



(12) Patentskrift

(10) SE 534 727 C2

(21) Patentansökningsnummer: 1050070-0
 (45) Patent meddelat: 2011-11-29
 (41) Ansökan allmänt tillgänglig: 2010-07-27
 (22) Patentansökan inkom: 2010-01-22
 (24) Löpdag: 2010-01-22
 (83) Deposition av mikroorganism: ---
 (30) Prioritetsuppgifter: 2009-01-26 FI 20095066

(51) Internationell klass:
F01K 9/00 (2006.01)
B01D 53/00 (2006.01)

(73) Patenthavare: Metso Power Oy, P.O. Box 109, 33101 Tampere FI

(72) Uppfinnare: Mika Muinonen, Mikkeli FI
 Seppo Tuominiemi, Pirkkala FI
 Ismo Hirvonen, Tampere FI
 Markku Koukkari, Kauhajärvi FI
 Ilkka Järvinen, Kauhava FI
 Pentti Nisula, Kauhava FI

(74) Ombud: Valea AB, Teknikringen 10, 583 30 Linköping SE

(54) Benämning: Förfarande vid ett kraftverk och kraftverk

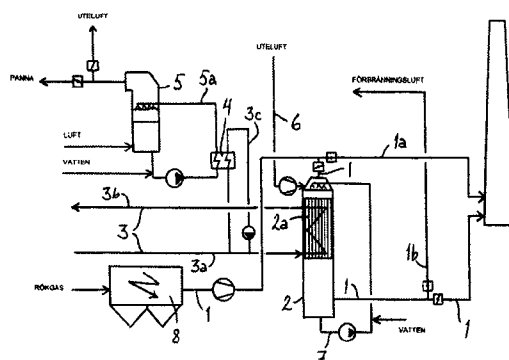
(56) Anförda publikationer: Naturvårdsverket, Förbränningsanläggningar för energiproduktion inklusive rökgaskondensering 2 utg. mars 2005, ISBN 91-620-8196-9

(47) Sammandrag:

I ett kraftverk produceras elektricitet och värme så att genom förbränning av ett bränsle i en panna produceras tryckånga som innehåller energi, med vilken produceras elektricitet i en turbin och värme genom att överföra ångans värme till cirkulationsvattnet i en värmeväxlare. Rökgaserna som har bildats vid förbränning av bränsle kondenseras i en kondensor (2), och värme som har uppstått härvid återvinns. Kondensorn (2) används

a) under en huvuduppvärmningsperiod för uppvärmning av cirkulationsvattnet (3) genom att leda rökgaserna genom kondensorn (2), och

b) utanför huvuduppvärmningsperioden för avkylning av cirkulationsvattnet (3) genom att leda luft genom samma kondensor (2) och genom att leda rökgaserna förbi kondensorn (2), varvid cirkulationsvattnet (3) som har kylts ned i kondensorn används för kondensation av ångan som kommer från turbinen.



(57) Sammandrag

- I ett kraftverk produceras elektricitet och värme så att genom förbränning av ett bränsle i en panna produceras tryckånga som innehåller energi, med vilken produceras elektricitet i en turbin och värme genom att överföra ångans värme till cirkulationsvattnet i en
- 5 värmeväxlare. Rökgaserna som har bildats vid förbränning av bränsle kondenseras i en kondensor (2), och värme som har uppstått härvid återvinns. Kondensorn (2) används
- 10 a) under en huvuduppvärmningsperiod för uppvärmning av cirkulationsvattnet (3) genom att leda rökgaserna genom kondensorn (2), och
- b) utanför huvuduppvärmningsperioden för avkylning av cirkulationsvattnet (3) genom att leda luft genom samma kondensor (2) och genom att leda rökgaserna förbi kondensorn (2), varvid cirkulationsvattnet (3) som har kylts ned i kondensorn används för kondensation av ångan som kommer från turbinen.

Fig. 1

Förfarande vid ett kraftverk och kraftverk

Uppfinningens område

- 5 Uppfinningen avser ett förfarande vid ett kraftverk, i vilket man producerar elektricitet och värme, enligt ingressen till det bifogade patentkravet 1. Vidare avser uppfinningen ett kraftverk som producerar elektricitet och värme, ett s.k. kraftvärmeverk av typen angiven i ingressen till det bifogade patentkravet 6.

10

Uppfinningens bakgrund

- För el- och värmeproduktion används mottryckskraftverk, vid vilka av en förbränningspanna alstrad ånga med högt tryck leds först in i en
15 turbin för att producera elektricitet. I ett andra steg avger ångan som har gått genom turbinen värme i en kondensor, vars kylvatten leds t.ex. till ett fjärrvärmenät. Vattnet som har bildats av den kondenserade ångan matas tillbaka till pannan för att bilda ånga. I sådana kraftvärmeverk kan man effektivt utnyttja energin som har bildats vid
20 pannans förbränningsprocess till el- och värmeproduktionen, vilket förbättrar totalverkningsgraden.

