



(19) **EESTI VABARIIK**
PATENDIAMET

(11) **EE 00703 U1**

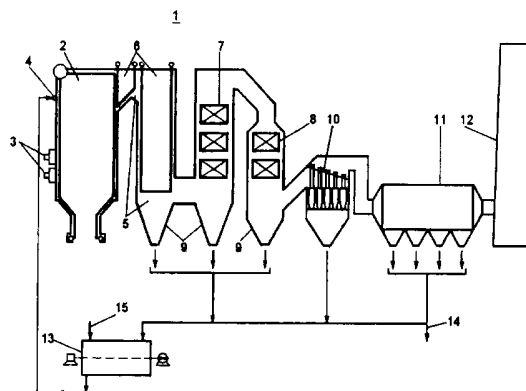
(51) Int.Cl.
B01D 53/50 (2007.10)

(12) **KASULIKU MUDELI KIRJELDUS**

<p>(21) Registreerimistaotluse number: U200700099</p> <p>(22) Registreerimistaotluse esitamise kuupäev: 07.09.2007</p> <p>(24) Registreeringu kehtivuse alguse kuupäev: 07.09.2007</p> <p>(45) Kasuliku mudeli kirjelduse avaldamise kuupäev: 15.01.2008</p>	<p>(73) Kasuliku mudeli omanikud:</p> <p>AS Enteh Engineering Elektriku 3, 30328 Kohtla-Järve, EE AS Silbet Ahtme mnt 117, 31027 Kohtla-Järve, EE</p> <p>(72) Kasuliku mudeli autorid:</p> <p>Vladimir Sidorkin Puru tee 18b-55, 41534 Jõhvi, EE Vjatšeslav Šlök Soo põik 10, 41536 Jõhvi, EE Aleksander Vorobjov Rohu 15, 41532 Jõhvi, EE</p> <p>(74) Patendivolinik:</p> <p>Ljubov Kesselman OÜ Kesna Tedre 77-52, 10616 Tallinn, EE</p>
--	---

(54) **Meetod kütuse põletamisel katelseadmetes tekkivate heitgaaside puhastamiseks vääveldioksiidist**

(57) Leiutis käsitleb katelseadmetes kütuse põletamisel, täpsemalt põlevkivi tolmpõletamisel tekkivate heitgaaside vääveldioksiidist puhastamise meetodit. Meetod sisaldab kaltsiumit sisaldava absorbendi reageerimist heitgaasidega, vähemalt osa koldes 2 moodustuvate tolmproduktide eraldamist heitgaasidest, nende peenestamist veskis 13 ja tagastamist ja absorbendina etteandmist heitgaasidesse. Tolmproduktid eraldatakse eelistatavalt pöördkambritest 9 ja multitsüklonitest 7, kus sadestuvad kõige jämedamad osakesed. Uudsus seisneb selles, et absorbendina kasutatakse kaltsiumit sisaldava kütuse põletamisel tekkivaid tolmprodukte (eriti põlevkivituhka), mis pärast peenestamist tagastatakse heitgaasidesse põlemistemperatuuri või sellele lähedase temperatuuri tsooni (600-1000 °C). Käesolev leiutis võimaldab kasutada heitgaaside puhastamiseks põlevkivi põletusjääke, näiteks Eesti põlevkivi tuhka, kõrvaldades vajaduse kasutada puhastamiseks spetsiaalseid absorbente (reagente), näiteks lupja.



Meetod kütuse põletamisel katelseadmetes tekkivate heitgaaside puhastamiseks vääveldioksiidist

Tehnikavaldkond

5 Käesolev leiutis käsitleb katelseadmetes kütuse põletamisel tekkivate heitgaaside puhastamist vääveldioksiidist ja on kasutatav soojusenergeetikas, täpsemalt eesti põlevkivi tolmpõletamisel katelseadmetes.

