنصر الطرح 71 الذي يطرح من البيانات المزودة قيمة تصحيح (كي تي) التي تمثل التغيرات في درجة حرارة المادة للماص الطاقي 5. يمكن تعيين قيمة التصحيح هذه (كي تي) هنا إما للأنظمة دون الحرجة من درجة حرارة التشبع لناقل التدفق أو للأنظمة فوق الحرجة بمساعدة قيمة درجة الحرارة المميزة المعينة بواسطة ضغط ناقل التدفق عند مخرج الماص الطاقي.

بالإضافة إلى ذلك، يتصل عنصر الطرح 71 بجهاز القياس 25 عبر عنصر التفاضل ذي الدرجة الأولى 122. يحسب جهاز القياس 25 درجة حرارة التشبع أو قيمة درجة الحرارة المميزة لناقل التدفق من بيانات الضغط عند مخرج الماص الطاقي 5. يتم نقل درجة حرارة التشبع المحسوبة أو قيمة درجة الحرارة المميزة إلى عنصر التفاضل 122. وبانتقاء زمن ثابت مناسب لعنصر التفاضل هذا 122، فإن السلوك فيما يتعلق بالزمن لآثار التخزين الموصوفة يمكن محاكاته نسبياً بدقة بحيث أن هذا الأثر الإضافي، انطلاقاً من عمليات الحالة الغير مستقرة، لتخزين واسترجاع الحرارة في الكتل المعدنية، يمكن حسابه مباشرة. ويفترض هنا كتقريب بأنه، عندما يتم تعديل ضغط النظام، فإن التغير فيما يتعلق بالزمن لكل من درجة حرارة ناقل التدفق ودرجة حرارة جدار الأنبوب يكون متطابقاً. إذا تم ضرب مخرج عنصر التفاضل 122 بالكتلة لكل أنابيب المبخر والقدرة الحرارية المحددة لمادة المبخر، فإن كميات الحرارة المخزنة والمسترجعة في أو من جدار الأنبوب يمكن أن تقاس بقيمة التصحيح (كي تي)، وبالتالي يمكن تعويض التغيرات في درجة حرارة المادة للماص الطاقي بواسطة تلاعب منتقى لقيمة الضبط (إم إس) للتدفق الكتلي لماء التغذية. من أجل زيادة تحسين جودة التحكم لنظام التحكم بالتدفق الكتلي التنبؤي لمولد البخار المستمر التدفق المسخن شمسياً 1، فإنه يشترط بالإضافة إلى ذلك أن يتم أخذ قيمة التصحيح (كي إف) بعين الاعتبار عند إحداث قيمة ضبط (إم إس) للتدفق الكتلي لماء التغذية (إم). يكفل التحكم في التدفق الكتلي لماء التغذية (إم) التعويض عن التغيرات في كثافة السائل في سطح تسخين الماص الطاقي 5 من أجل عملية الحالة الغير المستقرة بواسطة قيمة التصحيح (كي إف) التي يمكن تعيينها، على سبيل المثال، بمساعدة التبريد الفائق لماء التغذية عند مدخل الماص الطاقي 5.

تغطى قيمة التصحيح (كي إف) على إشارة الدخل لعنصر التقسيم 34 بعنصر إضافة 106. يتم تعيين قيمة التصحيح (كي إف) في عنصر تفاضل درجة أولى إضافي 126 المتصل باتجاه المجرى من وحدة وظيفية 110، لها صلة بجهاز استشعار الضغط 46 وجهاز استشعار درجة الحرارة 76. في هذا المثال، تنشئ الوحدة الوظيفية 110 أولاً من بيانات الضغط ودرجة الحرارة المقاسين التبريد الفائق لماء التغذية عند مدخل الماص الطاقي 5، الذي يستخدم كإشارة دخل لعنصر التفاضل (عنصر دي تي 1) 126 الموصول باتجاه المجرى. عندما يتم انتقاء توسيع مناسب وزمن ثابت مناسب من أجل عنصر التفاضل هذا 126، فإن قيمة التصحيح (كي إف) المتولدة عن ذلك يمكن أن تعوض بشكل فعال عمليات التخزين والاسترجاع التي تحدث في الماص الطاقي 5 من ناحية ناقل التدفق الناتج عن التغيرات في الكثافة.

