



(19) Országkód

**HU**



**MAGYAR  
KÖZTÁRSASÁG**

**MAGYAR  
SZABADALMI  
HIVATAL**

## SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

**218 059 B**

(21) A bejelentés ügyszáma: P 96 02258  
(22) A bejelentés napja: 1995. 01. 26.  
(30) Elsőbbségi adatok:  
08/198,694 1994. 02. 18. US  
(86) Nemzetközi bejelentési szám: PCT/US 95/01136  
(87) Nemzetközi közzétételi szám: WO 95/22717

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

**F 22 B 1/00**

(40) A közzététel napja: 1997. 09. 29.  
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi  
Közlönyben: 2000. 05. 29.

(72) Feltalálók:

Alexander, Kiplin C., Wadsworth, Ohio (US)  
Belin, Felix, Brecksville, Ohio (US)  
James, David E., Barberton, Ohio (US)

(73) Szabadalmas:

The Babcock & Wilcox Company, New Orleans,  
Louisiana (US)

(74) Képviseelő:

Sipos József, DANUBIA Szabadalmi és Védjegy  
Iroda Kft., Budapest

### (54) **Keringő fluidágyas reaktor, valamint eljárás az ágyhőmérséklet szabályozására egy keringő fluidágyas reaktorban**

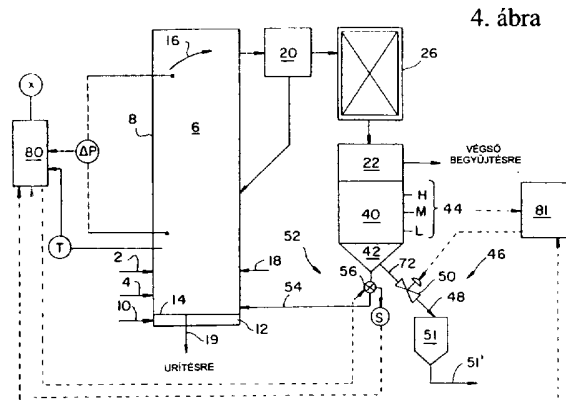
#### KIVONAT

Egy úgynevezett keringő fluidágyas (CFB) reaktor reaktorterében (6) az ágyhőmérsékletet egy másodlagos részecskeleválasztó (22) által begyűjtött részecskék CFB reaktorba való visszakeringtetési rátájának változtatásával szabályozzák. Egy részecsketároló egység (40), amely úgy van méretezve, hogy kellő készlete legyen a tüzelőanyag/szorbens arány változásai és/vagy a terhelésváltozások által eredményezett ágykészlet/hőmérséklet-szabályozáshoz, a másodlagos részecskeleválasztó (22) által begyűjtött részecskéket tárolja.

A részecsketároló egység (40) elhelyezhető vagy közvetlenül a másodlagos részecskeleválasztó (22) alatt, vagy egy távolabbi helyen is. A másodlagos részecskeleválasztó (22) által begyűjtött részecskék kedvezőbbek a szabályozáshoz az elsődleges részecskeleválasztó (20) részecskéinél, tekintettel kisebb méreteikre és alacsonyabb hőmérsékletükre. Ezen részecskék reaktorhoz való visszakeringtetési rátáját egy ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer (80) szabályozza. A részecsketároló egységre (40) szintérezékelő egységek (44) vannak felszerelve. Egy, az ágyhőmérséklet-szabályozó rendszerrel (80) együttműködő szilárdanyag-tárolási szintet szabályozó rendszer (81) egy üritőegységen (46) keresztül sza-

bályozza a részecsketároló egységben (40) levő szilárdanyag-készletet.

A találmány eljárásra is vonatkozik, mely eljárás a CFB reaktor reaktorterében (6) keringő fluidágy hőmérsékletének szabályozására szolgál, és amelynek az a lényege, hogy a másodlagos részecskeleválasztó (22) által begyűjtött részecskéket részecsketároló egységben (40; 60) tárolják, és a reaktortér (6) alsó részébe áramló szilárd anyagok visszakeringtetési rátáját szabályozzák.



**HU 218 059 B**

A találmány szélesebb értelemben az úgynevezett keringő fluidágyas (CFB = „circulating fluidized bed”) reaktorokra vagy tüzelőberendezésekre vonatkozik, míg szűkebben vett tárgya egy keringő fluidágyas reaktor és eljárás az ágyhőmérséklet szabályozására egy ilyen keringő fluidágyas reaktorban. A találmány szerinti megoldás lényege egy másodlagos részecskeleválasztó által begyűjtött és annak részecsketaroló egységéből a CFB reaktorba továbbított részecskék visszakeringtetési rátájának szabályozása.