Tehnika tase

10 Vääveldioksiidi kontsentratsiooni alandamine soojusenergeetikas kasutatavate orgaaniliste kütuste põlemisgaasides on kaasajal tähtis ülesanne, eriti Eestis, kus kütusena kasutatakse laialdaselt põlevkivi ja selle ümbertöötlemise produkte. Peeneks jahvatatud põlevkivi tolmpõletamise iseärasuseks on põlemisproduktides sisalduvate väävli ja selle ühendite, peamiselt vääveldioksiidi, osaline sidumine põlevkivituhas sisalduvate leelis- ja leelismuldmetallide (Ca, Mg, K, Na jt.) oksiidide poolt. Põlevkivi tolmpõletamisel on väävli ja selle ühendite tuhaga sidumise aste 15 ligikaudu 70%, kuid sellest hoolimata jääb vääveldioksiidi heide kõrgeks, mõnikord kuni 4500 mg/nm³. Vastavalt Euroopa Liidu normatiividele on vääveldioksiidi lubatav kontsentratsioon atmosfääri paisatavates suitsugaasides olenevalt seadme võimsusest 400 mg/nm³ kuni 2000 mg/nm³. Seega on väävliühendite sidumiseks põlevkivi tolmpõletamisel nõutavad täiendavad abinõud, võrreldes näiteks 20 soojusenergeetikas tuntud põlevkivi keevkihis põletamise meetodiga, milline kindlustab väävli praktiliselt täieliku sidumise (nimelt vääveldioksiidi SO₂ sisalduse alla 15 mg/nm³) ilma täiendavate meetmeteta.

25 Suitsugaaside puhastamiseks vääveldioksiidist on kõige efektiivsemad märg- ja märg-kuivpuhastusmeetodid, mis on aga kallid nii kapitaal- kui ekspluatatsioonikulude poolest. On teada ka kuivpuhastusmeetodid, mis nõuavad vääveldioksiidi sidumiseks peeneks jahvatatud leelis- ja leelismuldmetallide okside sisaldava tahke absorbendi sisseviimist kütuse põlemisproduktidesse ega nõua põlemisproduktide niisutamist. Need meetodid on lihtsamad ja odavamad, kuid ka

vähem efektiivsed. Käesoleval ajal ei kasutata põlevkivi tolmpõletamisel ei neid ega teisi tuntud meetodeid tööstuslikus mastaabis.

Käesolevale leiutisele kõige lähedasem tehniline lahendus (prototüüp) on meetod vedelkütusel töötavate katelseadmete heitgaaside puhastamiseks vääveldioksiidist
5 vastavalt patendile RU 2095128 (Eila Kaukainen, Int. Cl. klassid B01D 53/50, 46/32, 46/36; 10.11.1997). See tuntud meetod sisaldab heitgaaside vääveldioksiidi reageerimist kaltsiumit sisaldava absorbendiga, reaktsioonijärgse tolmprodukti ja reageerimata absorbendi eraldamist, nende peenestamist ja peenestamisjärgset tagastamist puhastustsükklisse. Selle meetodi juures aga heitgaasid jahutatakse
10 enne kaltsiumit sisaldava absorbendi sisestamist temperatuurini alla 100 °C, eelistatavalt kas veega või spetsiaalses jahutusseadmes ning absorbendina kasutatakse lupja.

Viidatud heitgaaside puhastamise meetodi puuduseks on täiendavate seadmete vajadus heitgaaside jahutamiseks ning maavarade nagu lubja ja lubjakivi
15 kasutamine absorbendina-reagendina väävli sidumiseks, mis teeb puhastusprotsessi seetõttu keerukamaks ja kallimaks.

Käesoleva leiutise eesmärgiks on lihtsama ja ökonoomsema meetodi loomine, mis kindlustaks heitgaaside efektiivsema puhastamise vääveldioksiidist ja ühtlasi oleks sobiv kasutamiseks soojusenergeetikas põlevkivi, sealhulgas eesti põlevkivi
20 põletamise heitgaaside puhastamisel.

Leiutise olemus

Leiutise eesmärgi saavutamiseks katelseadmete heitgaaside vääveldioksiidist puhastamise meetodis, mis sisaldab kaltsiumit sisaldava absorbendi reageerimist heitgaasidega, vähemalt osa tolmproduktide eraldamist heitgaasidest, vähemalt osa
25 tolmproduktide peenestamist ja nende järgnevat absorbendina tagastamist heitgaasidesse, kus erinevalt prototüübist:

kasutatakse absorbendina kaltsiumit sisaldava kütuse, nagu põlevkivi, põletamise tolmprodukte ja eraldatud tolmproduktid tagastatakse heitgaasidesse kütuse

põlemistemperatuuri või sellega lähedase temperatuuriga tsooni, sealjuures eraldatud tolmproduktide peenestamine teostatakse osakeste suuruseni, mis on väiksem kui eraldatud tolmproduktide osakeste suurus.