- I kraftvärmeverkets panna uppstår som förbränningsresultat rökgaser som innehåller en betydande mängd värmeenergi, vars återvinning
25 ökar även förbränningsverkets verkningsgrad. Vanligtvis förvärms både pannans matningsvatten (economiser) och förbränningsluft och möjligtvis även fjärrvärmevattnet med kraftverkspannans rökgaser.

- Även om det uppnås en bra totalverkningsgrad med
30 mottryckskraftverk, ligger problemet främst i belastningsvariation på grund av uppvärmningsbehovets årstidsvariation. Å andra sidan finns det efterfrågan på elektricitet oberoende av årstiden. Under de varma årstiderna är temperaturen av värmevattenkretsens returvatten för hög för att användas som kylvatten vid kondensation av ångan som
35 kommer från turbinen. Det är känt att en separat hjälpkondensor används vid ångkondensation, i vilken hjälpkondensor överflödig värme

överförs till vatten eller till luft. På sätt och vis är hjälpkondensorn en artificiell värmekonsument som ersätter fjärrvärmevattnets kyleffekt under de varma årstiderna, och på detta sätt kan kraftverkspannan drivas med större belastningar för att producera elektricitet.

- 5 Hjälpkondensorn är dock sin egen investering som används bara delvis under uppvärmningsperioden.

Kort beskrivning av uppfinningen

- 10 Syftet med den ifrågavarande uppfinningen är att presentera en ny lösning för att kontrollera årstidsvariationer hos kraftvärmeverkets värmebelastning så att man klarar sig med mindre anordningsinvesteringar.

- 15 För att uppnå detta syfte är det uppfinningsenliga förfarandet huvudsakligen kännetecknat av det som anges i den kännetecknande delen av det självständiga patentkravet 1.

- 20 Det uppfinningsenliga kraftverket är i sin tur huvudsakligen kännetecknat av det som anges i den kännetecknande delen av det självständiga patentkravet 6.

I de andra, osjälvständiga patentkraven anges några förmånliga utföringsformer av uppfinningen.

- 25 Uppfinningen baserar sig på idén att en kondensor för kraftverkspannans rökgaser används alternativt för att uppvärma cirkulationsvattnet eller för att kyla cirkulationsvattnet beroende på årstidens uppvärmningsbehov. I förstnämnda fall leds pannans
30 rökgaser genom kondensorn, i vilken värme överförs från rökgaserna till cirkulationsvattnet. I sistnämnda fall går rökgaserna förbi kondensorn, genom vilken luft som avkyler cirkulationsvattnet leds. Cirkulationsvattnet strömmar i en s.k. värmevattenkrets som är avsedd för uppvärmning av föremål utanför kraftverket genom att överföra
35 värme från cirkulationsvattnet till inre utrymmen som hålls varma. Typiskt är cirkulationsvattnet s.k. fjärrvärmevatten, dvs. kraftverkets

värmevattenkrets hör till fjärrvärmenätet, med vars vatten man uppvärmer flera hus.

Den största delen av energin som rökgaserna innehåller är s.k. latent
5 värme, dvs. energin i vattenången som har bildats som
förbränningsprodukt. Särskilt vid fuktiga bränslen, såsom bibränslen
eller avfallskomponenter innehållande bränslen, är andelen av latent
värme betydande. Denna energi kan återvinnas i rökgaskondensorn, i
vilken vattenången kondenserar och avger värmeenergi. Med hjälp av
10 rökgaskondensorer överförs värme på detta sätt från rökgaserna både
till fjärrvärmevattnet och till pannans förbränningsluft.

Användning av en rökgaskondensor skildras bl.a. i den finska
patentskriften 82767 som motsvaras av US-patentet 4,799,941, samt i
15 den finska patentansökan 20075013.

Rökgaskondensorn används under huvuduppvärmningsperioden,
varvid kondensorns värmeenergi tas till uppvärmning genom att
överföra kondensationsvärme till uppvärmningsvattnet. Utanför
20 huvuduppvärmningsperioden, dvs. på våren, på sommaren och på
hösten kan rökgaskondensorn vara ur bruk för tom. 4000 timmar per
år. Temperaturen av värmevattenkretsens returvatten tenderar att växa
för högt med tanke på elektricitetsproduktionen just under de varma
årstiderna, under vilka rökgaskondensorn inte används. När
25 rökgaserna leds förbi kondensorn och luft leds genom denna, kan
rökgaskondensorn användas som kylare. När värmevattenkretsens
returvatten avkyls med rökgaskondensorn kan man sänka returvattnets
returtemperatur, varvid elektricitetsproduktionen ökas. En separat
hjälpkondensor behövs inte, eftersom returvattnet avkyls med
30 rökgaskondensorn och avkylt returvatten kan användas för
kondensation av ången. Så här kan rökgaskondensorn användas
utanför sin egentliga användningsperiod på sätt och vis som
hjälpkondensor genom att koppla en strömning av ett kylande medium i
stället för rökgaserna genom kondensorn. Rökgaskondensorn används
35 årligt längre, vilket förkortar återbetalningstiden av
anordningsinvesteringen.