Az ipari folyamatokban történő felhasználásra és/vagy villamos áram fejlesztésére termelt gőz előállítására jól ismertek az úgynevezett keringő fluidágyas (CFB) reaktorok vagy tüzelőberendezések. Az 1., 2. és 3. ábra különféle ismert CFB reaktorkialakításokat tüntet fel. Ezek az ábrák a CFB reaktort vagy tüzelőberendezést összességében 1 hivatkozási számmal jelöltük. Az 1 reaktor 6 reaktortérnek vagy tűztérnek fennérszébe 2 tüzelőanyag és 4 szorbens van betáplálva, ahol a 6 reaktorteret vagy tűzteret általában folyadékűtésű csövek által képzett 8 határolófalak határolják. Az égéshez és a fluidizáláshoz szükséges 10 levegő egy 12 légkamrába van bevezetve, ahonnan egy 14 elosztólemez nyílásain keresztül lép be a 6 tűztérbe. Az elragadott 16 részecskét vagy szilárd anyagokat (reagáló és nem reagáló részecskéket) tartalmazó füstgáz felfelé áramlik a 6 tűztéren keresztül, hőt kibocsátva a 8 határolófalak felé. A legtöbb kialakításnál járulékos levegő van betáplálva a 6 tűztérbe tüzelés feletti 18 légtápvezetékeken keresztül. Ugyancsak be van építve egy 19 ágyfenék-leürítő egység is.

Mind reagáló, mind pedig nem reagáló szilárd anyagokat magával ragad a füstgáz a 6 tűztérben, és a felfelé haladó gázáram ezeket a szilárd anyagokat egy, a 6 tűztér felső részében levő kimenethez szállítja. Ott a szilárd anyagok egy részét egy elsődleges 20 részecskeleválasztó gyűjti össze, és juttatja vissza a 6 tűztér alsó részébe szabályozott vagy nem szabályozott időegységenkénti mennyiségben. Az elsődleges 20 részecskeleválasztó begyűjtési határfoka általában nem elégséges a 6 tűztérben levő részecskék oly mértékű visszatartására, amennyire az szükséges lenne a hatékony működéshez és/vagy a környezetbe kibocsátott gázok szilárdanyag-tartalmának megkívánt csökkentéséhez. Emiatt járulékos részecskeleválasztók vannak felszerelve a gázáramlás útjába az elsődleges 20 részecskeleválasztó után.

Ami az 1. ábrán látható egyik ismert CFB 1 reaktort illeti, ebben egy másodlagos 22 részecskeleválasztó és az ehhez hozzárendelt 24 szilárdanyag-visszakeringtető vezeték úgy vannak felszerelve, hogy összegyűjtsék és visszaáramoltassák az elsődleges 20 részecskeleválasztón átjutott részecskéket, miként az a hatékony keringő fluidágyas üzemeléshez szükséges. A gázok és szilárd anyagok hőt bocsátanak ki az elsődleges 20 részecskeleválasztó és a másodlagos 22 részecskeleválasztó között elhelyezett konvekciós 26 fűtőfelületek felé. Végül egy végső vagy harmadlagos 28 részecskeleválasztó is be van építve a külső környezet felé tartó gázáramlás útjába (a füstgáz és az elragadott 16 részecskék áramlási irá-

nyát tekintve) a másodlagos 22 részecskeleválasztó után a gáz végső megtisztítására, hogy ki legyenek elégitve a részecskékibocsátásra vonatkozó környezetvédelmi előírások. Itt célszerűen egy 30 üritőrendszer működtethető a füstgázból a másodlagos 22 részecskeleválasztó által begyűjtött szilárd anyagok eltávolítására.

Egy másik, a 2. ábrán vázlatosan bemutatott elrendezésnél a másodlagos 22 részecskeleválasztó képezi a végső részecskeleválasztót. Ebben az esetben a keringő fluidágyas 6 tűztér megfelelő működéséhez igényelt részecske-visszatartás javítására a másodlagos 22 részecskeleválasztó által begyűjtött szilárd anyagok vagy részecskék egy részét vissza lehet keringtetni a 24 szilárdanyag-visszakeringtető vezetéken keresztül a keringő fluidágyas 6 tűztér (reaktortér) alsó részébe. Ennél a kiviteli változatnál is egy 30 üritőrendszer távolítja el a másodlagos 22 részecskeleválasztó által a füstgázból begyűjtött szilárd anyagokat.

