



C (45) Patenti julkaisussa
Patentilaki 1098

(51) Kv.Ik.⁴/Int.Cl.⁴ F 02 C 3/30, 6/18

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21)	Patentihakemus – Patentansökning	864526
(22)	Hakemispäivä – Ansökningsdag	07.11.86
(23)	Alkupäivä – Giltighetsdag	07.11.86
(41)	Tullut julkiseksi – Blivit offentlig	
(44)	Nähtäväksipanon ja kuuljulkaisun pvm. – Ansökan utlagd och utl skriften publicerad	29.02.88
(86)	Kv. hakemus – Int. ansökan	
(32) (33) (31)	Pyydetty etuoikeus – Begärd prioritet	

- (71) A. Ahlström Osakeyhtiö, Noormarkku, FI; PL 18, 48601 Karhula, Suomi-Finland(FI)
- (72) Juhani Isaksson, Karhula, Suomi-Finland(FI)
- (54) Menetelmä lämmön talteenottamiseksi kaasuturbiiniprosessin yhteydessä -
Förfarande för tillvaratagande av värme i samband med en gasturbin-
process

(57) Tiivistelmä

Kaasuturbiiniprosessissa, jossa turbiiniin syötetään kuumaa, kosteaa kaasua, joka on saatu maakaasua polttamalla, jolloin höyryä ruiskutetaan polttolaitteeseen, kaasun suhteellinen kosteus allennetaan turbiinin jälkeen adiabaattisella absorptiolla absorptiionesteen avulla, jonka ainoa haihtuva aineosa on vesi. Absorptiossa lauhtuneen vesihöyryn lauhdutuslämpö siirretään suureksi osaksi kaasuun, jonka lämpötila tällöin nousee. Lämpö otetaan talteen sinänsä tunnetulla tavalla esim. kaukolämpönä käytettäväksi. Laimennettu absorptiioneste regeneroidaan esim. saattamalla se lämmönvaihtokosketukseen kaasun kanssa ennen absorptiovaihetta tapahtuvassa lämmöntalteenotossa.

(57) Sammandrag

I en gasturbinprocess, i vilken till turbinen matas en het fuktig gas, som erhållits genom att bränna jordgas, och varvid ånga insprutats i förbränningsanordningen, avfuktas gasen efter turbinen genom adiabatisk absorption medelst en absorptionslösning vars enda flyktiga komponent utgörs av vatten. Den vid absorptionen utkondenserade vattenångans kondensationsvärme överförs till övervägande del till gasen och ger en temperaturförhöjning hos denna. Värmet tillvaratas på i och för sig känt sätt t.ex. för att utnyttjas som fjärrvärme. Den utspädda absorptionslösningen regeneras t.ex. genom att bringa den i värmeöverföringskontakt med gasen i värmeåtervinningen före absorptionen.

Menetelmä lämmön talteenottamiseksi kaasuturbiiniprosessin yhteydessä -

Förfarande för tillvaratagande av värme i samband med en gasturbinprocess

Esillä oleva keksintö kohdistuu menetelmään lämmön talteenottamiseksi kaasuturbiiniprosessin yhteydessä, jossa turbiiniin syötetään kosteaa, kuumaa kaasua.

Sähköntuotannossa on alettu käyttää höyryruiskutettua kaasuturbiiniprosessia, koska tällöin voidaan pienentää NO_x -päästöjä ja samasta turbiinikoneistosta voidaan ottaa ulos suurempi teho.

Tämän prosessin polttoaineena on normaalisti maakaasu (=metaani). Ko. prosessia esitellään tarkemmin julkaisussa: Larson, E.D. & Williams, R. H., Steam-Injected Gas Turbines, Journal of Engineering for Gas Turbines and Power, Transactions of the ASME 86-GT-47. Tällainen prosessi, jossa poltetaan maakaasua ja johon lisäksi ruiskutetaan höyryä, johtaa erittäin kosteisiin savukaasuihin.

Normaalisti turbiinista poistuvien savukaasujen lämpötila on 350 - 700 °C. Tätä savukaasujen lämpöä käytetään yleisesti joko matalapainehöyryn tai kaukolämmön tuottamiseen. Kaukolämpösovellutuksissa perälämmöt vedetään hyvin alas, esim. lämpötilaan 80 - 70 °C, sillä maakaasupoltossa ei tule happokastepisteongelmaa.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksena on mahdollistaa suurempi lämpötehon talteenotto kuin mitä perinteisillä menetelmillä voidaan aikaansaada.

Tämä aikaansaadaan keksinnön mukaan siten, että turbiinista poistuvan kaasun suhteellinen kosteus alennetaan adiabaatti-

75401

sella absorptiolla absorptionesteen avulla, jonka ainoa haihtuva aineosa on vesi, jolloin absorptiossa lauhtuneen vesihöyryn lauhdutuslämpö suureksi osaksi siirtyy kaasuun, joka lämpö otetaan talteen sinänsä tunnetulla tavalla.