في ملحق الشكل 4، يظهر الشكل 5 سطوح التسخين للماص الحراري المستقلة 5. في اتجاه تدفق السائل، يتم ترتيب سطح تسخين مسخن مسبقاً (مقتصد) 2، وسطح تسخين مبخر 4، وسطح تسخين فائق التسخين 8.

على النقيض من الشكل 4، يحتاج تدفق الحرارة في الشكل 5 المنقول حالياً إلى ناقل التدفق أن يتم تحديده لكل سطح تسخين ماص طاقي مستقل 2، 4، 8. ولأجل هذا الغرض، فإن الموصول باتجاه المجرى من الوحدة الوظيفية 130 هو عنصر إضافة 92، يستقبل بيانات الطاقة الحرارية

(كيو) المدخلة إلى سطح تسخين الماص الطاقي المتتالية 2، 4، و8 من وحدات التقييم 128 أ، 128 بي، و128 سي.

لا تظهر بالتفصيل هنا اتصالات وحدات التقييم 128 أ، 128 بي، و128 سي بأجهزة القياس المرتبطة لكل هيليوستات على حدة في الصف الشمسي.

بالإضافة إلى ذلك، يتم تقييم درجات الحرارة لجدران الأنابيب لسطوح تسخين الماص الطاقي المتتالية 2، 4، و8 بشكل مستقل في هذا المثال الواقعي من أجل تقدير الطاقة الحرارية المخزنة والمسترجعة في كل أنابيب مولد البخار المستمر التدفق. ومن أجل هذا الغرض، فإن منبع عنصر الطرح 71 الموصول هو عنصر إضافة 93 الذي يضيف القيم من ثلاثة عناصر تفاضل 122 أ، 122 بي، و122 سي. يتصل عنصر التفاضل 122 أ هنا بجهاز قياس 25 أ، وعنصر التفاضل 122 بي بجهاز قياس 25 بي، وعنصر التفاضل 122 سي بجهاز قياس 25 سي. لا تظهر في الشكل اتصالات أجهزة القياس 25 أ، 25 بي، و25 سي إلى أجهزة استشعار درجة الحرارة على سطوح تسخين الماص الطاقي المتتالية 2، 4، و8.

على النقيض من الشكل 4، تتصل الوحدة الوظيفية 110 من ناحية الدخل عبر خط اتصال إلى جهاز استشعار الضغط 46 أ وجهاز استشعار درجة الحرارة 76 أ يتم ترتيبهما ما بين سطح التسخين المسخن مسبقاً 2 وسطح تسخين المبخر 4.

وكبديل للشكل 5، يظهر الشكل 6 مزيداً من التحسين للنظام 32 من أجل تعيين قيمة الضبط بشكل تنبؤي للتدفق الكتلي لماء التغذية من أجل عملية الحالة غير المستقرة. وبما أن آثار التخزين والاسترجاع من ناحية ناقل التدفق تحدث في عملية الحالة غير المستقرة في سطح التسخين المسخن مسبقاً 2 أيضاً إلا أنها لا تؤخذ بعين الاعتبار من قبل الدائرة في الشكل 5، إنها تحتاج لأن يتم تعويضها بمركب آخر لإشارة التصحيح (كي إف). ومن أجل عمل ذلك، في المثال في الشكل 6 يتم قياس الضغط ودرجة الحرارة عند مدخل ومخرج سطح تسخين الماص الطاقي المسخن سابقاً 2 ويتم تحويلها إلى كثافة سائل متوافقة في الوحدة الوظيفية 108 أ و108 بي على التوالي. في الوحدة الوظيفية 109 المتصل باتجاه المجرى، يتم تنفيذ متوسطاً مناسباً للكثافتين المستقلتين كلتيهما من الزجلتين الوظيفيتين 108 أ و108 بي. هذا يعني أنه يتم استخدام الكثافة كإشارة دخل لعنصر التفاضل ذي الدرجة الأولى اللاحق 142. هنا أيضاً فإن توسيعاً مناسباً (يفضل حجم الماء كاملاً لسطح التسخين المسخن مسبقاً 2) وزمناً مستمراً (يفضل نصف زمن الإنتاجية لناقل التدفق خلال سطح التسخين المسخن مسبقاً) يحتاجان لأن يتم انتقاؤهما من أجل الحساب الصحيح بشكل مسبق لإشارة التصحيح الإضافية. تتم إضافة الإشارة من عنصر التفاضل 142 في عنصر إضافة آخر 113 إلى إشارة الخرج لعنصر التفاضل (عنصر دي تي 1) 126 قبل أن يتم تطبيقه في عنصر الإضافة 106 إلى التدفق الكتلي لماء التغذية المحسوب بواسطة عنصر التقسيم 34 كالتدفق الكتلي المصحح كلياً (كي إف).