Ha szilárdanyag-visszakeringtetés szükséges a másodlagos 22 részecskeleválasztóból a berendezés hatékony működéséhez, a visszakeringtetés mértéke (a továbbiakban visszakeringtetési ráta) megfelel a CFB-rendszer adott szilárdanyag-beáramlás melletti anyagmértékének, és függvénye a szilárd anyagok fizikai jellemzőinek, illetve az elsődleges és másodlagos 20, 22 részecskeleválasztók hatásfokának, emellett a visszakeringtetési rátával szemben támasztott korlátok és célok az alábbi tényezőkre vezethetők vissza: a) a 24 szilárdanyag-visszakeringtető vezeték kapacitása; b) a maximálisan megengedett szilárdanyag-terhelés a konvekciós 26 fűtőfelületen az elsődleges 20 részecskeleválasztó után; c) az optimális CFB reaktorteljesítményt biztosító időegységenkénti anyagáram (a tüzelési hatásfok, a szorbenshasznosítás, a konvekciós fűtőfelület erőziónja, a szilárdanyag-visszakeringtető rendszer működési és/vagy karbantartási költségeinek figyelembevételével) és d) az ágyhőmérséklet legalsó határa a keringő fluidágyas 6 tűztérben.

Ha a másodlagos 22 részecskeleválasztótól jövő szilárdanyagok visszakeringtetési rátája korlátozva van a fentebb említett korlátok valamelyike miatt ahhoz a rátához képest, ami egyébként az anyagmérték alapján adódna, a keringtetett szilárdanyagok feleslegét az 1. és 2. ábrán látható módon eltávolítják a másodlagos 22 részecskeleválasztóból egy lerakóhelyre a 30 üritőrendszeren keresztül, hogy megfeleljenek a visszakeringtetési ráta korlátozásának.

Az ismert rendszerekben csak egy minimális szilárdanyag-készletet tartanak meg a másodlagos 22 részecskeleválasztó másodlagos részecsketaroló 32 bunkerjában az üritési ráta 30 üritőrendszer általi szabályozásával. Ezekben a rendszerekben a másodlagos 22 részecskeleválasztóból visszakeringtetett szilárdanyagok időegységenként visszaáramló mennyiségének, a visszakeringtetési rátának a növelése a CFB reaktorban levő szilárdanyag-készlet növelése céljából csak lassan végezhető. A visszakeringtetett anyagáram (és készlet) rátájának változását a másodlagos 22 részecskeleválasztó üritési rátájának változása határozza meg, amely üritési ráta nullára csökken, ha a visszakeringtetett

anyagáram nőni kezd. Az 1. ábra szerinti rendszerek-nél ez az üritési ráta jellemzően nem több mint a visszakeringtetett anyagáram 10%-a, és a visszakeringtetett anyagáram növekedésének mértéke nem elegendő a reaktor készletének megfelelő szabályozására.

A 3. ábra egy, az US 4 538 549 számú szabadalmi leírásból ismert CFB-rendszerű reaktort, illetve kazánt tüntet fel vázlatosan. Ebben a rendszerben a CFB 1 reaktor 6 tűzterében uralkodó ághőmérsékletet a 6 tűztérben keringő szilárd anyagok készletének változtatásával szabályozzák, mégpedig szabályozva az elsődleges 20 részecskeleválasztó által begyűjtött és az elsődleges 20 részecskeleválasztó alatt elrendezett elsődleges részecsketároló 34 bunkerban tárolt szilárd anyagok visszakeringtetési rátáját. Az elsődleges részecsketároló 34 bunkerban levő szilárd anyagok tömege a CFB 1 reaktor szabályozási igényeinek megfelelően változtatható. Amennyiben nagyobb szilárdanyag-készletre (a továbbiakban röviden készletre) van szükség a 6 tűzterben az ághőmérséklet csökkentéséhez, akkor egy nem mechanikus L szelepet tartalmazó 36 felszállócsövön keresztül, amely összeköti az elsődleges részecsketároló 34 bunkert a 6 reaktortér, illetve tűztér alsó részével, növelik a szilárd anyagok visszakeringtetési rátáját. A tárolt ágyanyag egy része így átkerül a 6 tűztér készletébe és annak részévé válik. Ha csökkenteni kell a CFB reaktor 6 tűzterének készletét, akkor ellentétes folyamat zajlik, aminek eredményeként szilárd anyagok gyűlnek fel az elsődleges részecsketároló 34 bunkerban.

A 3. ábrán bemutatott CFB-rendszerben a másodlagos 22 részecskeleválasztóból visszakeringtetett szilárd anyagok áramlási rátája (időegységenként átáramló mennyisége) „szabályozatlan, de önbeálló” (vesd össze: US-4 538 549, 7. oszlop, 16–19. sorok), amint azt az anyagmérleg meghatározza. A fenti CFB-rendszerű reaktortól vagy kazánal, valamint az ezek szabályozási eljárásával kapcsolatban nyert működési tapasztalatok azonban az alábbi hátrányokat mutatták:

- a) az elsődleges részecsketároló 34 bunkerban tárolt szilárd anyagok továbbítása a tömörített ágyszakaszban áramoltathatósági problémákat okoz, mivel a tömörített ágyszakaszban áthaladó részecskék összecsomósodásra hajlamosak a mintegy 870 °C körüli hőmérsékleteken, ami jellemző a fluidágyas tüzelési eljárásoknál, ugyanakkor
- b) a forró részecskék tárolása, továbbítása, valamint az ezen szabályozási eljárás megvalósításához szükséges szabályozóeszközök jelentős költségeket igényelnek, és növelik a CFB-rendszer bonyolultságát.