5 Põlevkivi põletamise tolmproduktides (edaspidi – tuhk) võib kaltsium või vastavalt kaltsiumoksiid (CaO) olla kolmes olekus – seotuna karbonaatidega (põhiliselt põlemisel mittelagunenud CaCO_3 -na), seotuna tuha teiste mineraalsete komponentidega (näiteks ühenditena $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, $5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$, $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ja kaltsiumoksiidi ning alumo- ja ferrosilikaatide muude ühenditena) või vaba kaltsiumoksiidina (CaO_c). Väävliühendite sidumisel osaleb kõige aktiivsemalt just 10 CaO_c . Väävliühendite põlevkivituhaga sidumise efektiivsus sõltub vaba kaltsiumoksiidi sisaldusest tuhas, temperatuurist absorbendi ja heitgaaside reageerimise tsoonis ja reaktsiooni kestvusest, samuti ka kaltsiumisi-saldusega absorbendi (põlevkivituha) osakeste suuruselt.

15 Leiti, et leiutisekohases meetodis kaltsiumit sisaldava kütuse, k.a põlevkivi põletamisel moodustuva heitgaasidega kaasa lenduva tuha, mis sisaldab küllalt suurt hulka reageerimata vaba kaltsiumoksiidi, tagastamine heitgaasidesse ja selle tuha korduv kasutamine absorbendina väävliühendite sidumiseks võimaldab oluliselt suurendada heitgaaside väävliühenditest puhastamise efektiivsust, mis saavutatakse tänu täiendava (tagastatavas tuhas sisalduva) vaba kaltsiumoksiidi 20 sissetoomisele. Prototüübiga võrreldes võimaldab see põlevkivi põletamisel loobuda lubja või lubjakivi kasutamisest absorbendina, lihtsustab ja odavdab puhastusmeetodit kindlustades gaaside väävlist puhastamise kõrge taseme.

Absorbendina tagastatav tuhk viiakse heitgaasidesse tsoonis, kus temperatuur on lähedane kütuse põlemistemperatuurile, seega koldesse põleti kohale ja/või katla 25 gaasikäikudes kolde vahetus läheduses. See soodustab tagastatava absorbendi ja heitgaaside vastastikust mõjustamist (reageerimist) peaaegu heitgaaside moodustumise hetkest alates ja kindlustab reagentide koosviibimisele gaasikäikudes pika kestvuse. Seetõttu suureneb prototüübiga võrreldes väävli sidumise tase.

Tuhka võib eraldada gaasitrakti kõikidest osadest, kuid oluliseks teguriks on see, et tagastatava ja heitgaasidesse lisatava tuha osakeste suurus peab olema väiksem kui eraldatud tuhal. Suured osakesed, mis eraldatavas tuhas moodustavad olulise osa ja sisaldavad kõige rohkem reageerimata kaltsiumoksiidi, peenestatakse enne koldesse sisestamist suuruseni, mis on väiksem kui eraldataval tuhal. Peenestamise tulemusena tuha kui absorbendi aktiivsus tõuseb suuremate osakeste lõhkumise, kaltsiumoksiidi vabanemise ning kaltsiumoksiidi ja vääveldioksiidi vahelise kontaktpinna suurenemise tõttu.

Leiutise ülalnimetatud tunnuste kogumi kaudu tagatakse lihtsam ja odavam meetod, mis võimaldab puhastada heitgaase vääveldioksiidist ilma maavarasid absorbendina kasutamata ja on sobiv kasutamiseks soojusenergeetikas põlevkivi põletamise heitgaaside puhastamisel. Seega võimaldab käesolev leiutis eesmärgi saavutamist.

