



(12) **PATENTTIJULKAISU**
PATENTSKRIFT

(10) **FI 123749 B**

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

15.10.2013

(51) Kv.lk. - Int.kl.

F26B 17/14 (2006.01)

F26B 11/10 (2006.01)

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

20115875

(22) Saapumispäivä - Ankomstdag

06.09.2011

(24) Tekemispäivä - Ingivningsdag

06.09.2011

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

07.03.2013

SUOMI – FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(73) Haltija - Innehavare

1 • DUST CONTROL SYSTEMS OY, Helsinki, Purokatu 5, 07900 LOVIISA, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 • KORHONEN, Ilkka, PORI, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud

Kespat Oy, Vasarakatu 1, 40320 JYVÄSKYLÄ

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Kuivuri

Tork

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE 640773 C, DE 3815346 A1, DE 2914868 A1, DE 857926 C, US 4850861 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö koskee kuivuria, johon kuuluu

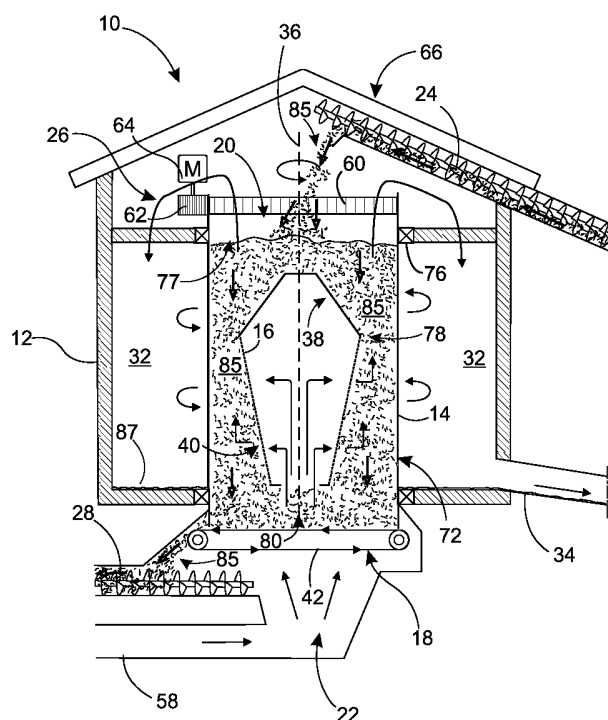
- säiliömäinen runko (12),
- ensimmäinen lieriö (14) sovitettuna pystysuuntaisesti sanotun rungon (12) sisään ja sovitettuna toimimaan kuivattavan materiaalin virtauskanavana,
- ainakin osittain seulapintainen toinen lieriö (16) kaasun syöttämiseksi materiaalivirtaukseen sovitettuna keskeisesti sanotun ensimmäisen lieriön (14) sisään, joka toinen lieriö (16) on halkaisijaltaan ensimmäistä lieriötä (14) pienempi,
- välineet (22) rungon (12) alaosassa kaasun johtamiseksi toisen lieriön (16) sisään.

Ensimmäinen lieriö (14) on sovitettu rungon (12) suhteen pyöriväksi pystysuuntaisen pituusakselinsa (36) ympäri.

Uppfinningen avser en tork, vilken innefattar

- en stomme (12) i form av en behållare,
- en första cylinder (14) anordnad i vertikal riktning inuti den nämnda stommen (12) och anordnad att fungera som flödeskanal för det material som skall torkas,
- en andra cylinder (16) med siktya åtminstone delvis, för matning av gas till materialflödet anordnad centralt inuti den nämnda första cylindern (14), vilken andra cylinder (16) till sin diameter är mindre än den första cylindern (14),
- anordningar (22) i stommens (12) nederdel för ledande av gas in i den andra cylindern (16).

Den första cylindern (14) är anordnad att i förhållande till stommen (12) vara roterande kring sin vertikala längdaxel (36).



KUIVURI

Keksinnön kohteena on kuivuri, johon kuuluu

- säiliömäinen runko,
- 5 - ensimmäinen lieriö sovitettuna pystysuuntaisesti rungon sisään ja sovitettuna toimimaan kuivattavan materiaalin virtauskanavana,
- ainakin osittain seulapintainen toinen lieriö kaasun syöttämiseksi materiaalivirtaukseen sovitettuna keskeisesti ensimmäisen lieriön sisään, joka toinen lieriö on
- 10 halkaisijaltaan ensimmäistä lieriötä pienempi, ja
- välineet rungon alaosassa kaasun johtamiseksi toisen lieriön sisään.

15 Kasvihuoneilmiön hidastamiseksi on yleisesti etsitty entistä ekologisempia keinoja energian tuottamiseksi. Polttoprosessien raaka-aineena käytetään yhä lisääntyvissä määrin biopolttoaineita, kuten esimerkiksi haketta. Polttoaineen laadun kannalta yksi merkittävimmistä tekijöistä on materiaalin kuivuus. Perinteisesti

20 ti polttoaineena käytettävän puuaineksen kuivuutta on parannettu kuivaamalla puuainesta kasoissa tai pinoissa vuodesta kahteen vuotta. Tämä on kuitenkin varaston kierron kannalta hidas ratkaisu ja vaatii suuremmassa mittakaavassa suuret säilytystilat. Lisäksi ongelmana on puuaineksen laadun vaihtelu, pilaantuminen,

25 minen, mahdolliset ulkonäköhaitat ja tuotannon kausiluonteisuus.