A jelen találmány bejelentőjének 1993. március 25-én 08/037 986 számon benyújtott szabadalmi bejelentése egy továbbfejlesztett CFB reaktort javasolt, amely-nél a szilárd anyagok egy teljesen belső elrendezésű elsődleges részecskeleválasztóban vannak összegyűjtve, amely az általa begyűjtött részecskéket belül és közvetlenül juttatja vissza a CFB reaktor alsó részébe. Ez a továbbfejlesztett CFB reaktor ily módon kiküszöböli az

olyan külső visszakeringtetési eszközök alkalmazásának szükségességét, mint a felszállócsövek és az L szelepek, ami lényegesen leegyszerűsíti a CFB reaktor felépítését, és csökkenti annak költségeit. Ezen koncepció hátránya az US 4 538 549 számú leírásban ismertetett megoldáshoz képest abban van, hogy nem biztosítja az ághőmérséklet szabályozhatóságát a CFB reaktorban keringő anyag készletének szabályozásával, ami az elsődleges részecskeleválasztóból visszajuttatott szilárd anyagok visszakeringtetési rátáinak szabályozásán alapulhat.

Ennélfogva nyilvánvaló, hogy fennáll az igény egy olyan eljárás, illetve berendezés iránt az ághőmérséklet szabályozására egy CFB reaktorban vagy tüzelőberendezésben, amely nem egy elsődleges részecskeleválasztó által begyűjtött részecskék szabályozott visszakeringtetésén alapul.

A jelen találmány a fenti és egyéb célok elérését a CFB reaktorban keringő anyag készletének egyedülálló módon végzett szabályozásával biztosítja. Az elsődleges részecskeleválasztóból származó szilárd anyagok CFB reaktorba való visszakeringtetési rátájának szabályozása helyett a jelen találmány értelmében egy másodlagos részecskeleválasztó által begyűjtött szilárd anyagok visszakeringtetési rátáját szabályozzuk, aminek során a szilárd anyagok készletét egy, a másodlagos részecskeleválasztó által begyűjtött szilárd anyagok számára kialakított részecsketároló egység és a CFB reaktor között mozgatjuk.

A szilárd anyagok visszakeringtetési rátáját egy ághőmérséklet-szabályozó rendszerrel szabályozzuk, amely úgy változtatja a tűztéri készletet, hogy fenntartsa a tűztéri hőmérsékletet egy előírányzott szinten. Az előírányzott tűztéri hőmérsékletérték a CFB reaktor terhelésének függvényében adódik. A tűztéri készletet az aktuális és az előírányzott ághőmérséklet közötti különbségtől függően állítjuk be. A tűztéri készlet változtatásait a szilárd anyagoknak a tűztér és a másodlagos részecskeleválasztó tárolóegysége közötti átmozgatásával valósítjuk meg.

A fentieknek megfelelően a találmány elsődleges tárgya egy keringő fluidágyas reaktor, amely reaktornak egy, a fluidizált anyagágyat befogadó és továbbító reaktortere van, és ezen reaktortér egy alsó résszel és egy felső résszel rendelkezik. Egy elsődleges részecskeleválasztó van felszerelve a reaktortéren átáramló és abból kilépő gázzal elragadott részecskék begyűjtésére. Emellett eszközök vannak felszerelve az elsődleges részecskeleválasztó által begyűjtött részecskéknek a reaktortér alsó részébe való visszakeringtetésére. Egy másodlagos részecskeleválasztó van továbbá felszerelve az elsődleges részecskeleválasztó után az elragadott és a reaktortérből kiáramlott füstgázban még mindig visszamaradt részecskék további begyűjtésére. Részecsketároló egységek vannak ezenkívül előírányozva a másodlagos részecskeleválasztó által begyűjtött részecskék tárolására. Ezeknek a részecsketároló egységeknek a tárolókapacitását a reaktortérben keringő azon szilárdanyag-készlet ingadozási tartománya határozza meg, amely készlet az ághőmérséklet-szabályozáshoz szük-

séges, figyelembe véve a tüzelőanyag- és szorbens jellemzők várható ingadozásait és a reaktor terhelésváltozásait. Ezenkívül egy visszakeringtető rendszer van kiépítve a másodlagos részecskeleválasztó által begyűjtött és a részecskeátaroló egységben tárolt részecskéknek a reaktortér alsó részébe való szabályozható visszakeringtetésére. Emellett be van építve egy ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer a részecskeátarolóból a reaktortérbe visszakeringtetett részecskék visszakeringtetési rátájának szabályozására a keringő fluidágyas reaktorban keringő szilárd anyagok készletének változtatásához, ami a reaktortérben levő keringő fluidágy hőmérsékletének szabályozásához szükséges. Végezetül egy, a szilárd anyagok tárolási szintjét szabályozó egység van felszerelve, amely együttműködik az ágyhőmérséklet-szabályozó rendszerrel, és amely szabályozza a szilárd anyagok készletét a részecskeátaroló egységben, miként az szükséges az ágyhőmérséklet-szabályozáshoz.