بفضل الطريقة وفقاً للاختراع ومولد البخار المستمر التدفق المسخن شمسياً 1، اعتماداً على كمية الحرارة السائدة المزودة بواسطة الإشعاع الشمسي، فإن التدفق الكتلي لماء التغذية المطلوب بدقة

خلال سطح تسخين الماص الطاقي 134 يتم جعله دائماً متاحاً من أجل ضمان حالة السائل المرغوب فيها / المطلوبة عند مخرج الماص الطاقي (درجة حرارة البخار الحي) حتى أثناء عمليات الحالة غير المستقرة، وعلى الأخص عندما يمر السحاب فوق الصف الشمسي. من حيث المفهوم يتم الأخذ بعين الاعتبار الآليات الفيزيائية المتوافقة، يمكن ضمان هذه الحالة عند المخرج بأصغر مجال ممكن من التقلب دون أجهزة حقن إضافية. إذا تم التزويد بمبرد حقن نهائي من أجل تحسين جودة التحكم بدرجة حرارة البخار الحي، يمكن أن يجمع ذلك بسهولة مع نظام التحكم بماء التغذية الموصوف. في هذه الحالة، يمكن لدرجة الحرارة قبل مبرد الحقن، على سبيل المثال، أن يتم ضبطها بواسطة تصميم التحكم بماء التغذية، ويضمن مبرد الحقن النهائي درجة حرارة نهائية لبخار حي حر التقلب فعلياً (مفيد للعنفة) بسبب خاصياته التحكمية السريعة جداً. وسيكون من المتصور أيضاً أنه، عندما يتم الأخذ بعين الاعتبار قيمة الضبط من أجل درجة حرارة البخار الحي، فإن الإنتاجية المحددة بواسطة النظام من أجل تعيين تنبؤي لقيمة الضبط لماء التغذية يتم تخفيضها بشكل طفيف (على سبيل المثال، بـ 5-10%). في هذه الظروف، ستكون درجة الحرارة النهائية للبخار الحي مرتفعة جداً. هنا أيضاً يضمن مبرد الحقن النهائي درجة الحرارة النهائية للبخار الحي المطلوبة. وقد يكون من المتصور أيضاً استخدام إضافي لمبرد حقن متوسط (وذلك اعتماداً على تصميم سطوح التسخين ومن وجهة النظر التقنية للمواد، قد يكون حقن متوسط ضرورياً). ونظراً لحقيقة أنه يتم التزويد بكمية قليلة جداً من ماء التغذية مع تقييم عاملي للإنتاجية (عامل أقل قليلاً من 1) بالنسبة إلى درجة الحرارة النهائية للبخار الحي، فإنه يمكن الحفاظ على مبرد (أو مبرّدات) الحقن في منطقتها التحكمية بشكل مستقل عن نظام التحكم بالحقن. يمكن للمتحكم الصحيح لنظام التحكم بماء التغذية أن يضمن في هذه الحالة أن الكمية المحقونة تتحدد دائماً عند مستوى قيمة الضبط المطلوبة بشكل مستقل عن عدم الدقة في قياس امتصاص الحرارة الإجمالي. وثمة ميزة أخرى لهذا المفهوم الكلي (مع أو دون جهاز حقن) هو أن تطبيقاً جزئياً ممكناً. ولأسباب تصميمية، إذا احتاجت أقسام سطوح التسخين المختلفة المفصولة عن بعضها البعض لأن يتم تزويدها في بعض الظروف بأنظمة تسخين مختلفة، فإنه يمكن تطبيق نظام التحكم بماء التغذية بشكل مستقل لكل قسم مستقل على حدة. في ظل هذه الظروف، فإنه يمكن لمعدل التدفق خلال قسم واحد أن ينحرف بشكل واضح عن معدل التدفق لقسم آخر. وبفضل التطبيق الجزئي، من ناحية ثانية، فإنه يمكن إحداث نمط عملية لا يكون مضراً بالمادة ومؤات من حيث الفعالية التقنية.