Kuivausta voidaan tehostaa erilaisilla kuivureilla, joissa käytetään lämmitettyä kaasuvirtausta polttoaineen kuivattamiseen. Eräs tällainen ratkaisu on esitetty julkaisussa US

30 6,405,454, jossa raemaista materiaalia kuivataan vastavirtaperiaatteella toimivalla kuivurilla. Kuivurissa materiaali virtaa säiliön sisällä olevaan virtauskanavaan, jonka keskellä on toinen kanava. Toiseen kanavaan johdetaan lämmitettyä kaasua, joka virtaa toisen kanavan sihtimäisen seinärakenteen lävitse

35 kuivattavan materiaalin sekaan ja siitä edelleen virtauskanavan sihtimäisen seinärakenteen lävitse säiliön laiduille. Tällaisen ratkaisun ongelmana on kuitenkin kuivauksen epätasaisuus, sillä

materiaalivirtaukset toisen kanavan molemmin puolin voivat olla erisuuruiset.

Tekniikan tasosta tunnetaan myös julkaisu DE 640773 C, jossa on
5 esitetty kaksi sisäkkäistä lieriötä, joista sisempi on pyöritet-
tävässä pituusakselinsa ympäri. Myös julkaisuista DE 3815346 A1
ja DE 857926 C tunnetaan vastaavat ratkaisut.

Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada tekniikan tason ratkaisu-
10 ja parempi kuivuri, jolla materiaalin kuivaus on tehokasta ja
tasaista. Tämän keksinnön tunnusomaiset piirteet ilmenevät
oheisesta patenttivaatimuksesta 1.

Tämä tarkoitus voidaan saavuttaa kuivurilla, johon kuuluu
15 säiliömäinen runko ja ensimmäinen lieriö sovitettuna pystysuun-
taisesti rungon sisään ja sovitettuna toimimaan kuivattavan
materiaalin virtauskanavana. Kuivuriin kuuluu myös ainakin
osittain seulapintainen toinen lieriö kaasun syöttämiseksi
materiaalivirtaukseen sovitettuna keskeisesti ensimmäisen
20 lieriön sisään, joka toinen lieriö on halkaisijaltaan ensimmäis-
tä lieriötä pienempi. Lisäksi kuivuriin kuuluu välineet rungon
alaosassa kaasun johtamiseksi toisen lieriön sisään. Ensimmäinen
lieriö on sovitettu rungon suhteen pyöriväksi pystysuuntaisen
pituusakselinsa ympäri. Ensimmäisen lieriön pyörimisellä toisen
25 lieriön sisään tuleva kaasu saadaan jaettua tasaisesti kuivatta-
van materiaalin virtaukseen, kun ensimmäisen lieriön pyöriminen
sekoittaa materiaalivirtausta samalla parantaen kuivatun materi-
aalin tasalaatuisuutta.

30 Edullisesti kuivuriin kuuluu myös syöttöjärjestely rungon
yläosassa materiaalin syöttämiseksi ensimmäiseen lieriöön ja
poistojärjestely rungon alaosassa kuivatun materiaalin poistami-
seksi kuivurista.

35 Edullisesti poistojärjestelyyn kuuluu kaasua läpäisevä kuljetin
kuivatun materiaalin siirtämiseksi eteenpäin sijoitettuna

ensimmäisen lieriön ja toisen lieriön alapuolelle. Kaasu on edullisesti sovitettu syötettävän kuljettimen alapuolelta ylöspäin toiseen lieriöön. Näin kuivatus voidaan toteuttaa monivaiheisesti eli kuumin kaasu aiheuttaa kuljettimella olevassa materiaalissa olevassa vedessä faasimuutoksen, jonka jälkeen hiukan jäähtynyt kaasu virtaa toisen lieriön kautta materiaalivirtaukseen. Kolmas vaihe on kostean kaasun lauhtuminen ensimmäisen lieriön ulkopintaan luovuttaen edelleen lämpöä ensimmäiseen lieriöön.

10

Erään sovellusmuodon mukana kuivuriin kuuluu järjestely ensimmäisen lieriön sisältä tulevien kylläisten kaasujen lauhduttamiseksi ensimmäisen lieriön ulkopuolelle. Välineiden avulla ensimmäisen lieriön ja rungon välinen tila voidaan pitää sellaisessa lämpötilassa, että kuivattava materiaalin lävitse tulevan kaasun kosteus lauhtuu ensimmäisen lieriön ulkopintaan.

Erään sovellusmuodon mukaan kuivuriin kuuluu välineet ensimmäisen lieriön ulkopuolelle lauhtuneen veden ja kaasujen ohjaamiseksi materiaalin esilämmitykseen. Näin lauhtuneen veden sisältämä lämpö voidaan käyttää vielä materiaalin esilämmitykseen, jolloin materiaali tulee varsinaiselle kuivurille jo valmiiksi korkeammassa lämpötilassa.

Edullisesti kuivuriin kuuluu pyöritysvälineet ensimmäisen lieriön ja toisen lieriön pyörittämiseksi pystyakseleidensa ympäri ja ensimmäinen lieriö voi olla laakeroitu laidoiltaan sitä ympäröivään runkoon.

Toinen lieriö voi olla halkaisijaltaan ylhäältä alaspäin mentäessä 25 - 40 % osalla korkeutta kasvava ja 55 - 75 % osuudella korkeutta pienenevä. Tällöin toinen lieriö on muodoltaan sellainen, että se hidastaa ja jakaa materiaalivirtauksen viipymääjan suhteen sopivasti. Toisen lieriön kapein kohta voi olla halkaisijaltaan 30 - 50 % leveimmän kohdan halkaisijasta.

Edullisesti kuljettimella olevan kuivattavan materiaalin paksuus on 30 - 500 mm, edullisesti 40 - 200 mm. Tällöin kuljettimella oleva kosteus saadaan höyrystettyä savukaasujen avulla.