Rökgaskondensorn kan vara en blott kondensor, eller en skrubber med cirkulation för tvättlösning kan anordnas i samband med kondensorn.

Kort beskrivning av figurer

5

I det följande skall uppfinningen beskrivas närmare med hänvisning till bifogade ritningar, där

10 Fig 1 visar i schematisk vy en första utföringsform av förfarandet,

Fig 2 visar i schematisk vy en andra utföringsform av förfarandet,

15 Fig 3 visar schematisk vy en tredje utföringsform av förfarandet, och

Fig 4 visar i schematisk vy rökgaskondensorns läge i ett kraftverk.

20

I figurer 1-4 används motsvarande nummer för motsvarande delar, och dessa skall inte beskrivas separat senare, om det inte förutsatts för att göra saken tydligare.

25 Figur 1 visar det första sättet att använda rökgaskondensorn vid ett kraftverk för avkylning. Vanligtvis under uppvärmningsperioden strömmar rökgaserna som kommer från pannan längs en rökgaskanal 1 till en rökgaskondensor 2, varifrån de vidare leds till en skorsten. Rökgasernas normala bana, dvs. rökgaskanalens läge under
30 huvuduppvärmningsperioden, betecknas med referensnummer 1. Via kondensorn 2 är även förd en vattenkrets 3 som löper via en värmeväxlare 2a i kondensorn, i vilken värmeväxlare värmen som bildas vid rökgasernas kondensation överförs på ett indirekt värmeöverföringssätt till vattnet, dvs. mediet som avger värme och
35 mediet som mottar värme är skilda från varandra på olika sidor av väggar som begränsar mediernas strömningsvägar. Vattenkretsen 3 är

- en värmevattenkrets, med vilken man uppvärmer föremål utanför kraftverket. Vattenkretsens returvattenlinje relativt kondensorn betecknas med referensnummer 3a och linjen av vattnet som strömmar till uppvärmningen betecknas med referensnummer 3b. En del av
- 5 returvattenlinjen 3a löper i form av en slinga 3c via värmeväxlaren 4, i vilken värme överförs till avkylt cirkulationsvatten 5a av en befuktare 5 för pannans förbränningsluft. På detta sätt kan returvattnets temperatur sänkas redan före rökgaskondensorn.
- 10 Figur 1 visar en koppling vid rökgaskondensorn 2, vilken koppling används utanför huvuduppvärmningsperioden. I rökgaskanalen 1 har bildats en omväg förbi kondensorn, med vilken omväg rökgaserna leds förbi kondensorn direkt i skorstenen längs kanalen 1a som avgrenar sig från rökgaskanalen 1 som går till kondensorn. I den övre delen av
- 15 kondensorn 2 är förd en luftkanal 6, genom vilken luft som tagits utifrån blåses genom kondensorn. Rökgaskanalen 1 som går till kondensorns övre del är stängd på ett motsvarande sätt så att rökgaserna kan strömma förbi kondensorn till omvägslinjen 1a. Luft som har strömmat genom kondensorn uppifrån ner strömmar till rökgaskanalen 1 som
- 20 används under huvuduppvärmningsperioden, från vilken rökgaskanalen tas till förbränningsluft eller leds direkt ut längs en kanal 1b som avgrenar sig från rökgaskanalen 1 som går till skorstenen efter kondensorn 2.
- 25 Luft som strömmar genom kondensorn 2 avkyler vattenkretsens 3 vatten i värmeväxlaren 2a, varvid temperaturen av utloppsvattnet 3b är lägre än temperaturen av returvattnet 3a.
- Kondensorns 2 vattenkrets, i vilken vatten sprutas i luften som
- 30 strömmar genom kondensorn, betecknas i figur 1 med referensnummer 7. Vattenkretsen används alltid när kondensorn 2 används för rökgaskondensation. Vattenkretsen kan användas när kondensorn 2 används för avkylning av fjärrvärmevattnet. Härvid är värmeöverföringen effektivare, men tilläggskostnader uppstår genom
- 35 vattenkonsumtion. En föravskiljare, såsom ett elektrofilter, som

befinner sig i rökgaskanalen 1 före kondensorn betecknas med referensnummer 8.

5 En del av returvattnet leds via slingan 3c till en indirekt värmeväxlare 4, i vilken det avkyls effektivt med vattnet av förbränningsluftbefuktarens 5 vattenkrets 5a. Även förbränningsluftbefuktaren är ur bruk utanför huvuduppvärmningsperioden, och luft som tagits utifrån kan ledas genom denna, vilken luft avkyler i övre delen av befuktaren sprutat vattenkretsens 5a vatten och avlägsnas därefter. I normalfallet, när
10 kopplingen enligt figur 1 inte används för att kyla vattenkretsens 3 vatten och rökgaserna leds genom kondensorn 2, kan förbränningsluft tas in i befuktaren 5 från övre delen av kraftverkets pannhus, varvid förbränningsluftens temperatur är högre.