Keksinnön mukaisessa prosessissa käytetty menetelmä kosteuden poistamiseksi kaasusta adiabaattisella absorptiolla absorptionesteen avulla, jonka ainoa haihtuva ainesosa on vesi, kuten esim. natrium- ja/tai kaliumasetaatilla, on esitetty suomalaisessa patenttihakemuksessa 801074. Saattamalla kostea kaasu kosketukseen absorptionesteen kanssa, jonka höyrynpaine on pienempi kuin kaasun, voidaan kaasun vesisisältöä pienentää. Absorptioneste sen sijaan absorboi vettä kaasusta ja laimennuu. Laimennettu absorptioneste regeneroidaan prosessiin. Kaasuun johtuu energiamäärä, joka vastaa vesihöyryn lauhdutuslämpöä, mikä nostaa sen lämpötilaa.

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin viitaten oheiseen piirustukseen, jossa

kuvio 1 esittää keksinnön mukaista kaasuturbiiniprosessia kaaviollisesti ja

kuvio 2 esittää prosessiin sisältyvää absorptiolaitetta kaaviollisesti.

Kuviossa 1 esitetyssä järjestelmässä viitenumero 1 tarkoittaa ilmakompressoria, joka syöttää paineistettua ilmaa 2 polttolaitteeseen 3, johon myös syötetään polttoainetta 4, esim. maakaasua ja höyryä 5. Kostea ja kuuma, paineenalainen poltto-kaasu 6 johdetaan kaasuturbiiniin 7, joka pyörittää sähkögeneraattoria 8. Turbiinista alemmassa lämpötilassa ja paineessa poistuva kaasu 9 johdetaan ensimmäiseen lämmöntalteenottolaitteeseen 10, jossa kaasun lämpötila alenee esim. 650 °C:sta 80 °C:een. Lämmöntalteenottolaitteen jälkeen kaasu

virtaa adiabaattiseen absorbointilaitteeseen 11, jossa kaasusta poistetaan kosteutta ja sen lämpötila samalla nousee siihen siirtyvän vesihöyryn lauhdutuslämmön ansiosta. Tästä johtuen voidaan kaasusta absorptiolaitteen jälkeen vielä ottaa lämpöä talteen toisessa lämmöntalteenottolaitteessa 12. Ensimmäisessä lämmöntalteenottolaitteessa talteenotettu lämpöteho voidaan käyttää esim. absorptioliuoksen regeneroimiseen, ruiskutus-höyryn, kaukolämmön tai matalapainehöyryn tuottamiseen. Absorptioliuoksen väkevöinnin yhteydessä kehitettyä höyryä voidaan syöttää takaisin polttolaitteeseen 3. Toisessa lämmöntalteenottolaitteessa talteenotettu lämpöteho käytetään sopivimmin kaukolämmön tuottamiseen.

Kuviossa 2 esitetään keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettyä absorptiolaitetta 11 ja toista lämmöntalteenottolaitetta 12 tarkemmin.

Absorptiolaitteessa on esimerkkinä esitettyssä suoritusmuodossa kolme täytteellä varustettua absorptiovaihetta 13, 14 ja 15. Kuuma, väkevöity absorptioneste pumpataan viimeiseen vaiheeseen 15 johdon 16 kautta ja poistuu laimennettuna ensimmäisestä vaiheesta johdon 17 kautta. Laimennettu absorptioneste regeneroidaan sinänsä tunnetulla tavalla haihduttamalla uudelleen käyttöä varten, esimerkiksi saattamalla se epäsuoraan lämmönvaihtokosketukseen turbiinin poistokaasujen kanssa ennen absorptiovaihetta tapahtuvassa lämmöntalteenotossa. Kaasu syötetään laitteeseen tuloakon 18 kautta ja poistuu laitteesta sen toisessa päässä olevan poistoaukon 19 kautta. Kaasu joutuu ensin absorptiolaitteen läpi virratessaan kosketukseen laimeamman absorptionesteen kanssa absorptiovaiheessa 13 ja viimeiseksi väkevämmän absorptionesteen kanssa vaiheessa 15. Osa absorptiovaiheen läpi virranneesta absorptionesteestä, joka on absorboinut vettä ja näin ollen lisääntynyt kierrätetään takaisin samaan absorptiovaiheeseen ja osa virtaa seuraavaan. Kaasun absoluuttinen kosteus alenee sen virratessa laitten läpi. Kunkin absorptiovaiheen jälkeen otetaan lämpöä

talteen saattamalla kaasu kosketukseen absorptiolaitteeseen sovitettujen lämpöpintojen 12a, 12b ja 12c kanssa. Kaasun lämpötila nousee virratessaan absorptiovaiheen läpi, mutta laskee taas entiselle tasolle lämmöntalteenotosta johtuen ennen seuraavaa vaihetta.