5 Edullisesti kuivuri on sovitettu käytettävän polttokattilan yhteydessä, jolloin saavutetaan suurin taloudellinen hyöty. Hyöty perustuu siihen, että polttokattilassa voidaan käyttää suoraan metsähaketta. Polttokattilasta tulevien savukaasujen hukkalämpö voidaan käyttää hakkeen esilämmitykseen, jolloin
10 haketta tarvitsee lämmittää vähemmän kuivurissa veden haihduttamiseksi. Polttokattilan savukaasun käyttö on edullista, koska polttoainetta voidaan lämmittää suoraan (ilman lämmönvaihdinta) ilman palo- ja räjähdysvaaraa, koska savukaasun happipitoisuus on siinä määrin alhainen, että paloprosessi ei ole tehokas tai
15 ei palamista ei tapahdu ollenkaan. Polttokattilan osalta kuivempi hake sisältää vähemmän vettä, joka vie turhaa polttokattilan tilavuutta, häiritsee polttoa ja kuluttaa energiaa faasimuutokseen. Toisin sanottuna kuivemmalla hakkeella palaminen on parempaa, polttoainetta mahtuu enemmän kattilaan ja energiaa
20 kuluu vähemmän hukkaan veden faasimuutokseen. Näin polttokattilalla saavutetaan parempi energiansaanto. Kuivuri ja polttokattila muodostavat suljetun kierron, jossa energia kiertää kuivurin ja polttokattilan välillä.

25 Keksinnön mukainen kuivuri soveltuu biomateriaalien kuivaamiseen, erityisesti hakkeen kuivaamiseen. Kuivurilla voidaan kuivata myös muita materiaaleja, jotka sisältävät kosteutta ja kestävät lämmitystä kuumilla kaasuilla.

30 Keksintöä kuvataan seuraavassa yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisiin erästä keksinnön sovellusta kuvaaviin piirroksiin, joissa

Kuva 1 esittää keksinnön mukaisen kuivurin yleiskuvana
35 hakkeen polttoprosessin yhteydessä,

Kuva 2 esittää keksinnön mukaisen kuivurin varsinaisen kuivatusvaiheen tarkemmin.

Kuvan 1 mukaisesti kuivuria 10 voidaan käyttää edullisesti hakkeen polttoprosessia edeltävänä vaiheena. Kuvan 1 ja 2 sovellusmuodossa kuivattava materiaali on haketta, minkä vuoksi kuvaselityksien yhteydessä käytetään kuivurista nimitystä hakekuivuri ja kuivattavana materiaalina on hake. Kuvassa 1 haketta ei ole esitetty kuivurin sisällä. Kokonaisuutena kuvassa 10 1 esitetty prosessi toimii siten, että alkuun esimerkiksi kuorma-auto 46 tuo hakekuorman purkupaikalle 74. Purkupaikka 74 voi sijaita esimerkiksi siilorakennuksessa 70, jonne kuorma-auto 46 purkaa kuorman varastokasaan 68. Siilorakennuksessa 70 hake odottaa käyttöönsä suojassa sateilta tai pakkasilta. Varastokasa 15 68 voi olla esimerkiksi hihnakuljettimen 50 päällä, jolloin hihnakuljetinta 50 käyttämällä haketta voidaan purkaa hihnakuljettimen 50 alla olevalle ruuvikuljettimelle 24. Varastokasa 68 voi olla myös tavallisella tasolla, johon kuuluu välineet kasan purkamiseksi eteenpäin. Ruuvikuljetin 24 siirtää hakkeen siilo- 20 rakennuksesta 70 hakekuivurille 10.

Hakekuivuriin 10 kuuluu kuvan 1 mukaisesti säiliömäinen runko 12, joka on edullisesti peitetty katolla 66. Runkoon 12 on esimerkiksi laakereiden 76 avulla laakeroitu ensimmäinen lieriö 25 14. Ensimmäinen lieriö 14 voi olla esimerkiksi teräslevystä valmistettu ja sen yläpäähän on kiinnitetty hammastus 60. Laakereiden 76 avulla ensimmäinen lieriö 14 pystyy pyörimään pystysuuntaisen pituusakselinsa ympäri. Ensimmäisen lieriön 14 ja rungon 12 välille muodostuu ensimmäistä lieriötä 14 ympäröivä 30 kammio 32. Ensimmäisen lieriön 14 sisälle on sijoitettu oleellisesti keskeisesti ainakin osittain seulapintainen toinen lieriö 16, joka voi olla kiinnitetty ensimmäiseen lieriöön tai vaihtoehtoisesti kiinteästi runkoon 12. Kuvissa kiinnitystä ei ole esitetty, mutta kiinnitys voidaan tehdä esimerkiksi poikittaisten tukivarsien avulla. Edullisesti toinen lieriö on tuettu 35 alhaalta tai ylhäältä runkoon, jolloin toinen lieriö on kiinteä.

Toisen lieriön oleellisesti keskeisellä sijainnilla ensimmäisen lieriön suhteen tarkoitetaan sitä, että toisen lieriön pituusakseli on täysin tai ainakin lähes samassa kohtaa kuin ensimmäisen lieriön pituusakseli. Toinen lieriö 16 on valmistettu ainakin
 5 osaltaan rei'itetystä seulapintamaisesta levystä, jossa reiät toimivat kaasun kulkuaukkoina. Ensimmäisen ja toisen lieriön välinen etäisyys voi olla toisen lieriön leveimmän osan kohdalle esimerkiksi 300 mm.