15 Redan en sänkning av några grader i temperaturen av vattenkretsens vatten hjälper med att höja elektricitetsproduktionen, eftersom ångkondensationen är effektivare. Inloppsvattnets 3a temperatur kan vara t.ex. 40-65 grader och utloppsvattnets temperatur 35-60 grader. Det med hjälp av rökgaskondensorn 2 och förbränningsluftbefuktaren 5
20 avkylda utloppsvattnet kan ledas genom kondensorn för ångan som kommer från turbinen, i vilken kondensor värme överförs igen till vattnet.

Figur 4 visar läget av de i figurer 1-3 visade rökgaskondensorerna 2 i
25 ett mottryckskraftverk. Kopplingarna är desamma i båda visade driftsätten både under huvuduppvärmningsperioden och utanför denna, med undantag av rökgasens förlopp, och båda driftsätten av rökgaskondensorn 2 har det gemensamt att med cirkulationsvattnet 3 som kommer via rökgaskondensorn 2 kondenseras i värmeväxlaren 10
30 ångan som kommer från turbinen T, i vilken värmeväxlare cirkulationsvattnets temperatur samtidigt stiger. Utloppsvattnet 3b från kondensorn 2 strömmar till värmeväxlaren 10 till kondensation av turbinens T returånga, vilken turbin driver en generator G i kraftverket. Efter värmeväxlaren strömmar vattnet till fjärrvärmenätet, vars
35 konsumtionsföremål betecknas med bokstav K. Schemat visar även förbränningspannan 11, en från pannan till turbinen T löpande

färskångkanal 12 samt en kanal 13 för avtappningsånga som utgår från turbinen T. En från turbinen via värmeväxlaren 10 kommande och till förbränningspannans matarvattenbehållare 15 förd kanal för ångan som skall kondenseras betecknas med referensnummer 14.

- 5 Uppfinningen är ändå inte begränsad enbart till kraftverk, i vilka just de beskrivna kopplingarna används.

Under huvuduppvärmningsperioden (på vintern) fungerar rökgaskondensorn 2 och förbränningsluftbefuktaren 5 normalt. Härvid
10 är det vid stora pannbelastningar ingen nackdel, om värmevattnet strömmar efter kondensorn i uppvärmt tillstånd till kondensationen av turbinångan. När man förlorar värme från värmevattenkretsens 3 vatten på det ovan beskrivna sättet under de varma årstiderna, kan man driva pannan med större belastningar och producera mer
15 elektricitet.

Figur 2 visar en utföringsform, i vilken processen beskrivs bara för rökgaskondensorns 2 del. Här en rökgasskrubber 9 är kopplad till kondensorn 2, vilken skrubber befinner sig nedanför kondensorn 2 i
20 samma behållare. Rökgaskanalen 1 kommer nedifrån till behållarens nedre del. Rökgaserna strömmar först uppåt genom skrubbern 9 mot tvättmedelsprutning och därefter strömmar de genom kondensorn, vilken befinner sig i övre delen, mot kondensorns vattenkretsens 7 sprutade vatten. När kondensorn används under
25 huvuduppvärmningsperioden, avger rökgaserna som strömmar genom kondensorn värme till vattencirkulationen 7 som för sin del avger värme enligt en indirekt värmeöverföringsprincip via värmeväxlaren 2a till vattenkretsen 3.

30 När kondensorn fungerar som rökgaskondensor, uppvärms cirkulationsvattnets 3 värmevatten med vatten av vattenkretsen 7, dvs. temperaturen av utloppsvattnet 3b är högre än temperaturen av returvattnet 3a. Utanför huvuduppvärmningsperioden leds rökgaserna förbi behållaren längs omvägskanalen 1a som avgrenar sig från
35 rökgaskanalen 1 före behållaren och förenar sig med rökgaskanalen 1 efter behållaren. Till behållarens nedre del är även kopplad en luftkanal

6, från vilken luft som har tagits utifrån blåses, vilken luft strömmar genom skrubbern 9 och kondensorn 2 och avkyler samtidigt kondensorns 2 cirkulationsvatten. Cirkulationsvattnet avkyler för i sin tur värmevattnet av vattenkretsen 3 i värmeväxlaren 2a, dvs. man
5 uppnår samma effekt - sänkning av utloppsvattnets 3b temperatur relativt returvattnet 3a – som i figur 1. Skrubberns 9 tvättmedelkrets används inte. Luft som har strömmat genom kondensorn 2 tas ut från rökgaskanalen (kanal 1b) före stället, i vilket omvägskanalen 1a förenar sig med rökgaskanalen 1. Denna luft som har värmts upp i kondensorn
10 kan ledas ut eller in i pannan som förbränningsluft.