A találmány további tárgyát képezi egy olyan keringő fluidágyas reaktor, amelynél a részecskeátaroló egység egy, a másodlagos részecskeleválasztótól távolabbi helyen van elrendezve.

Végül szintén a találmány tárgyát képezi egy eljárás a keringő fluidágyas reaktor reaktorterében tárolt és azon keresztül továbbított szilárd anyagokból álló keringő fluidágy ágyhőmérsékletének szabályozására, ahol a reaktor elsődleges és másodlagos részecskeleválasztót tartalmaz. Ezen eljárás főbb lépéseihez tartozik a reaktortéren keresztülráamló és azt elhagyó gázáram által elragadott részecskék begyűjtése az elsődleges részecskeleválasztóban, és ezen részecskék szabályozatlan visszajuttatása a reaktortér alsó részébe. A másodlagos részecskeleválasztót az elragadott és a reaktorteret elhagyó gázáramban még az elsődleges részecskeleválasztón történt áthaladás után is visszamaradt részecskék további begyűjtésére használjuk. Ezeket a másodlagos részecskeleválasztó által begyűjtött további részecskéket egy részecskeátaroló egységben tároljuk, és szabályozhatóan visszakeringtetjük egy, a részecskeátaroló egységhez kapcsolt bunkerból a reaktortér alsó részébe, hogy megváltoztassuk a keringő fluidágyas reaktorban keringő szilárd anyagok készletét, amint az a keringő fluidágy ágyhőmérsékletének szabályozásához szükséges a reaktortérben.

A találmány és az alkalmazásához fűződő előnyök jobb megértése érdekében a találmányt részletesebben előnyös kiviteli példák kapcsán, a csatolt rajz alapján ismertetjük.

A rajzon

az 1. ábra egy ismert keringő fluidágyas (CFB-) rendszer vázlatos felépítését mutatja külső elsődleges, másodlagos és harmadlagos részecskeleválasztókkal, és a begyűjtött részecskéknek az elsődleges és másodlagos részecskeleválasztóból a CFB reaktorba való visszakeringtetésével,

a 2. ábra egy ismert CFB-rendszer vázlatos felépítését tünteti fel külső elsődleges és másodlagos részecskeleválasztókkal, valamint a begyűjtött részecskéknek az el-

sődleges és másodlagos részecskeleválasztóból a CFB reaktorba való visszakeringtetésével,

a 3. ábra egy ismert CFB-rendszer vázlatos felépítését mutatja külső elsődleges és másodlagos részecskeleválasztókkal, a begyűjtött részecskéknek egy elsődleges részecskeátarolóból a CFB reaktorba történő szabályozott visszakeringtetésével a CFB reaktor ágyhőmérsékletének szabályozásához, valamint a másodlagos részecskeleválasztó által begyűjtött részecskéknek a CFB reaktorba való visszakeringtetésével,

a 4. ábra a találmány szerinti berendezés első kiviteli alakjának vázlatos felépítését tünteti fel, ahol eszközök vannak beépítve egy másodlagos részecskeleválasztó által begyűjtött és egy közvetlenül a másodlagos részecskeleválasztó alatt elrendezett tárolóegységben tárolt részecskéknek a CFB reaktorba való visszakeringtetésére szabályozott visszakeringtetési ráta mellett a CFB reaktorban levő keringő szilárd anyagok készletének megváltoztatására, amint azt a CFB reaktor ágyhőmérsékletének szabályozása igényli,

a 4A., 4B. és 4C. ábra a 4. ábra szerinti részecskevisszakeringtető eszközrendszer különböző kiviteli alakjait szemlélteti, míg az 5. ábra a találmány szerinti berendezés egy második kiviteli alakját tünteti fel vázlatosan, ahol a részecskeátaroló egység egy, a másodlagos részecskeleválasztótól távolabbi eső helyen van elrendezve.

Az alábbi ismertetésben az azonos hivatkozási számok mindig azonos vagy hasonló elemeket jelölnek a különböző kiviteli alakokat bemutató ábrákon.