10 Kuvan 1 mukaisesti toinen lieriö 16 ei ole halkaisijaltaan tasainen kuten ensimmäinen lieriö 14. Toisen lieriön 16 pystysuuntaisella matkalla on ensimmäinen osio 38, jonka matkalla toisen lieriön 16 halkaisija kasvaa mentäessä ylhäältä alaspäin. Tämä osio voi olla valmistettu umpilevystä. Halkaisija kasvaa
 15 aina toisen lieriön 16 leveimpään kohtaan 78 asti. Leveimmästä kohdasta alaspäin mentäessä halkaisija lähtee pienenemään toisen osion 40 matkalla kohti toisen lieriön 16 alaosa. Alaosan kuivempaa materiaalia voi olla ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16 välillä paksumpi kerros ilman pelkoa kosteuden
 20 tiivistymisestä. Kartiomaisuus auttaa osaltaan sitä, että kosteus tiivistyy vasta ensimmäisen lieriön ulkopuolelle. Toisen osion 40 matkalla toinen lieriö 16 on valmistettu sihtimäisestä materiaalista. Muotoilulla toisen lieriön 16 halkaisijan suuntaisesta poikkileikkauksen muodosta saadaan hiukan salmiakin
 25 muotoinen, mikä osaltaan vaikuttaa hakekuivurin 10 ominaisuuksiin säätelämällä ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16 välisen hakekerroksen paksuutta. Alaspäin kapeneva profiili helpottaa hankalasti valuvien materiaalien kuivausta. Toisen lieriön 16 alaosa 80 on avoin, jolloin lämmitykseen käytettävä
 30 kaasu voidaan johtaa ylöspäin toisen lieriön 16 sisään. Erään sovellusmuodon mukaan ensimmäiseen lieriöön voidaan kiinnittää sisäpinnalle johdekierre, joka auttaa materiaalin sekoittumista sekä liikkumista alaspäin ensimmäisen ja toisen lieriön välissä.

35 Hakekuivuriin 10 kuuluu edelleen syöttöjärjestely 20 rungon 12 yläosassa hakkeen syöttämiseksi ensimmäiseen lieriöön 14, joka

toimii hakkeen virtauskanavana rungon 12 lävitse. Tässä sovel-
 lusmuodossa syöttöjärjestely 20 on käytännössä ensimmäisen
 lieriön 14 avoin yläosa, jonne hake pudotetaan ruuvikuljettimel-
 ta 24. Syöttöjärjestelyn 20 lisäksi hakekuivurissa 10 on poisto-
 5 järjestely 18 rungon 12 alaosassa kuivatun hakkeen poistamiseksi
 hakekuivurista 10.

Kuvan 2 mukaisesti poistojärjestelyyn 18 kuuluu edullisesti
 kaasua läpäisevä kuljetin 42, jonka päälle hake laskeutuu
 10 ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16 välistä. Kuljetin 42
 voi olla esimerkiksi reikäinen hihnakuljetin tai sihtilevyllä
 toteutettu kolakuljetin tai vastaava kuljetin, joka mahdollistaa
 kaasun läpäisyn sekä hakepatjan etenemän ja vahvuuden säädön.
 Kuljettimen 42 pyörintänopeutta säätämällä voidaan vaikuttaa
 15 hakkeen viipymään ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16
 välissä, sillä mitä nopeammin kuljetin 42 pyörii, sitä nopeammin
 se siirtää haketta pois.

Kuljettimen 42 päällä olevan hakekerroksen paksuutta ja viipy-
 20 misaikaa säädetään siten, että kaasu aiheuttaa koko hakekerrok-
 sessa faasimuutoksen hakkeessa olevaan veteen. Toisaalta hake-
 kerroksen paksuutta ja viipymisaikaa säädetään siten, että kaasu
 ei pääse jäähtymään liikaa, jolloin olisi vaarana kosteuden
 tiivistyminen ensimmäisen lieriön sisään. Kuljettimen 42 nopeu-
 25 den säädöllä voidaan hallita kuivurin lämpötilaa siten, että
 kuivurin rakenteet voidaan valmistaa ilman erikoisien materiaa-
 lien käyttöä. Kuljettimella 42 olevan materiaalikerroksen
 korkeus riippuu materiaalin kosteudesta ja voi vaihdella välillä
 30 mm - 500 mm, edullisesti 20 - 400 mm. Jälkimmäisessä tapauk-
 30 sessa kuljettimella olevan hakkeen massa on koko kuivurin
 lieriöiden sisällä olevasta hakkeen massasta noin luokkaa 3 -
 15%. Kuljettimelta 42 tippuva hake voidaan kuljettaa esimerkiksi
 ruuvikuljettimella 28 polttokattilaan 30. Normaalissa ajotilan-
 teessa hakekuivuriin 10 syötetään haketta sen verran, että hake
 35 muodostaa hakepatjan ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16

välille, jonka hakepatjan pinta 77 ulottuu hiukan hammastuksen 60 alapuolelle.

Hakekuivuriin 10 kuuluu myös välineet 22 rungon 12 alaosassa 5 kaasun johtamiseksi toisen lieriön 16 sisään. Näiden välineiden 22 avulla polttokattilan 30 savukaasut saadaan johdettua kanavaa 58 pitkin ensiksi kuljettimelle 42 ja sieltä toisen lieriön 16 sisälle. Välineisiin voi kuulua esimerkiksi siirtoputkeen sijoitettu venttiili tai muu vastaava järjestely, jolla savu- 10 kaasujen virtausta voidaan säätää.