ادعاءات براءة الاختراع

1. طريقة لتشغيل مولد بخار مستمر التدفق مسخن شمسياً (1) له عدد من سطوح التسخين (2، 4)، فيه قيمة ضبط (إم إس) من أجل التدفق الكتلي لماء التغذية (إم)، حيث أنه عندما يتم إحداث التدفق الكتلي لماء التغذية (إم)، فإنه يتم أخذ قيمة تصحيح (كي إف) بعين الاعتبار التي تكون مميزة من أجل الاستنتاج فيما يتعلق بزمن المحتوى الحراري، درجة الحرارة، أو كثافة ناقل تدفق مسخن شمسياً عند مدخل واحد أو أكثر من سطوح التسخين (2، 4)، حيث لقيمة التصحيح، يتم تحديد قيمة الضبط (إم إس) للتدفق الكتلي لماء التغذية (إم) باستخدام النسبة من التدفق الكتلي المنقول حالياً إلى داخل سطحي التسخين (2، 4) بواسطة تزويد الحرارة إلى ناقل التدفق، من جهة، وزيادة معايرة في المحتوى الحراري لناقل التدفق في سطحي التسخين (2، 4)، محدد فيما يتعلق بحالة البخار الحي المطلوبة، من جهة أخرى، حيث يتم تعيين تدفق الحرارة المنقول إلى ناقل التدفق بواسطة تزويد الحرارة بقيمة تدفق حرارة مميزة ممثلة للحالة الحالية.

2. إن الطريقة كما تم ادعائها في الادعاء 1، حيث يتم ضبط قيمة التصحيح (كي إف) باستخدام مجموع القيم المميزة من أجل الاستنتاج فيما يتعلق بزمن كثافة ناقل التدفق، من جهة، عند الدخل و، من جهة أخرى، عند مخرج سطح التسخين (2، 4).

3. إن الطريقة كما تم ادعائها في الادعاء 2، وفيها يتم تقييم الاستنتاج فيما يتعلق بزمن كثافة ناقل التدفق في سطح تسخين مسخن مسبقاً (2).

4. إن الطريقة كما تم ادعائها بحسب أحد الادعاءات من 1 إلى 3، وفيها يتم تعيين الاستنتاج فيما يتعلق بالزمن في كل حالة على حدة باستخدام عنصر تفاضل (142، 126).

5. إن الطريقة كما تم ادعائها في الادعاء 4، وفيها يتم تطبيق عامل توسيع مقابل للحجم الإجمالي لناقل التدفق في سطح التسخين المسخن مسبقاً (2) إلى عنصر تفاضل (142) مرتبط بسطح تسخين مسخن مسبقاً (2).

6. إن الطريقة كما تم ادعائها في الادعاء 4 أو 5، وفيها إن زمناً مستمراً مقابلاً لنصف إنتاجية الزمن تقريباً لناقل التدفق خلال سطح التسخين المسخن مسبقاً (2) يتم تطبيقه إلى عنصر تفاضل (142) مرتبط بسطح تسخين مسخن مسبقاً (2).

7. إن الطريقة كما تم ادعائها في الادعاءات 1 إلى 6، وفيها يتم الأخذ بعين الاعتبار قيمة قياس حالية في كل حالة على حدة على أنها قيمة مميزة لتدفق الحرارة.

8. إن الطريقة كما تم ادعائها في أحد الادعاءات السابقة، وفيها يتم الأخذ بعين الاعتبار الطاقة الحرارية بقيمة تصحيح إضافية (كي تي) ويتم تخزينها واسترجاعها في كتلة سطحي التسخين (2، 4) بتغيير في الضغط في ناقل التدفق، الطاقة الحرارية المخزنة أو المسترجعة كونها مقاسة من إنتاج الاستنتاج فيما يتعلق بزمن درجة حرارة التشبع أو