A találmány szerinti berendezés egy első lehetséges kiviteli alakjának vázlatos felépítése látható a 4. ábrán. Szeretnénk nyilvánvalóvá tenni, hogy bár az elsődleges 20 részecskeleválasztó a 4. és 5. ábrán a jobb érthetőség érdekében a 6 reaktortértől elkülönítve van feltüntetve, a 4. és 5. ábrán bemutatott kiviteli alakok szervesen tartalmazzák az 1993. március 25-én 08/037 986 számon benyújtott USA szabadalmi bejelentés kapcsán fentebb ismertetett, továbbfejlesztett CFB 1 reaktort, amelyben a szilárd anyagok egy teljesen belül elrendezett elsődleges részecskeleválasztó által vannak begyűjtve, amely a részecskéket szintén belül és közvetlenül a 6 reaktortér aljába juttatja vissza. A füstgázból egy másodlagos 22 részecskeleválasztó által begyűjtött 16 részecskét szabályozott visszakeringtetési ráta mellett keringtetjük vissza a 6 reaktortérbe, hogy megváltoztassuk az ott keringő szilárd anyagok készletét, és ily módon szabályozzuk a CFB 1 reaktor ágyhőmérsékletét. Egy tüztéri 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer szabályozza a 16 részecskék visszakeringtetési rátáját a 6 reaktortérbe. Különböző érzékelő- és/vagy továbbítóelemek vannak felszerelve az x kazánterhelés, a tüztéri  $\Delta P$  nyomáskülönbség, a T hőmérséklet és a részecske-visszakeringt-

tetési ráta méréseire, amelyek reprezentatív jeleket adnak a CFB 1 reaktor működési feltételeiről a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer felé, így az meg tudja határozni és be tudja állítani a 6 reaktortérbe irányuló kívánt részecske-visszakeringtetési rátát. Egy másodlagos 40 részecske-tároló egység van beépítve a 16 részecskék tárolására; egy 81 (szilárd anyag) tárolási szintet szabályozó rendszer szabályozza a 16 részecskék készletét vagy szintjét a 40 részecske-tároló egységben. A 40 részecske-tároló egység állhat egy tartályból vagy hasonló tárolóból, és jellemzően közvetlenül a másodlagos 22 részecskeleválasztó alatt van elrendezve. Egy 42 bunker van felszerelve a 40 részecske-tároló egység alsó részére. A 40 részecske-tároló egység kapacitását a 6 reaktortérben keringő, az ághőmérséklet szabályozásához szükséges szilárdanyag-készlet ingadozási tartománya határozza meg, figyelembe véve a tüzelőanyag és a szorbens tulajdonságainak várható módosulásait és a terhelésváltozásokat. A 40 részecske-tároló egység egy 44 szintérzékelő egységgel van ellátva, amely a 40 részecske-tároló egységben levő szilárd anyagok szintjének érzékelésére szolgál. A 81 tárolási szintet szabályozó rendszer működése az érzékelt szilárdanyag-szint és egy előre megállapított előírányzott szint összehasonlításán alapul.

Egy első lehetséges kiviteli alaknál a 44 szintérzékelő egység tartalmazhat egy vagy több, a 40 részecske-tároló egységen elhelyezett szilárdanyag-szint-érzékelő elemet, például kapacitív szondákat, hogy ezek érzékeljék a szilárdanyag-szintet egy vagy több különálló, meghatározott helyen. A legegyszerűbb esetben két hely van meghatározva a 40 részecske-tároló egységen, amelyek a szilárd anyagok kívánt „magas” vagy maximális szintjének, illetve „alacsony” vagy minimális szintjének felelnek meg. Igény esetén több szondát is lehet alkalmazni, amelyek mindegyike egy-egy, valamilyen szempontból érdekes szilárdanyag-szinten van elhelyezve a 40 részecske-tároló egységen. Például, amint az az ábrákon látható, adott esetben kiválasztható három szint, ahol az első egy „közepes” M szilárdanyag-szintnek felel meg, a második egy „alacsony” L szilárdanyag-szintnek, míg a harmadik egy „magas” H szilárdanyag-szintnek. Különböző szabályozási műveletek hajthatók így végre, amelyek az érzékelt szilárdanyag-szint és ezen három előre meghatározott szilárdanyag-szint összehasonlításán alapulnak.

Egy második lehetséges kiviteli alaknál a 44 szintérzékelő egység el lehet látva a 40 részecske-tároló egységen belül tetszőleges szilárdanyag-szint folyamatos érzékelésére alkalmas elemekkel. Egy ilyen kiviteli alaknál az ábrákon feltüntetett L, M és H megjelölések azokat a kitűzött szinteket jelölnék, amelyeket előre lehetne állítani a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszerben és a 81 tárolási szintet szabályozó rendszerben, mint a szintérzékelő elemek jelenlegi fizikai elhelyezéseivel.