Seuraavaksi on selitetty kuvan 2 avulla hakekuivurin 10 toiminta tarkemmin. Kuivattava hake 85 saapuu hakekuivuriin 10 siirtokuljetinta, edullisesti ruuvikuljetinta 24 pitkin hake- 15 kuivurin 10 rungon 12 sisäpuolelle. Ruuvikuljetin 24 ulottuu hakekuivurin 10 ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16 pituusakselin 36 kohdalle ja pudottaa hakkeen ensimmäisen lieriön 14 avoimesta päästä ensimmäisen lieriön 14 sisälle toisen lieriön 16 päälle. Toinen lieriö 16 jakaa viistolla 20 muodollaan hakkeen 85 ympärilleen tasaisesti. Ensimmäinen lieriö 14 pyörii koko ajan pyöritysvälineiden 26 avulla. Myös toinen lieriö 16 voi olla pyörivä, mutta se voi olla myös kiinteä. Voima välitetään hammastuksen 60 kautta ensimmäiseen lieriöön 16. Hammastusta 60 voidaan pyörittää esimerkiksi moottorin 64 25 avulla hammaspyörän 62 välityksellä. Hakepinta 77 muodostuu hiukan hammastuksen 60 alapuolelle ja yksittäiset hakkeet laskeutuvat hitaasti alaspäin ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16 välissä.

30 Samanaikaisesti välineiden 22 avulla johdetaan kuumia, esimerkiksi noin 170 °C lämpöisiä polttokattilan 30 savukaasuja ylöspäin kohti toisen lieriön 16 alapuolella olevaa poistojärjestelyä 18. 170 °C savukaasut kohtaavat poistojärjestelyn 18 kuljettimen 42 päällä olevat jo ensimmäisen lieriön 14 ja toisen 35 lieriön 16 välistä kulkeneet hakepalat. Savukaasut luovuttavat energiaansa hakepaloille, jolloin hakkeiden sisältämä vesi

höyrystyy savukaasujen mukaan. Tästä suurin osa savukaasuista ohjautuu noin 110 °C lämpöisinä toisen lieriön 16 sisään ja sitä kautta jakautuu toisen lieriön 16 lävitse ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16 välillä olevaan hakkeeseen. Savukaasut 5 luovuttavat edelleen energiaa hakkeeseen lämmittäen haketta ja sen sisältämää kosteutta. Ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16 väliltä savukaasut ohjautuvat ensimmäisen lieriön 14 sisäpintaa pitkin ylöspäin kohti ensimmäisen lieriön 14 avointa yläosaa. Avoimen yläosan kautta kaasut kulkevat kammioon 32 10 kammion 32 avoimen yläosan kautta. Kammiossa savukaasujen nopeus hidastuu, jolloin savukaasujen sisältämä kosteus kondensoituu ensimmäisen lieriön 14 ulkopintaan tai rungon 12 sisäpinnalle kammiossa 32. Kammion 32 lämpötila voi olla esimerkiksi noin 60 °C.

15

Kondensoitunut lauhde 87 ja savukaasut voidaan edullisesti ohjata kuvan 2 mukaisesti siirtovälineiden 34 avulla hakkeen esilämmitykseen, joka voi tapahtua esimerkiksi siilorakennuksessa 70. Siirtovälineet 34 voivat olla rungon 12 sisältä kammioista 20 32 ulospäin johdettu putki tai kanava. Kuvassa 1 esitetyssä sovellusmuodossa lauhde ohjataan lauhdealtaaseen 44, joka sijaitsee siilorakennuksen 70 pohjalla. Edullisesti lauhdealtaan 44 päällä voi olla siilorakennuksen 70 välipohja 71, jota ylöspäin nousevat savukaasut lämmittävät. Välipohjan 71 kautta 25 lämpö välittyy siilorakennuksen 70 ilmaan ja sitä kautta ylempänä olevaan hakkeen varastokasaan 68. Hakkeen esilämmityksellä pyritään ensisijaisesti siihen, että varastokasassa 68 olevan hakkeen kosteus ei pääse jäätymään. Tämä mahdollistaa kostean materiaalin varastoinnin myös pakkasilla. Lauhdealtaasta 44 30 lähtee ylijuoksuputki 48 viemäriin, jolloin lauhdealtaan 44 pinta ei pääse nousemaan liian korkealle. Savukaasut poistetaan siilorakennuksesta 70 poistokanavan 52 kautta. Poistokanavassa 52 voi olla puhallin 54, joka imee savukaasuja siilorakennuksesta 70 puhaltaa ne piippuun 56 ja sitä kautta ulos. Samalla 35 puhallin imee kuivuriin alipaineen, joka edesauttaa hakkeessa olevan nesteen höyrystymistä.

Keksinnön mukainen kuivuri on erityisen tehokas, koska siinä hakkeen kuivatus tapahtuu tasaisesti pyörivän ensimmäisen lieriön 14 avulla. Pyörivä lieriö sekoittaa haketta ja samalla savukaasut pääsevät virtaamaan tasaisesti toista lieriötä
5 ympäröivään hakekerrokseen. Pyöriminen luo myös savukaasuille lisää virtauskanavia hakkeen sisällä, mikä parantaa savukaasujen virtausta.

Pyörivän kuivatuksen lisäksi hakkeen kuivatus tapahtuu monivai-
10 heisesti. Hakkeen kulkusuunnassa katsottuna ensimmäinen vaihe on hakkeen esilämmitys siilorakennuksessa 70. Esilämmitetty hake lämpenee entisestään ensimmäisen lieriön 14 ja toisen lieriön 16 välissä, koska ensimmäisen lieriön 14 pinta saa lämpöä ulkopin-
taan 72 kondensoituvasta kosteudesta. Tämän jälkeen haketta
15 lämmitetään edelleen hakkeen läpi johdettavalla noin 110 °C savukaasulla. Lopuksi hake kohtaa kuljettimella 42 ollessaan kuumat noin 170 °C lämpöiset savukaasut, jotka haihduttavat hakkeessa olevan nesteen. Hake kulkee kuivuessaan koko ajan kohti lämpimämpää kuivatusaluetta, kunnes se on tarpeeksi kuivaa
20 poistettavaksi hakekuivurista. Samalla jatkuvasti jäähtyvät savukaasut kulkevat kohti kylmempää haketta. Hakekuivurin tehokkuus perustuu osittain myös siihen, että keksinnön mukai-
sessa ratkaisussa savukaasun energia menee suoraan veden faasi-
muutokseen. Näin ratkaisu voidaan toteuttaa ilman lämmönvaihdin-
25 ta, joka aiheuttaa lämpöhäviöitä.