Figur 3 visar en utföringsform, i vilken rökgaskondensorn 2 och rökgasskrubbern 9 är kopplade enligt figur 2. Speciellt med denna utföringsform är att förbränningsluftbefuktarens 5 vattenkrets 5a
15 kopplas till kondensorns vattenkrets 7. När kondensorn används under huvuduppvärmningsperioden för kondensation av rökgaser, leds vattnet som kommer från befuktaren 5 till kondensorn och detta sprutas i rökgaserna efter sprutningen av kondensorns cirkulationsvatten sett i rökgasernas strömningsriktning, dvs. högre upp i kondensorn 2. Från
20 kondensorns vattenkrets utgår efter värmeväxlaren 2a en returlinje till befuktaren 5. När luft leds genom kondensorn 2, leds det svala vattnet som kommer från befuktaren nu förbi kondensorn 2 direkt in i kondensorns 2 vattenkrets 7 före värmeväxlaren, varvid det för sin del intensifierar i värmeväxlaren 2a avkylningen av värmevattnet som
25 strömmar i vattenkretsen 3.

I kraftverkets panna bränns något fast bränsle, t.ex. biobränslen eller avfallskomponenter innehållande bränslen som producerar fuktiga rökgaser som innehåller rikligt med latent värme.

Patentkrav:

1. Förfarande vid ett kraftverk, i vilket man producerar elektricitet och värme så att man producerar tryckånga genom att förbränna bränsle i en panna, varvid med hjälp av ångans energi produceras elektricitet i en turbin (T) och värme genom att överföra ångans värme till cirkulationsvatten i en vattenkrets (3) i en värmeväxlare (10), varvid rökgaserna som bildas vid förbränning av bränslet kondenseras i en kondensor (2) och den härvid bildade värmen återvinns, **kännetecknat** av, att kondensorn (2) används

(a) under en huvuduppvärmningsperiod för uppvärmning av cirkulationsvattnet i värmeväxlarens vattenkrets (3) genom att leda rökgaserna genom kondensorn (2), och

(b) utanför huvuduppvärmningsperioden för avkylning av cirkulationsvattnet i värmeväxlarens vattenkrets (3) genom att leda luft genom samma kondensor (2) och genom att leda rökgaserna förbi kondensorn (2), varvid cirkulationsvattnet i värmeväxlarens vattenkrets (3) som har avkylts i kondensorn används för kondensation av ångan som kommer från turbinen (T).

2. Förfarande enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av, att samtidigt med kondensorn (2) även en förbränningsluftbefuktare (5) används för avkylning av samma cirkulationsvatten i värmeväxlarens vattenkrets (3).

Deleted: n

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** av, att cirkulationsvattnet i värmeväxlarens vattenkrets (3) avkyls i kondensorn (2) i en indirekt värmeöverföringskontakt med luft som har letts genom kondensorn.

4. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, **kännetecknat** av, att cirkulationsvattnet i värmeväxlarens vattenkrets (3) avkyls i en indirekt värmeöverföringskontakt med cirkulationsvattnet i en vattenkrets (7) som kommer från kondensorn (2), vilket vatten har stått i kondensorn (2) i en direkt värmeöverföringskontakt med luft som har letts genom kondensorn.

5. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, **kännetecknat** av, att cirkulationsvattnet i värmväxlarens vattenkrets (3) är värmvatten som används för uppvärmning av föremål (K) utanför kraftverket.

6. Kraftverk som omfattar en panna (11) som är anordnad att förbränna bränsle och att producera tryckånga, varvid kraftverket är ett kraftvärmeverk som omfattar en turbin (T) till vilken en ångkanal som kommer från pannan är förd för att producera elektricitet med hjälp av ångan, samt i ångans strömriktning efter turbinen en värmväxlare (10), via vilken är förd en vattenkrets (3) för att kondensera ångan och för att överföra värme från ångan till vattnet i värmväxlarens vattenkrets (3), varvid kraftverket ytterligare omfattar en kondensor (2), via vilken är förd en rökgaskanal (1) från pannan och som står i värmeöverföringskontakt med vattnet i värmväxlarens vattenkrets (3), **kännetecknat** av, att från rökgaskanalen (1) utgår före kondensorn (2) en omvägskanal (1a) för att leda rökgaserna alternativt förbi kondensorn, och att en luftkanal (6, 1b) är kopplad till kondensorn för att leda luft genom kondensorn (2) i stället för rökgaserna.

Deleted: kondensor

Deleted: ens

Deleted: vatten

Deleted: ens

Deleted: vatten

7. Kraftverk enligt patentkrav 6, **kännetecknat** av, att värmväxlarens vattenkrets (3) är förd via en värmväxlare (2a) i kondensorn (2).

Deleted: en

8. Kraftverk enligt patentkrav 7, **kännetecknat** av, att cirkulationsvattnet i kondensorns vattenkrets (7) är fört via värmväxlaren (2a) i kondensorn (2), via vilken värmväxlarens vattenkrets (3) är förd.