A 42 bunkerhez egy 46 üritőegység van csatlakoztatva, amely előnyösen egy 72 üritővezeték, egy 48 üritővezeték és egy 50 szilárdanyagáram-szabályozó eszközt tartalmaz, amely 46 üritőegység a 40 részecske-tároló

egységben levő szilárdanyag-szint szabályozására szolgál. Az 50 szilárdanyagáram-szabályozó eszköz általában egy távirányítható kapuszelepet vagy hasonló „ki-be” típusú szabályozóelemet tartalmaz a 81 tárolási szintet szabályozó rendszer ellenőrzése alatt. A 48 üritővezeték egy 51 kiegyenlítőtartályba (puffertárolóba) ürit, amelyből a szilárd anyagokat egy lerakóhelyre távolítjuk el egy 51' szilárdanyag-eltávolító rendszer segítségével, amely előnyösen egy pneumatikus rendszer. Az 51 kiegyenlítőtartály kapacitása úgy van megválasztva, hogy egy pufferkapacitást biztosítson, így az 51' szilárdanyag-eltávolító rendszer kapacitásának nem kell egyenlőnek lennie a 46 üritőegységével, ami lehetővé teszi az 51' szilárdanyag-eltávolító rendszer ciklikus működtetését.

A 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer egy 52 visszakeringtető rendszert szabályoz, hogy a szilárd anyagok kívánt visszakeringtetési rátáját biztosítsa a 40 részecske-tároló egységből a 42 bunkerrel keresztül a 6 reaktortér vagy tüztér alsó részébe abból a célból, hogy módosítsa a reaktorban keringő szilárd anyagok készletét, amint az a CFB 1 reaktor ághőmérsékletének szabályozásához szükséges. Az 52 visszakeringtető rendszer előnyösen egy 54 visszakeringtető vezeték tartalmaz a szilárd anyagoknak a 42 bunkerből a 6 reaktortér alsó részébe való továbbítására. Emellett, amint az a 4. ábrán S jelzéssel feltüntetve látható, eszközök vannak felszerelve az 54 visszakeringtető vezetéken keresztül átáramló szilárd anyagok mennyiségének érzékelésére és szabályozására, valamint tömítőzárás biztosítására a szilárd anyagok 6 tüztérbe való bevezetési helyén uralkodó nagyobb nyomásszint és a 42 bunkerben uralkodó kisebb nyomásszint között. Ezek az érzékelő- és szabályozóeszközök működtetési kapcsolatban állnak a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszerrel.

A jelen találmány többféle kiviteli alakot irányoz elő az 52 visszakeringtető rendszer számára a szilárdanyagáram-szabályozás, illetve a tömítőzárás funkciójának ellátására. Ezeket a kiviteli példákat vázlatosan a 4A., 4B. és 4C. ábrák mutatják. Amint az a 4A. ábrán látható, az 52 visszakeringtető rendszer egyik lehetséges kiviteli alakjánál mechanikus eszközöket, mint például 56 forgószelepet alkalmazunk mind a tömítőzárásra, mind pedig a szilárd anyagok visszakeringtetési rátájának szabályozóeszközeként. Ebben az esetben az 5 forgószelep-sebességet használjuk a szilárd anyagok visszakeringtetési rátájának érzékelésére. Amint az a 4B. ábrán látható, egy második kiviteli alaknál nem mechanikus eszközöket, például 58 L szelepet alkalmazunk. Az 58 L szelepbet betáplált levegő biztosítja a visszakeringtetett szilárd anyagok áramlásának szabályozását. Ebben az esetben az L szelepbet betáplált levegő beáramló mennyiségét használjuk fel a szilárd anyagok visszakeringtetési rátájának érzékelésére. Végül a 4C. ábra olyan elrendezést mutat, amelyben mind mechanikus, mind pedig nem mechanikus eszközöket felhasználunk (forgószelepeket az átáramló mennyiség szabályozására és J szelepet vagy huroktömítést a tömítőzárásra). A 46 üritőegység a 81 tárolási szintet szabályozó rendszer szabályozásának hatására szilárd anyago-

kat őrít le a 42 bunkerból, hogy a kívánt szilárdanyag-szintet tartsa fenn a 40 részecsketároló egységben. Jóllehet a 4A–4C. ábrák az 52 visszakeringtető rendszer három változatát is feltüntetik, nyilvánvaló, hogy egyéb elrendezéseket is alkalmazhatunk.

Amint azt a későbbiekben még részletesebben kifejtik, a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer és a 81 tárolási szintet szabályozó rendszer által végzett szabályozási műveletek a 40 részecsketároló egységben érzékelt szilárdanyag-szint és az előre meghatározott szilárdanyag-szint-határok összevetésének függvényében vannak egymással összehangolva. Így például, ha az érzékelt szint az „alacsony” szint körül vagy ez alatt van, akkor nem lehet növelni a részecskék visszakeringtetési rátáját a CFB 1 reaktor felé, hanem csökkenteni kell mindaddig, amíg a szilárdanyag-szint a 40 részecsketároló egységben az „alacsony” szint fölé nem kerül.