Leiutisekohase meetodiga saavutatakse parim efekt siis, kui absorbendina kasutada pöördkambritest ja/või multitsüklonitest, eelistatavalt just pöördkambritest eraldatud põlevkivituhka, mis sisaldab suuremaid osakesi kõige enam ja on kõige suurema vaba kaltsiumoksiidi sisaldusega. Seejuures saavutatakse väävli sidumise efekt nii absorbendi vaba kaltsiumoksiidi sisalduse suurenemisest kui ka absorbendi eripinna suurenemisest, mis tuleneb tuha suurte osakeste eelnevast peenestamisest enne koldesse sisestamist.

Leiutisekohase meetodi puhul saab väävlioksiidide sidumise efektiivsust tõsta põlevkivituhale täiendava vaba kaltsiumoksiidi sisaldava ja absorbendina toimiva aktiivse komponendi lisamisega. Sel juhul peenestatakse (jahvatatakse) täiendav komponent üheaegselt eraldatud tolmproduktiga (nt põlevkivituhaga) veskis ja saadud jahvatusprodukt lisatakse absorbendina heitgaasidesse. Komponentide vahetamine jahvatusproduktis võib sealjuures olla suvaline. Vaba kaltsiumoksiidi kõrgema sisaldusega jahvatusprodukti gaasikäiku sisestamisel väävli sidumise efektiivsus suureneb.

Eelistatavalt võib täiendava komponendina (absorbendina) kasutada tükklupja ja/või lubjakivi ja/või teistelt seadmetelt pärinevat põlevkivituhka ja/või muud aktiivset ainet,

mis sisaldab heitgaaside väävli siduvaid leelis- või leelismuldmetallide katioone. Pärast koos tuhaga veskis jahvatamist ja heitgaasidesse (põlemistemperatuuriga lähedast temperatuuri omavasse tsooni) sisestamist laguneb täiendav absorbent kõrge temperatuuri mõjul osaliselt vabaks kaltsiumoksiidiks ja süsihappegaasiks.

- 5 Vabanev kaltsiumoksiid tõstab absorbendi aktiivsust ja seega kütuse heitgaasides sisalduva vääveldioksiidi sidumist.

- 10 Leiutisekohane meetod on kasutatav ka põlevkivi ja selle termilise töötuse produktide nagu põlevkiviõli, generaatorigaasi või poolkoksistamise gaasi, segu kütusena kasutamise korral, mille põlemisel samuti eralduvad gaasilised väävliühendid (s.o vääveldioksiidid). Ka nendel juhtudel parandab tolmproduktide eraldamine, jahvatamine ja protsessi tagastamine väävli sidumise efektiivsust.

- 15 Leiutisekohase meetodi puhul võib vähemalt osa gaasitraktist eraldatud tolmproduktist, st põlevkivituhast pärast selle peenestamist kasutada absorbendina ka teisel kütusel, mille põlemisel tekivad väävliühendeid sisaldavad heitgaasid, töötavas katelseadmes. Väävli sidumine absorbendina lisatava põlevkivituha vaba kaltsiumoksiidiga alandab selle seadme heitgaaside SO₂ kontsentratsiooni efektiivselt.

- 20 Leiutisekohase meetodi eelistatud teostusvariandis toimub eraldatud põlevkivi tolmproduktide tagastamine heitgaasidesse temperatuuride 600-1000 °C tsoonis. See tsoon asub koldes põleti läheduses või põleti kohal ja koldega liituvates gaasikäikudes. Tolmproduktide sisestamisega sellesse tsooni tagatakse piisavalt kestev absorbendi kontakt moodustuvate heitgaasidega optimaalses temperatuurivahemikus, mis kindlustab väävli intensiivse sidumise absorbendiga.

Jooniste lühikirjeldus

- 25 Leiutisekohane meetod on illustreeritud joonisel fig 1, millel on kujutatud heitgaaside vääveldioksiidist puhastamise põhimõtteline skeem kütusena põlevkivi kasutava katelseadme näitel.