Hakekuivuriin kuuluu erään sovellusmuodon mukaan välineet kammion jäähdyttämiseksi. Näiden tarkoituksena on pitää kammio tarpeeksi kylmänä, jotta ensimmäisen lieriön sisältä tulevissa
30 savukaasuissa oleva kosteus tiivistyy aikaisintaan ensimmäisen lieriön ulkopintaan tai kammion seiniin eli rungon pintoihin. Tässä yhteydessä mainitut lämpötilat ovat viitteellisiä ja hakekuivurin ajon kannalta oikea tasapaino voidaan löytää laskemalla ja kokeilemalla. Tärkeää on, että kosteus tiivistyy
35 vasta ensimmäisen lieriön ulkopuolella, jolloin se ei tiivisty takaisin ylempänä oleviin hakepalasiin. Edullisesti hakekuivu-

riin kuuluu ohjausjärjestelmä, joka mittaustiedon perusteella ohjaa hakekuivurin eri osioiden lämpötiloja.

Keksinnön mukainen kuivuri voi toimia myös tehokkaana pienhiuk-
5 kasten poistajana. Savukaasun sisältämät pienhiukkaset tarttuvat hakkeesta irtoavaan kosteuteen ja kulkeutuvat ensimmäisen lieriön ulkopuolelle kammioon. Kammiossa savukaasujen sisältämä vesi tiivistyy ensimmäisen lieriön ulkopintaan vedeksi, johon pienhiukkaset jäävät. Näin pienhiukkaset kulkeutuvat lopulta
10 lauhdealtaaseen, jossa ne voidaan erottaa vedestä esimerkiksi saostamalla. Saostukseen voidaan käyttää esimerkiksi siihen soveltuvaa kemikaalia.

Erään sovellusmuodon mukaan toisen lieriön sisällä voi olla
15 erilaisia ohjausvälineitä savukaasujen johtamiseksi eri kohtiin ensimmäisen lieriön ja toisen lieriön välistä tilaa. Ohjausvälineet voivat olla säädettäviä levymäisiä ohjaimia, joiden avulla hakkeen lämpötilaprofiilia voidaan säätää hakekuivurin korkeuden suhteen. Myös ensimmäisen lieriön ja toisen lieriön pyörimisno-
20 peudella voidaan vaikuttaa lämpötilaprofiiliin.

Erään sovellusmuodon mukaan keksinnön mukaista kuivuria voidaan käyttää yhdessä polttokattilan apupolttoainesyötön kanssa. Tällainen ratkaisu on erityisen hyödyllinen tilanteessa, jossa
25 polttokattila tarvitsee enemmän haketta kuin hakekuivuri ehtii luotettavasti kuivata. Luotettavalla kuivauksella tarkoitetaan sitä, että haketta ei yritetä viedä hakekuivurin läpi liian nopeasti, mikä voisi johtaa kosteuden lauhtumiseen takaisin hakkeeseen ensimmäisen lieriön sisäpuolelle. Hakekuivurissa voi
30 olla myös mahdollisuus ohivirtaukseen takaisin hakekuivurin huipulle, jos polttokattila ei jostain syystä tarvitse haketta niin paljoa kuin hakekuivuri ehtii kuivattamaan.

Hakekuivurin runko tulee valmistaa siten, että se eristää
35 kuivurin kammion tarpeeksi tehokkaasti ympäristöstä. Tällöin hakekuivurin lämpö ei pääse karkaamaan hakekuivurin rungon

lävitse ympäristön lämmittämiseen. Toinen lieriö on valmistettu edullisesti ainakin osittain esimerkiksi ruostumattomasta teräksestä, jossa on tietyllä jaolla rei'itys, jonka kautta savukaasut pääsevät siirtymään. Reikien koko ja lukumäärä täytyy
5 valita siten, että savukaasut pääsevät liikkumaan esteettä, mutta hake kuitenkin pysyy ensimmäisen lieriön ja toisen lieriön välisessä tilassa.

Keksinnön mukaisen kuivurin tehokkuuteen vaikuttaa useat tekijät. Tällaisia ovat esimerkiksi hakkeen palakoko, lähtökosteus, lämpötila ja savukaasujen lämpötila. Kuivurista tulevan hakkeen kuiva-ainepitoisuuteen voidaan vaikuttaa kasvattamalla hakkeen viipymään hakekuivurissa.

Keksinnön mukaista kuivuria voidaan käyttää erilaisten biomateriaalien kuivatukseen, edullisesti hakkeen kuivatukseen. Kuivurin toimintaperiaatetta voidaan käyttää myös muiden kosteutta sisältävien kappaleiden kuivattamiseen. Edullisesti kuivuria käytetään osana biolämpölaitosta, jolloin yhdessä polttokattilan
20 kanssa käytettynä kuivurista saavutetaan paras hyöty. Kuivurin kapasiteetti riippuu sen yhteydessä olevan polttokattilan kapasiteetista. Esimerkiksi 1 MW polttokattilan käytettäessä kuivurin kapasiteetti voi olla esimerkiksi 400 kg/h, kun taas jos polttokattilan kapasiteetti on 20 MW, tällöin kuivurin
25 kapasiteetti voi olla 8000 kg/h.