Deleted: 6

Deleted: av kondensorn (2)

Deleted: d

Deleted: en

9. Kraftverk enligt något av de föregående patentkraven 6-8, **kännetecknat** av, att det ytterligare omfattar en förbränningsluftbefuktare (5), vars vattencirkulation (5a) står i en värmeöverföringskontakt med värmväxlarens vattenkrets (3).

Deleted: en

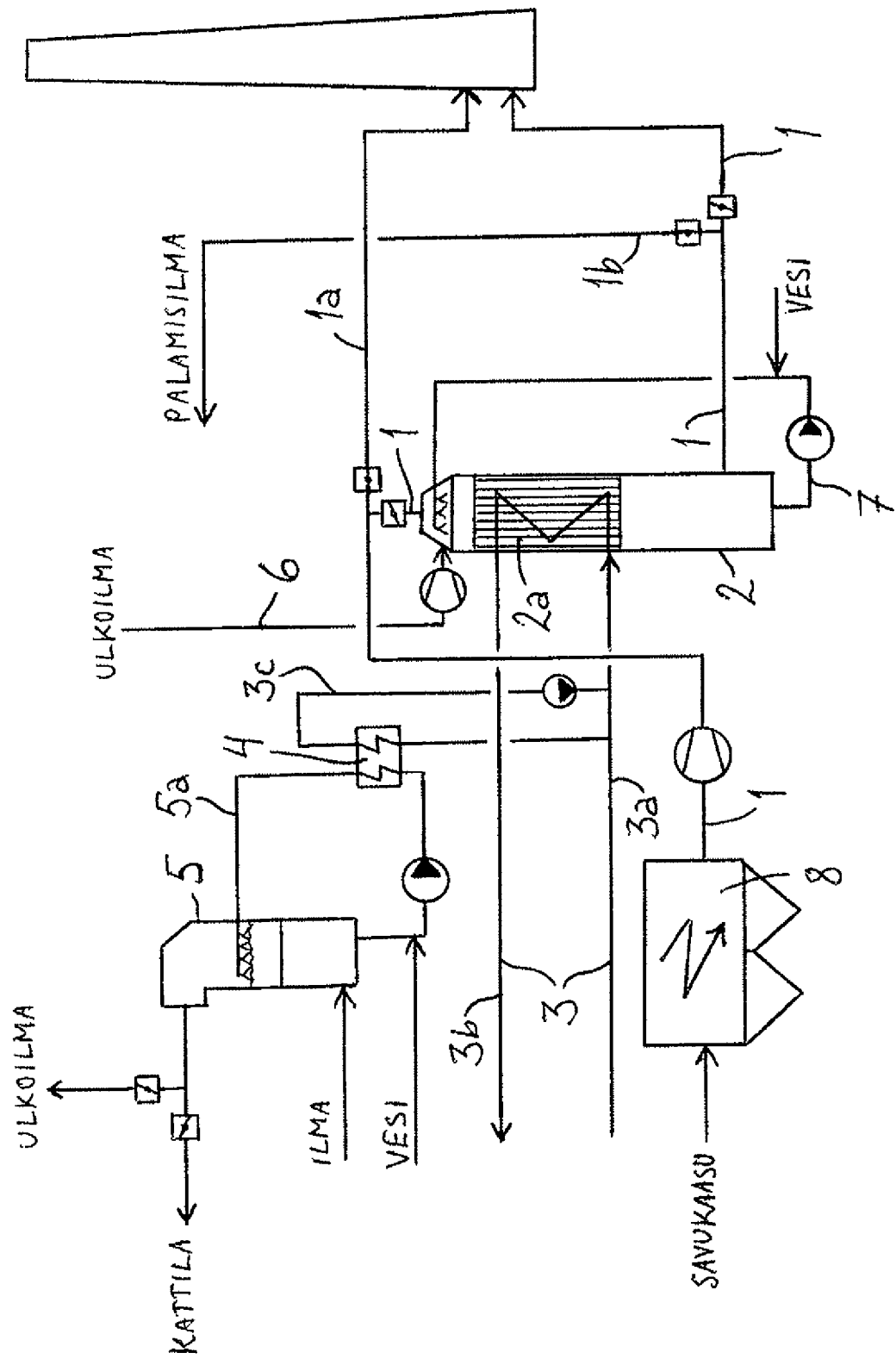