Leiutise eelistatuim teostusnäide

Käesolev meetod võib olla rakendatud joonisel fig 1 kujutatud katelseadme tingimustes, kus kütusena kasutatakse põlevkivi. Joonisel fig 1 on skemaatiliselt kujutatud katelseade 1, mille põlevkivikatel on varustatud koldega 2, põlevkivi 5 tolmpõletamise põletitega 3 ja absorbendi sisestamise düüsidega 4, gaasikäikudega 5, millistes paiknevad auru ülekuumendid 6, ökonomaiser 7 ja õhu eelsoojendi 8, samuti pöördkambritega 9. Katelseadme juurde kuulub veel multitsüklon 10, elektrifilter 11 ja suitsukorsten 12. Seadme juurde kuulub veel veski 13 eraldatavate 10 tolmutujuliste tuhajääkide (s.o tolmproduktide) jahvatamiseks ja väljaviik 14 tuhajääkide eemaldamiseks hoidlasse. Veskil 13 on sisseviik 15 täiendava absorbendi sisseviimiseks. Ala koldest 2 kuni korstnani 12 moodustab gaasitrakti.

Leiutisekohase meetodi ühe teostusnäite juures toimub põlevkivi põlemisgaaside puhastamine järgmiselt.

Tolmpõlevkivi puhutakse koldesse 2 põletiga 3. Põlevkivi põlemisel moodustuvad 15 koldes tolmproduktid, st kaltsiumoksiidi sisaldav põlevkivituhk, samuti vääveldioksiidi sisaldavad heitgaasid. Kõik tuhaosakesed, sõltumata nende suurusest, sisaldavad kaltsiumoksiidi. Vaba kaltsiumoksiid toimib absorbendina (reagendina) ja seob vääveldioksiidi juba koldes 2, vahetult põlevkivi põlemisel heitgaaside moodustumisel. Tolmproduktide heitgaasidest eraldamine teostatakse gaasikäigu 20 mitmes osas. Tuha kõige suuremad osakesed sadestuvad pöördkambrite 9 allosas ja multitsüklonites 10, kergemad osakesed püütakse kinni elektrifiltris 11. Täpsemalt sadestuvad pöördkambrite 9 allosas põlevkivituha kõige suuremad osakesed (osakesed mediaandimeetriga 130-180 mkm, mis üldisest tuha kogusest moodustavad ligikaudu 8%), multitsüklonites 10 peenemad osakesed (50-69 mkm, 25 ligikaudu 32%), elektrifiltris 11 püütakse kõige peenemad osakesed (5-12 mkm, ligikaudu 20%). Tolmprodukti suuremad osakesed eraldatakse pöördkambrite 9 ja multitsüklonite 10 alt ja suunatakse peenestamisele veskisse 13, kus need peenestatakse osakeste suuruseni, mis on väiksem kui eraldatud tolmprodukti osakeste suurus. Kõige eelistatavam on eraldada tuhka selle järgnevaks 30 jahvatamiseks pöördkambrite 9 alt. Kõige rohkem vaba kaltsiumoksiidi sisaldavate

suuremõõtmeliste tuhaosakeste jahvatamisel suureneb absorbendi kontaktpind ja selle juures vabaneva CaO_c võime väevliühenditega reageerida suureneb enam kui väiksema osakeste suurusega tuha, nimelt elektrifiltrist 11 võetud tuha jahvatamisel. Saadud jahvatusprodukt või osa sellest antakse transportiva õhuvooluga düüsi 4 kaudu koldesse 2 põlevkivi põlemisel moodustuvatesse heitgaasidesse, eelistatavalt 5 temperatuurivahemikus 600-1000 °C. Jahvatusprodukt võib olla antud kolde 2 ülaosasse või auru ülekuumendi 6 gaasikäiku 5. Kolde 2 ekraanpaneelidel võivad absorbendi sisestamise düüsid 4 asuda erinevatel kõrgustel, et katla koormuse muutumisel saaks kasutada neid düüse, mis tagavad absorbendi sattumise 10 asukohta muutnud põlevkivi põlemistemperatuuri tsooni või selle lähedale. Seega tagatakse atmosfääri väljuva gaasi lubatav vääveldioksiidi sisaldus.

Vajaduse korral võib samaaegselt koos eraldatud tolmproduktiga sisseviigi 15 kaudu veskisse 13 anda täiendavat komponenti (absorbenti), näiteks tükklupja ja/või lubjakivi ja/või teiste seadmete põlevkivituhka ja/või muud aktiivset ainet, mis on 15 võimeline heitgaaside väävliit siduma.