Seuraavaksi on esitetty esimerkillinen tapaus keksinnön mukaisen kuivurin käytöstä hakkeen polttokattilan yhteydessä. Tässä esimerkissä polttokattilan teho on 1 MW hyötysuhteella 80 %.
30 Tällöin kuivurin kapasiteetti on noin 400 kg/h, jos kuivattavan hakkeen lähtökosteus on 40 m-%. Polttokattilasta kuivuriin johdettavien savukaasujen lämpötila on tässä tapauksessa 170 °C ja kuivurissa olevan hakkeen kokonaismäärä 1000 kg. Kuivurin poistojärjestelyyn kuuluvan, savukaasuja läpäisevän kuljettimen
35 pinta-ala on 2,2 m². Jos kuljettimella olevan hakekerroksen paksuus on 50 mm, massaa on kuljettimen päällä noin 33 kg.

Tällöin kuivatuksen lopputuloksena hakkeen kosteus sen poistues-
sa kuivurista on 10,4 m-%. Jos kuljettimella olevan hakekerrok-
sen paksuus on 100 mm, massaa on kuljettimen päällä noin 66 kg
ja kuivatuksen lopputuloksena hakkeen kosteus sen poistuessa
5 kuivurista on 21,75 m-%. Edelleen jos kuljettimella olevan
hakekerroksen paksuus on 200 mm, massaa on kuljettimen päällä
noin 132 kg ja kuivatuksen lopputuloksena hakkeen kosteus sen
poistuessa kuivurista on 30,0 m-%. Tämä osoittaa kuljettimella
olevan kuivattavan materiaalikerroksen vaikutuksen kuivatuksen
10 tehokkuuteen.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Kuivuri, johon kuuluu
 - säiliömäinen runko (12),
 - 5 - ensimmäinen lieriö (14) sovitettuna pystysuuntaisesti sanotun rungon (12) sisään ja sovitettuna toimimaan kuivattavan materiaalin virtauskanavana,
 - ainakin osittain seulapintainen toinen lieriö (16) kaasun syöttämiseksi materiaalivirtaukseen sovitettuna keskeisesti sanotun ensimmäisen lieriön (14) sisään, joka toinen
 - 10 lieriö (16) on halkaisijaltaan ensimmäistä lieriötä (14) pienempi,
 - välineet (22) rungon (12) alaosassa kaasun johtamiseksi toisen lieriön (16) sisään,
 - 15 - syöttöjärjestely (20) rungon (12) yläosassa materiaalin syöttämiseksi ensimmäiseen lieriöön (14) ja poistojärjestely (18) rungon (12) alaosassa kuivatun materiaalin poistamiseksi kuivurista (10),
- tunnettu siitä, että sanottu ensimmäinen lieriö (14) on sovitettu rungon (12) suhteen pyöriväksi pystysuuntaisen pituusakselinsa (36) ympäri, ja poistojärjestelyyn (18) kuuluu kaasua läpäisevä kuljetin (42) kuivatun materiaalin siirtämiseksi eteenpäin sijoitettuna ensimmäisen lieriön (14) ja toisen lieriön (16) alapuolelle, ja jossa kuivurissa välineet (22) sijaitsevat
- 25 sanotun kuljettimen (42) alapuolella ja kaasu on sovitettu syötettävän sanotun kuljettimen (42) alapuolelta ylöspäin toiseen lieriöön (16).
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kuivuri, tunnettu siitä,
- 30 että siihen kuuluu järjestely ensimmäisen lieriön (14) sisältä tulevien kylläisten kaasujen lauhduttamiseksi ensimmäisen lieriön (14) ulkopuolelle, joka järjestely on sovitettu ensimmäisen lieriön (14) ja rungon (12) välisen tilan pitämiseksi sellaisessa lämpötilassa, että kuivattava materiaalin lävitse
- 35 tulevan kaasun kosteus lauhtuu ensimmäisen lieriön (14) ulkopintaan.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen kuivuri, tunnettu siitä, että siihen kuuluu välineet ensimmäisen lieriön (14) ulkopuolel-
le lauhtuneen veden ja kaasujen ohjaamiseksi materiaalin esiläm-
mitykseen.

5

4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kuivuri, tunnettu
siitä, että siihen kuuluu pyöritysvälineet (26) ensimmäisen
lieriön (14) pyörittämiseksi pystysuuntaisen pituusakselinsa
(36) ympäri ja ensimmäinen lieriö (14) on laakeroitu sanottuun
10 runkoon (12).

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 4 mukainen kuivuri, tunnet-
tu siitä, että kuivuri (10) on sovitettu käytettävän polttokat-
tilan yhteydessä (30).

15

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 5 mukainen kuivuri, tunnet-
tu siitä, että toinen lieriö (16) on halkaisijaltaan ylhäältä
alaspäin mentäessä 25 - 40 % osalla korkeutta kasvava ja 55 - 75
% osuudella korkeutta pienenevä.

PATENTKRAV

1. Tork, vilken innefattar

- en stomme (12) i form av en behållare,
- 5 - en första cylinder (14) anordnad i vertikal riktning inuti den nämnda stommen (12) och anordnad att fungera som flödeskanal för det material som skall torkas,
- en andra cylinder (16) med åtminstone delvis siktyta, för matning av gas till materialflödet anordnad centralt inuti den
- 10 nämnda första cylindern (14), vilken andra cylinder (16) till sin diameter är mindre än den första cylindern (14),
- anordningar (22) i stommens (12) nederdel för ledande av gas in i den andra cylindern (16),
- matningsarrangemang (20) i stommens (12) överdel för matning
- 15 av material till den första cylindern (14) och ett utloppsarrangemang (18) i stommens (12) nederdel för avlägsnande av torkat material ur torken (10),

kännetecknad av att den nämnda första cylindern (14) är i förhållande till stommen (12) anordnad roterande omkring sin

20 vertikala längdaxel (36), och utloppsarrangemanget (18) innefattar en gasgenomsläppande transportör (42) placerad under den första cylindern (14) och den andra cylindern (16), för vidaretransport av det torkade materialet, och i vilken torkanordningarna (22) är placerade under den nämnda transportören (42) och

25 gas är anordnad att matas från undersidan av den nämnda transportören (42) uppåt till den andra cylindern (16).