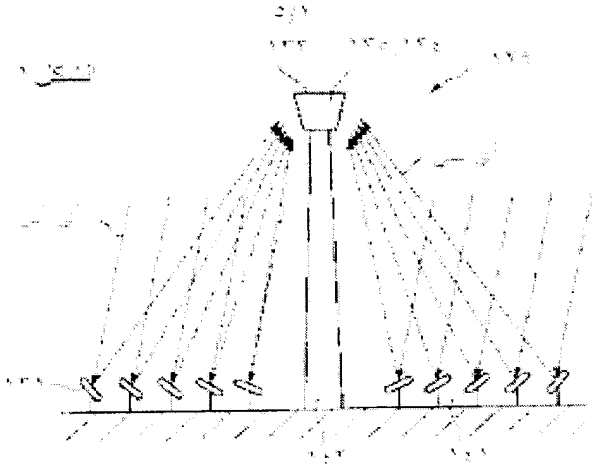
درجة حرارة السائل لناقل التدفق المعينة باستخدام الضغط، كتلة سطحي التسخين (2، 4)، والقدرة الحرارية المحددة لمادة سطحي التسخين (2، 4).

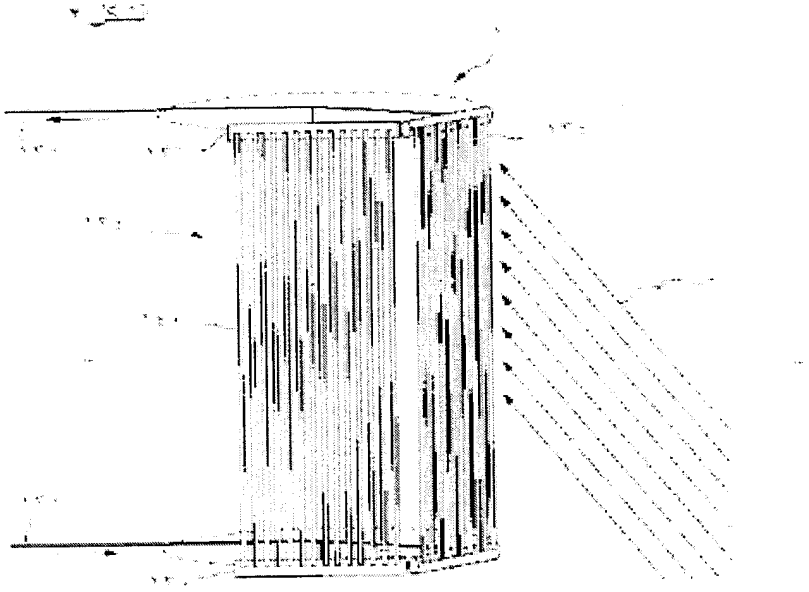
9. إن الطريقة كما تم ادعائها في أحد الادعاءات السابقة، تم تنفيذها في منشأة طاقة برج شمسي، حيث يتم تسخين ماء التغذية كناقل تدفق، وتبخيرها وتسخينها بشكل فائق بشكل اختياري في سطح تسخين الماص الطاقي (5) بالتزويد المباشر لحرارة شمسية.

10. مولد بخار مستمر التدفق حراري التشغيل شمسياً (1) له عدد من سطوح التسخين (2، 4) وجهاز لضبط التدفق الكتلي لماء التغذية (إم) الذي تتم إدارته باستخدام قيمة ضبط (إم إس) للتدفق الكتلي لماء التغذية (إم)، نظام تحكم بتدفق ماء التغذية مرافق (32) كونه مصمماً لتحديد قيمة الضبط (إم إس) باستخدام الطريقة كما تم ادعائها في أحد الادعاءات من 1 إلى 9.