Veskis peenestatud absorbendi sisestamine koldesse ei mõjuta pöördkambrites 9 ja multitsüklonites 10 sadestuvate suurte osakeste üldhulka, kuna jahvatatud absorbendi peenemad osakesed kanduvad elektrifiltrisse 11, kus need püütakse koos põhilise põlemisprotsessi tuha peente osakestega.

20 Leiutisekohast meetodit saab rakendada ka nendes katelseadmetes, mis kasutavad kütusena põlevkivi koos põlevkivi termilise töötlemise saadustega (põlevkiviõli, gaasigeneraatorite gaas või poolkoksistamise gaas), tagades heitgaaside efektiivse puhastamise väävliühenditest.

25 Katelseadmest, mis töötab käesoleval leiutisekohasel meetodil, võib osa gaasitraktist eraldatud produktist (tuhast) pärast selle jahvatamist anda kaltsiumit sisaldava absorbendina teise katelseadme koldesse, mille põlemisgaasid sisaldavad väävliühendeid. Nendeks võivad olla seadmed, kus kasutatakse kaltsiumit mittesisaldavat kütust, näiteks generaatorigaasil, poolkoksistamise gaasil või põlevkiviõlil töötavad katlad.

Tööstuslik kasutatavus

Käesolev leiutisekohane meetod katelseadmetes kütuse põletamisel tekkivate heitgaaside puhastamiseks vääveldioksiidist võib leida kasutamist soojusenergeetikas, täpsemalt eesti põlevkivi või põlevkivi ja selle termilise 5 töötlemise produktide (põlevkiviõli, generaatorigaasi ja/või poolkoksistamise gaasi segu) tolmpõletamisel katelseadmetes.

Käesolev leiutisekohane meetod on rakendatav käesoleval ajal kasutatavate seadmete ja materjalide baasil.

Käesoleva leiutise võimalikud teostusvariandid ei piirdu ülaltooduga. Võimalikud on 10 ka teised variandid kasuliku mudeli nõudluse piirides.

Kasuliku mudeli nõudlus

1. Meetod katelseadmetes kütuse põletamisel tekkivate heitgaaside vääveldioksiidist puhastamiseks, milles kaltsiumit sisaldav absorbent pannakse reageerima heitgaasidega, vähemalt osa tekkinud tolmproduktidest eraldatakse
5 heitgaasidest, vähemalt osa eraldatud tolmproduktidest peenestatakse ja tagastatakse seejärel absorbendina heitgaasidesse, mis **erineb** selle poolest, et absorbendina kasutatakse kaltsiumit sisaldava kütuse nagu põlevkivi põletamisel tekkivaid tolmprodukte, eraldatud tolmproduktid tagastatakse heitgaasidesse kütuse põlemistemperatuuri või sellega lähedase temperatuuriga tsooni, sealjuures
10 eraldatud tolmproduktide peenestamine teostatakse osakeste suuruseni, mis on väiksem kui eraldatud tolmproduktide osakeste suurus.
2. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1, mis **erineb** selle poolest, et absorbendina kasutatakse katelseadme pöördkambritest ja multitsüklonitest, eelistatavalt pöördkambritest eraldatud tolmprodukte.
- 15 3. Meetod vastavalt nõudluspunktile 1 ja 2, mis **erineb** selle poolest, et eraldatud tolmprodukti peenestatakse veskis, millesse üheaegselt antakse absorbendina vähemalt üks täiendav komponent, kusjuures komponentide vahekord saadud jahvatusproduktis võib olla suvaline.
- 20 4. Meetod vastavalt nõudluspunktile 3, mis **erineb** selle poolest, et täiendava komponendina kasutatakse tükklupja ja/või lubjakivi ja/või teistelt seadmetelt pärinevat põlevkivituhka ja/või muud aktiivset ainet, mis sisaldab heitgaaside väävli siduvaid leelis- või leelismuldmetallide katioone.
- 25 5. Meetod vastavalt ühele nõudluspunktidest 1-4, mis **erineb** selle poolest, et kütusena kasutatakse põlevkivi koos selle termilise töötlemise produktidega nagu põlevkiviõli ja/või generaatorigaas ja/või poolkoksistamise gaas.