2. Tork enligt patentkrav 1, kännetecknad av att den innefattar ett arrangemang för kondensering av de mättade gaser som

30 kommer inifrån den första cylindern (14), utanför den första cylindern (14), vilket arrangemang är anordnat att hålla utrymmet mellan den första cylindern (14) och stommen (12) vid en sådan temperatur, att fuktigheten i den gas som kommer genom det material som skall torkas kondenseras på den första cylinderns

35 (14) ytteryta.

3. Tork enligt patentkrav 2, kännetecknad av att den innefattar anordningar för att styra det vatten och de gaser som kondenserats på utsidan av den första cylindern (14) till materialets förvärmning.

5

4. Tork enligt patentkrav 1 eller 2, kännetecknad av att den innefattar rotationsanordningar (26) för rotation av den första cylindern (14) omkring sin vertikala längdaxel (36) och den första cylindern (14) är lagrad i den nämnda stommen (12).

10

5. Tork enligt något av patentkraven 1 - 4, kännetecknad av att torken (10) är anordnad att användas i anslutning till en förbränningspanna (30).

15 6. Tork enligt något av patentkraven 1 - 5, kännetecknad av att den andra cylindern (16) är till sin diameter vid en andel av 25 - 40 % uppifrån av stigande höjd och vid en andel av 55 - 75 % av minskande höjd.



Fig. 1

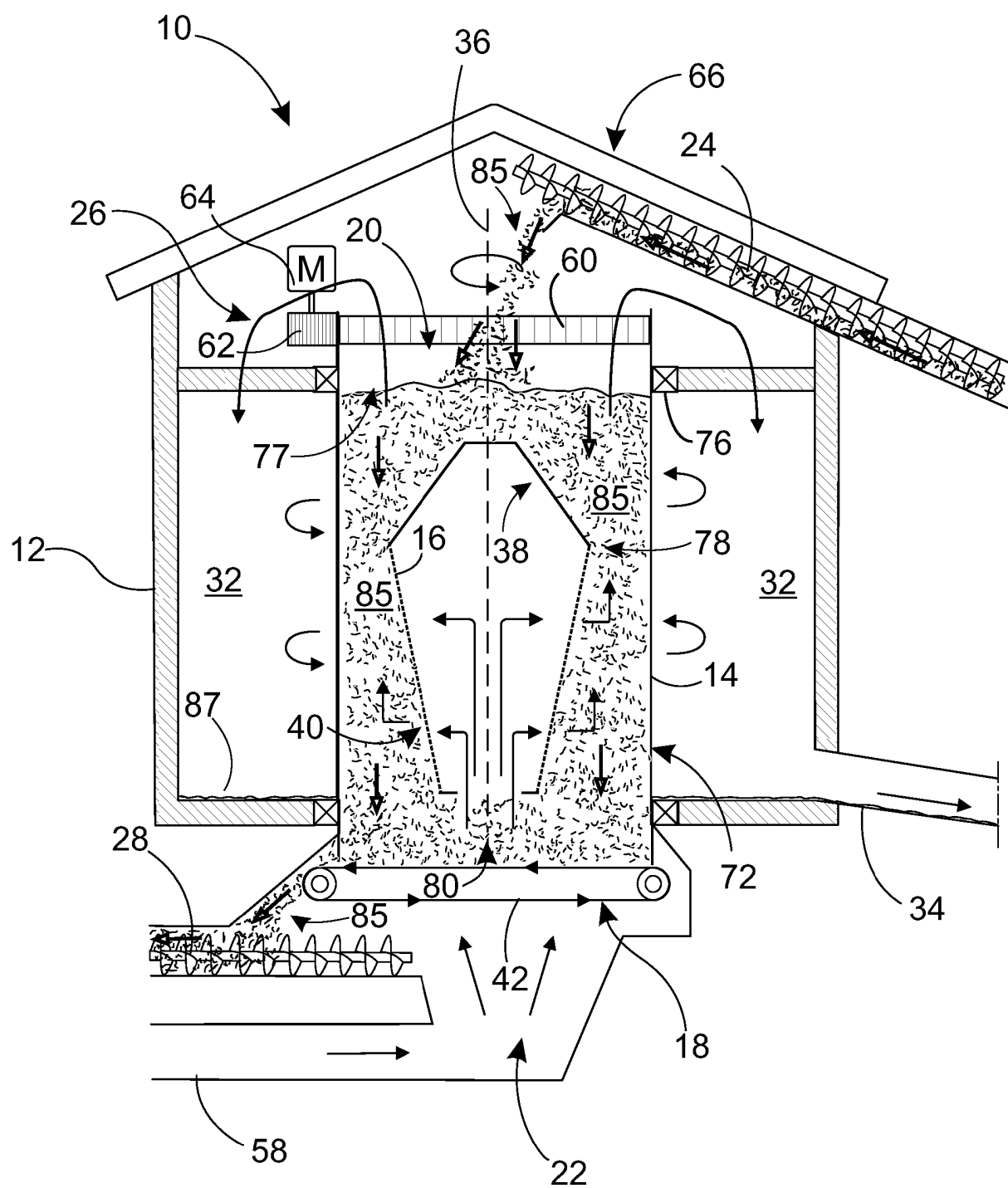


Fig. 2