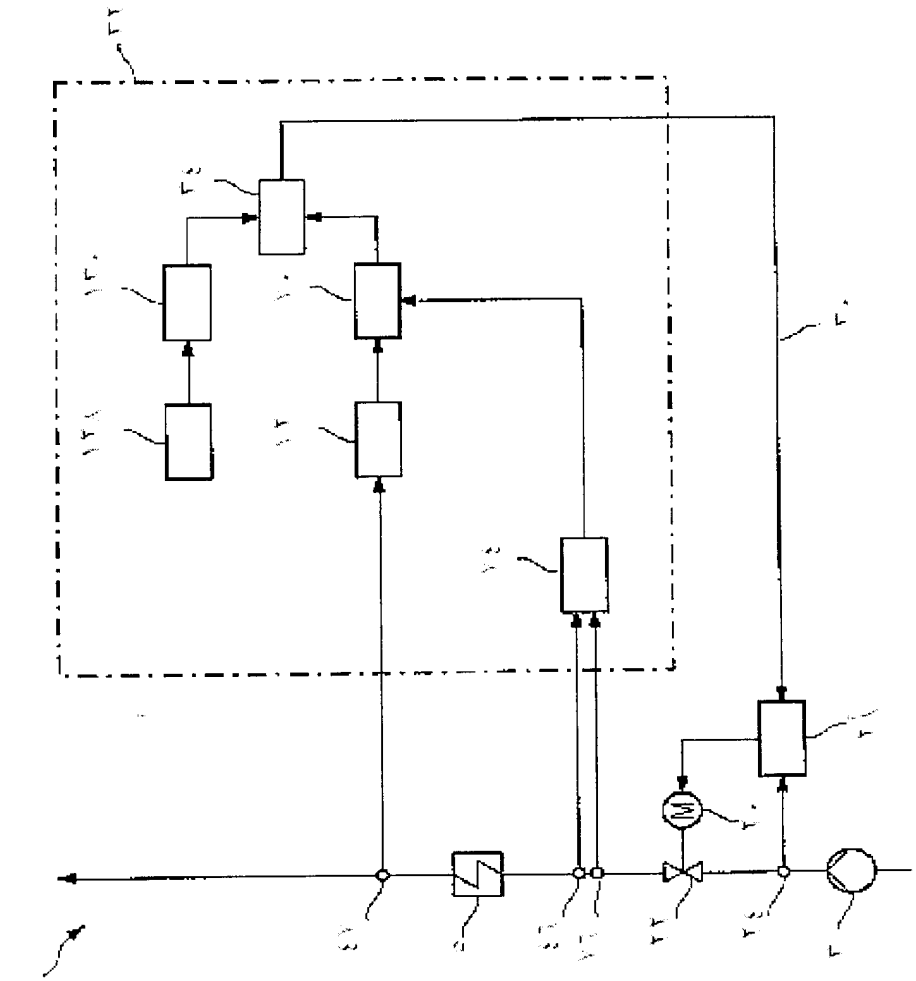
11. منشأة طاقة برج شمسي مع صف شمسي ومولد بخار مدمج مستمر التدفق الحراري التشغيل شمسياً (1) كما تم ادعائه في الادعاء 10.