Fig. 1

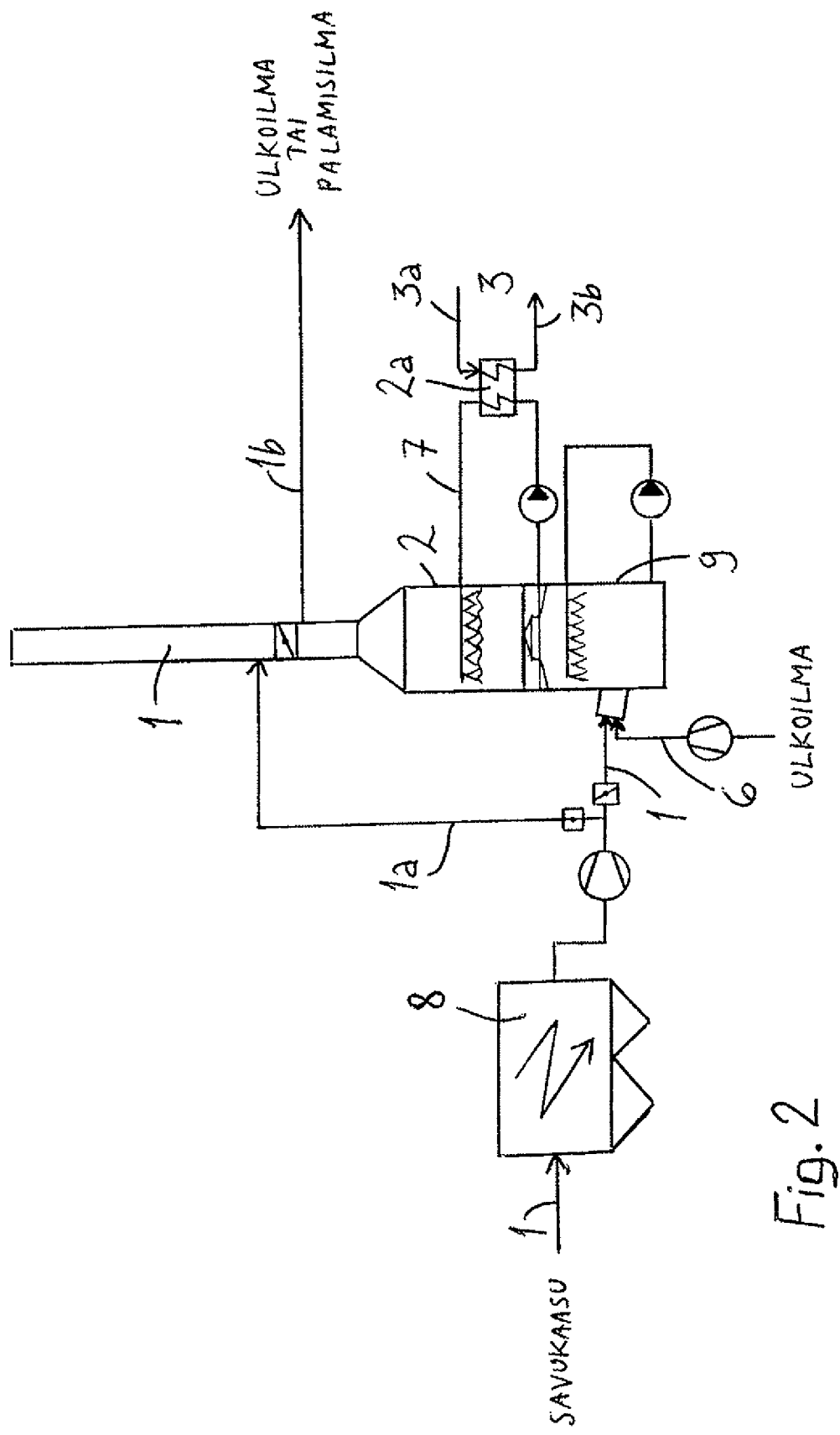


Fig. 2

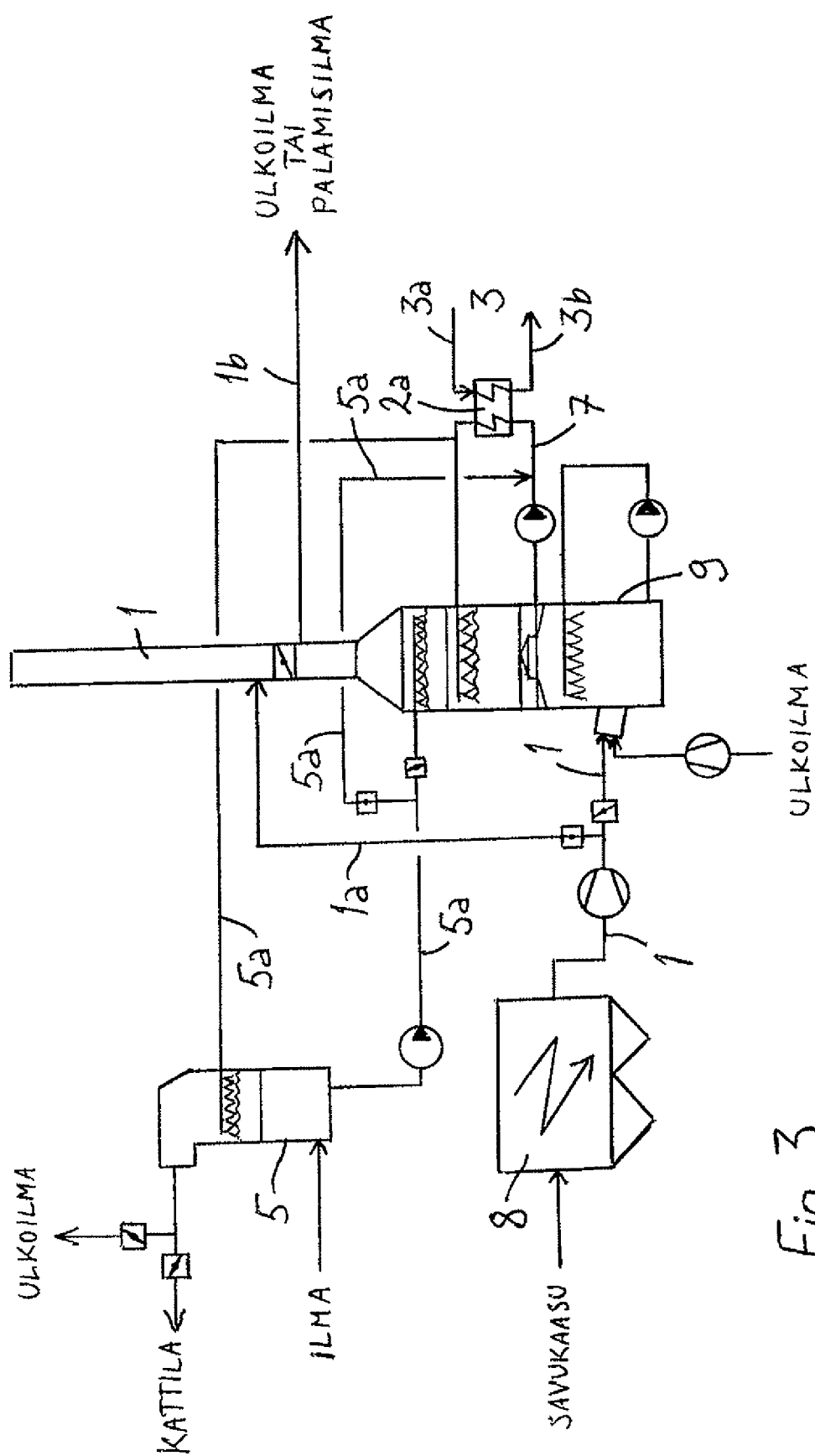


Fig. 3

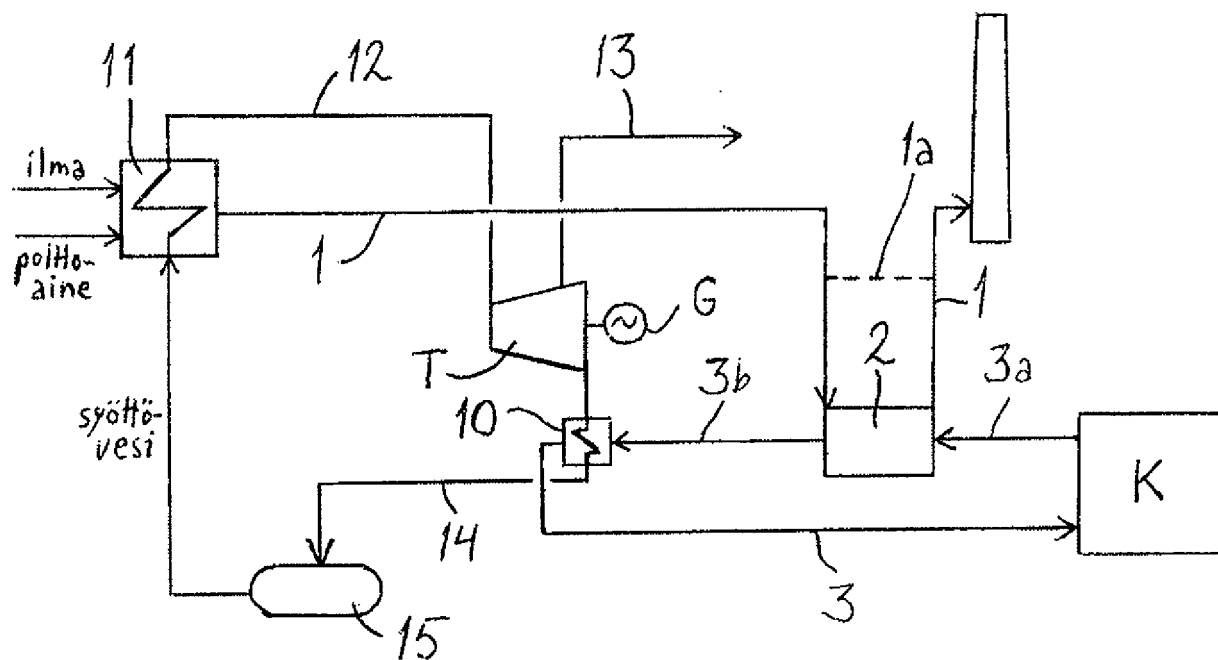


Fig. 4