6. Meetod vastavalt ühele nõudluspunktidele 1-5, mis **erineb** selle poolest, et vähemalt osa eraldatud tolmproduktidest kasutatakse pärast peenestamist absorbendina teises katelseadmes.
7. Meetod vastavalt ühele nõudluspunktidele 1-6, mis **erineb** selle poolest, et eraldatud tolmproduktid tagastatakse heitgaasidesse tsooni põlemistemperatuuriga 600-1000 °C.

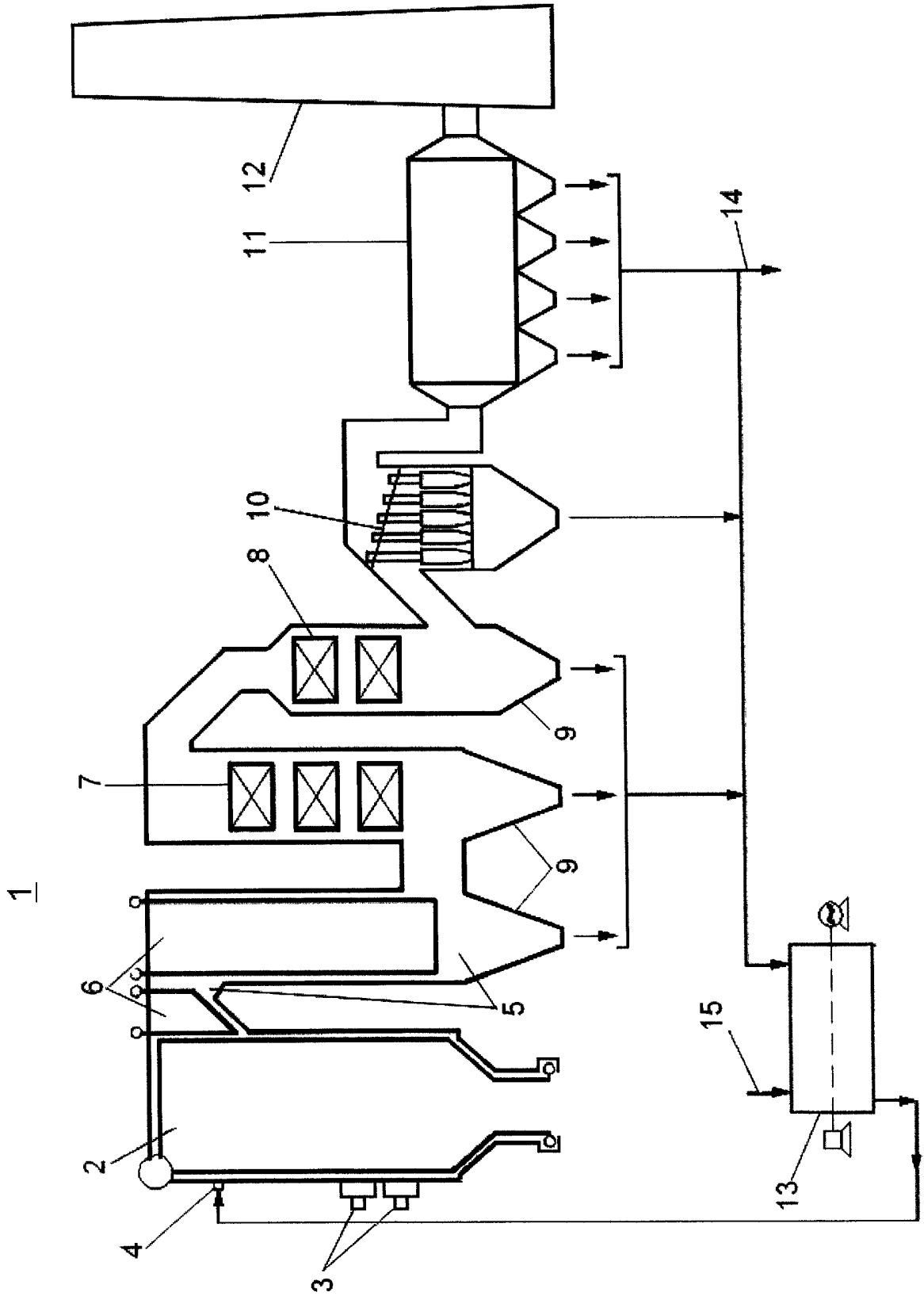


FIG 1