200910615

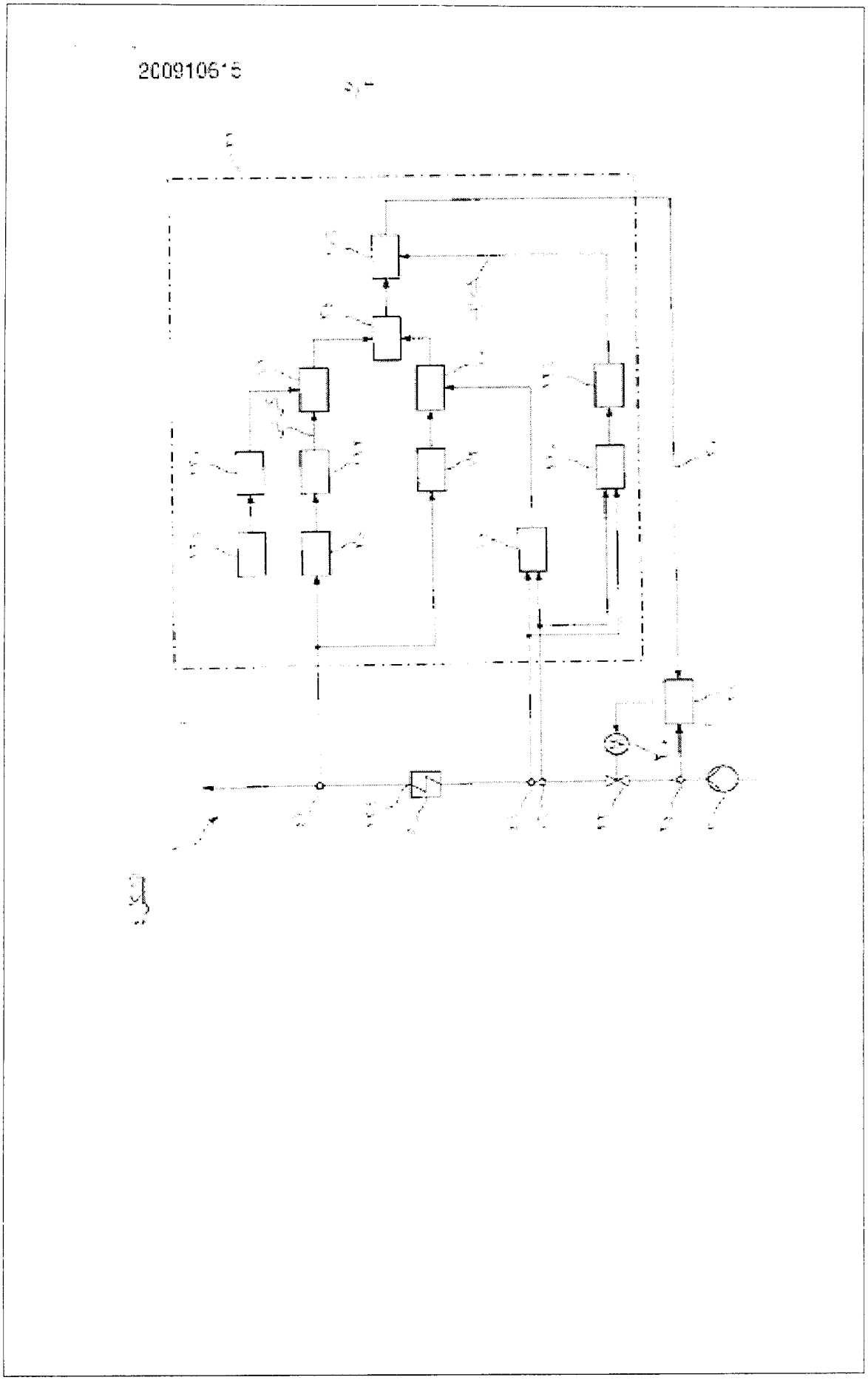


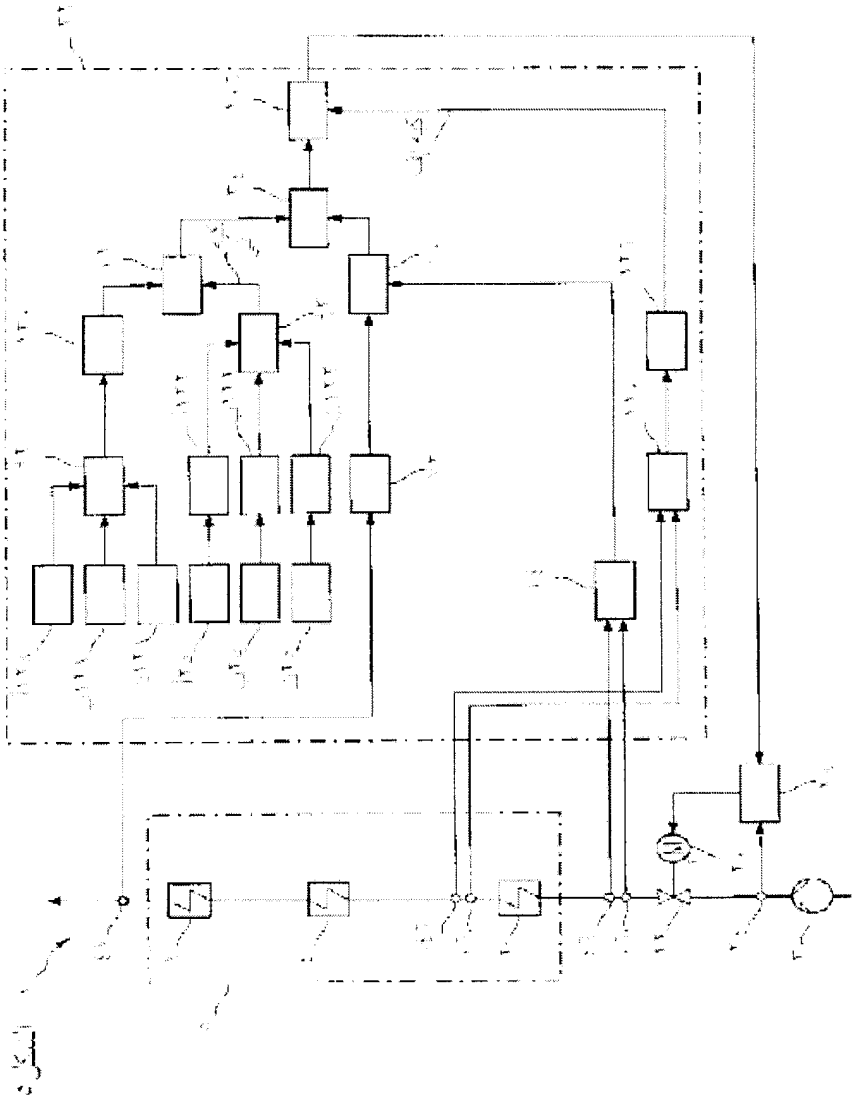