Esimerkki

Esimerkki perustuu laskelmiin, joiden alkuarvoina on käytetty seuraavia arvoja:

Ilmavirta 2	= 157 kg/s
Höyryruiskutus 5	= 18,1 kg/s
Polttoainevirta 4	= 4,8 kg/s (metaania)
Savukaasulämpötila ennen lämmöntalteenottolaitetta 10	= 680 °C
Savukaasulämpötila lämmöntalteenottolaitteen 10 jälkeen	= 70 °C

Kaasuturbiini imee sisäänsä ilman kosteuden 3 g/kg ilmaa -> imetty kosteus on 470 g/s. ($T_{ulko} = 5\text{ °C}$; 60 % kosteus)

Palamisessa syntyy lisäksi kosteutta reaktion $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ mukaan:

$$2 \times 4,8 \text{ kg/s} \times \frac{18 \text{ (H}_2\text{O moolipaino)}}{16 \text{ (CH}_4 \text{ moolipaino)}} = 10,8 \text{ kg/s}$$

Savukaasun kosteussisältö on siis:

$$\omega = \frac{18.1 + 10.8 + 0.47 \text{ kg H}_2\text{O}}{157 \text{ kg kuiva ilma}}$$

$$\omega = 0.187 \text{ kg/kg}$$

Oletetaan, että absorptiolaitteen 11 jälkeen savukaasun kosteus olisi 20 % (suht. kosteus). Tällöin voidaan laskea eri lämpötiloissa lauhdutettavan veden määrä ja lauhtumisenergia.

T (°C)	Tuleva suht. kosteus (%)	Kaasun kosteus- sisältö 20% kost. (kg/kg)	Lauhdutettavan veden määrä (kg/s)	Lauhtumis- energia (MW)
--------	-----------------------------	--	---	-------------------------------

80	37 %	0.115	11.3	26.2
70	65 %	0.06	19.9	46.3
64	100 %	0.04	23.1	53.5

Lauhtumislämpönä on käytetty 2320 kJ/kg.

Kaasuturbiinin sähköteho on esimerkkitapauksessa nimellispisteessä n. 30 MW. Höyryruiskutuksella sähköteho voidaan nostaa n. 50 MW:iin. Verrattuna näihin tehoihin on saavutettava lämpötehon voitto 50- 100 %.

Keksintö ei rajoitu esimerkkinä esitettyyn suoritusmuotoon, vaan erilaiset muunnokset ja sovellutukset patenttivaatimuksien määrittämien keksinnöllisen ajatuksen puitteissa ovat mahdollisia.

Patenttivaatimukset:

75401

1. Menetelmä lämmön talteenottamiseksi kaasuturbiiniprosessin yhteydessä, jossa turbiiniin syötetään kosteaa, kuumaa kaasua, t u n n e t t u siitä, että turbiinista poistuvan kaasun suhteellinen kosteus alennetaan adiabaattisella absorptiolla absorptionesteen avulla, jonka ainoa haihtuva aineosa on vesi, jolloin absorptiossa lauhtuneen vesihöyryn lauhdutuslämpö suureksi osaksi siirtyy kaasuun, joka lämpö otetaan talteen sinänsä tunnetulla tavalla.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että vettä kaasusta absorboinut absorptioneste väkevöidään saattamalla se epäsuoraan lämmönvaihtokosketukseen turbiinin poistokaasun kanssa ennen absorptiovaihetta tapahtuvassa lämmöntalteenotossa.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ainakin osa väkevöinnin yhteydessä kehitetystä höyrystä syötetään kuumaa kaasua kehittävään polttolaitteeseen.
4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että absorptiovaiheen jälkeen talteenotettu lämpö käytetään kaukolämmön tuottamiseen.

Patentkrav:

1. Förfarande för tillveratagande av värme i samband med en gasturbinprocess, i vilken till turbinen matas en het fuktig gas, k ä n n e t e c k n a t därav, att den turbinen lämnande gasens fuktighet minskas genom adiabatisk absorption medelst en absorptionslösning, vars enda flyktiga komponent utgörs av vatten, varvid den vid absorptionen utkondenserade vattenångans kondensationsvärme till övervägande del överförs till gasen, vilken värme tillvaratas på i och för sig känt sätt.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att absorptionsvätskan, som absorberat vatten, uppkoncentreras genom att bringa den i indirekt värmeöverföringskontakt med turbinens utloppsgas i värmeåtervinningen före absorptionsfasen.

3. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att åtminstone en del av den ånga, som uppstått vid uppkoncentreringen, urmatas i den förbränningsanordning, som producerar den heta gasen.

4. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att den värme, som tillveratagits efter absorptionsfasen, används för att producera fjärrvärme.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 4 458 500 (F 25 B 15/00).

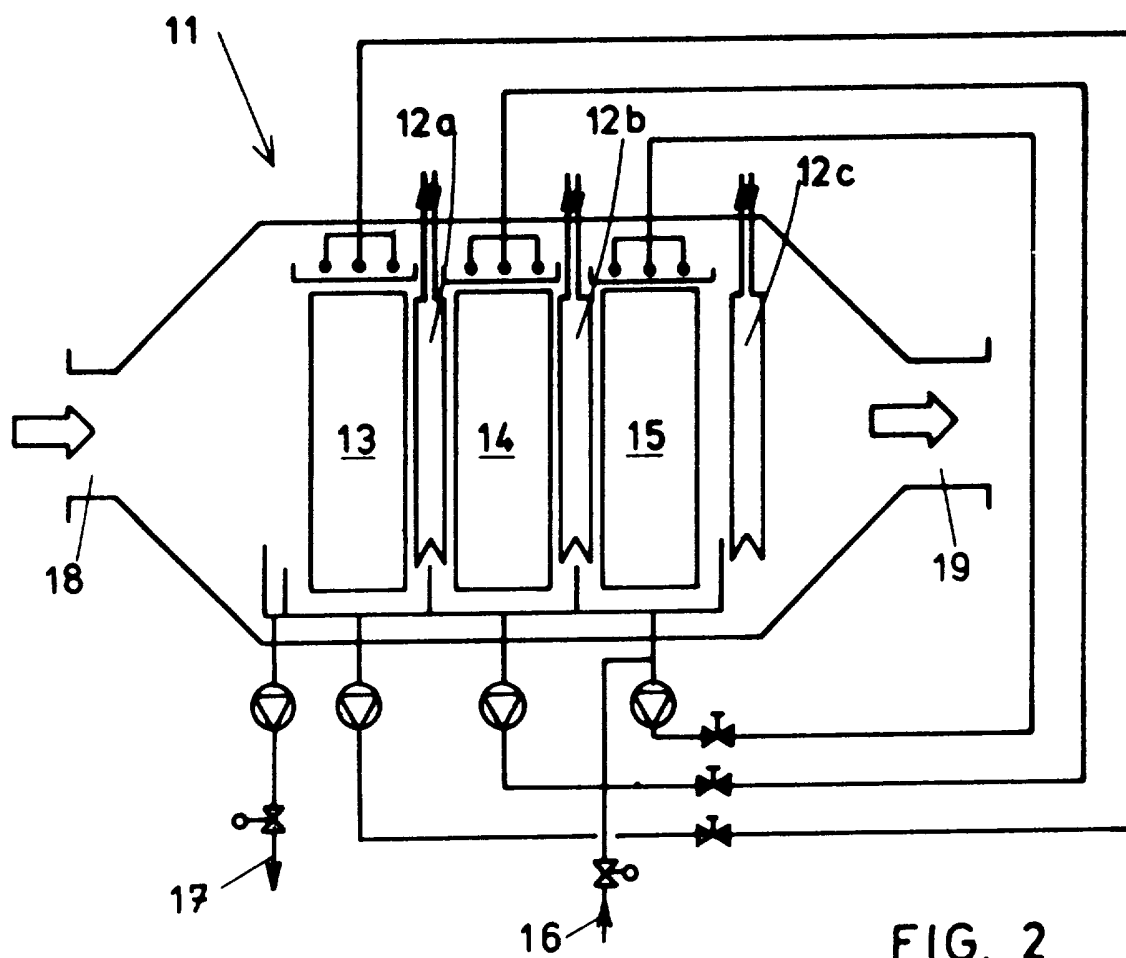


FIG. 2

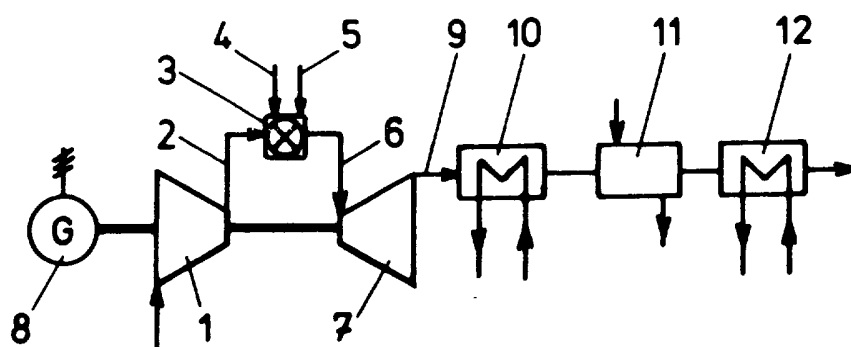


FIG. 1