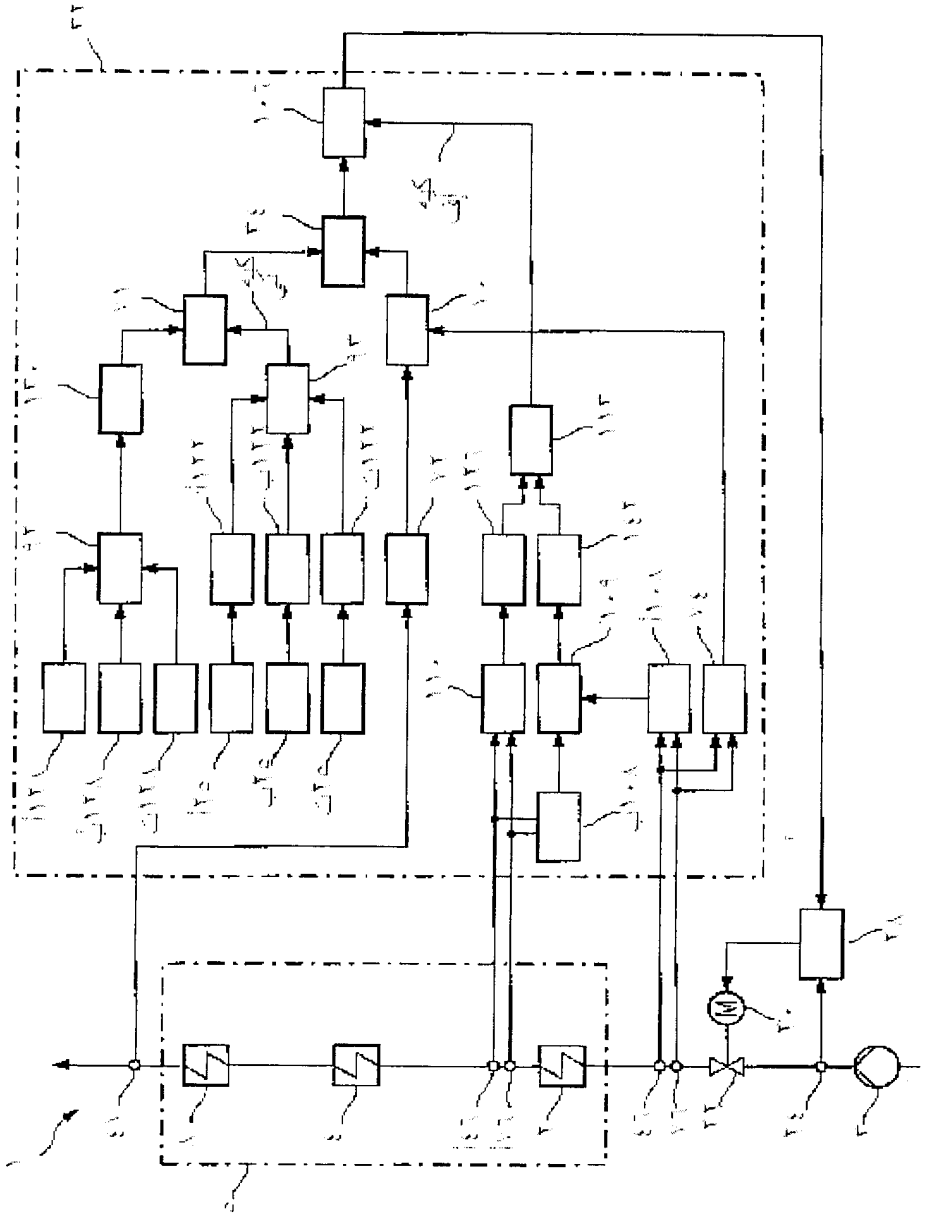
200910615



الشكل ٣


20091015





الشكل ١