A találmány szerinti berendezés egy második lehetséges kiviteli alakja látható az 5. ábrán. Ebben az elrendezésben egy 60 részecsketároló egység van beépítve a másodlagos 22 részecskeléválasztó által a füstgázból eltávolított 16 részecskék tárolására, de ez a 60 részecsketároló egység egy, a másodlagos 22 részecskeléválasztótól elkülönített távolabbi helyen van elrendezve. A 60 részecsketároló egység célszerűen egy tartályból vagy hasonló befogadóedényből áll, amely az alsó részén egy 62 bunkerral van ellátva, és amelynek tárolókapacitása a korábban ismertetett 40 részecsketároló egységgel kapcsolatban felsorolt kritériumok szerint van megválasztva. A 60 részecsketároló egységben tárolt szilárd anyagok szintjének érzékelésére egy 64 szint-érzékelő egység lehet felszerelve, amelynek számos kiviteli változata lehet, amint azt a 40 részecsketároló egység kapcsán már említettük.

Az 5. ábrán a 42 bunker közvetlenül össze van kötve a másodlagos 22 részecskeléválasztóval annak alsó részén. Az 52 visszakeringtető rendszer itt is szabályozhatóan keringteti vissza a másodlagos 22 részecskeléválasztó által begyűjtött részecskéket a 42 bunkerból a 6 tüztér alsó részébe. Az 54 visszakeringtető vezetékén keresztül időegységenként átáramló mennyiség adatát a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszerbe egy forgószelepes S sebességérzékelőn keresztül juttatjuk be. Itt is különféle egyéb érzékelő- és/vagy továbbítóelemek (x kazánterhelés,  $\Delta P$  tüztéri nyomáskülönbség, T hőmérséklet és S forgószelep-sebesség érzékelőelemei) adnak információt a CFB reaktor működési paramétereiről a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer számára. Az 52 visszakeringtető rendszer elsődlegesen vissza van fogva, mivel a költségek és az energiafogyasztás szempontjából kedvezőtlen a másodlagos 22 részecskeléválasztó által befogott és visszakeringtetett összes szilárd anyag keringtetése egy, a későbbiekben részletezett 66 szilárdanyag-szállító rendszeren keresztül a 60 részecsketároló egységhez.

Az 5. ábra szerinti kiviteli alaknál 44' szilárdanyag-szint-érzékelő elemek vannak felszerelve a 42 bunkerra a benne levő részecskék „magas” vagy „alacsony” szintjének érzékelésére. Egy 46 üritőegység, amelyet itt is a 81 tárolási szintet szabályozó rendszer vezérel, együtt-

működve a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszerrel, szilárd anyagokat őrít ki a 42 bunkerból, hogy a kívánt szilárdanyag-szintet tartsa fenn a 42 bunkerban. A 42 bunker kapacitását ezen „magas” és „alacsony” határok között a szilárd anyagok 46 üritőegységének túlgyakori ciklusindításától mentes, megfelelő működéséhez szükséges minimális érték határozza meg. A méretezési kritériumok hasonlóak, mint a technika állása szerinti 32 bunkeroknál.

A berendezés egy 66 szilárdanyag-szállító rendszerrel, előnyösen pneumatikus szállítórendszerrel rendelkezik, amely 68 szállítóvezeték, valamint szilárdanyagáram-szabályozó eszközöket, például 70 forgószelepet tartalmaz. Amint az az 5. ábrán látható, a 66 szilárdanyag-szállító rendszer felveszi az összegyűjtött részecskéket a 42 bunkerból, és azokat a 60 részecsketároló egységbe szállítja. A 68 szállítóvezeték össze lehet kötve a 72 üritővezetékkel egy, a 42 bunker és az 50 szilárdanyagáram-szabályozó eszköz közötti ponton, amint az az 5. ábrán látható, vagy közvetlenül összeköthető a 42 bunkerral is.

Egy 74 injektálórendszer köti össze a 62 bunkert a 6 tüztérrel egy 76 injektálóvezetéken keresztül. Ennél a kiviteli alaknál a 74 injektálórendszer a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer által van vezérelve, és elsődleges feladata a szilárdanyag-készlet bejuttatása a 6 tüztérbe (a 60 részecsketároló egységből), hogy biztosítsuk a kívánt tüztéri szilárdanyag-készletet és következőképpen a megfelelő ághőmérsékletet. A 76 injektálóvezetékbe szilárdanyagáram-szabályozó eszköz, mint például 78 L szelep vagy forgószelep van beépítve. A szilárdanyagáram-szabályozó eszköz itt is lehet mechanikus, nem mechanikus, vagy a kettő kombinációja.

Az 5. ábra szerinti elkülönítetten elrendezett 60 részecsketároló egység előnyösen alkalmazható, ha az adott CFB-rendszer nem tud elegendő teret biztosítani egy kellő kapacitású 40 részecsketároló egység számára a másodlagos 22 részecskeléválasztó alatt. Az elkülönített elhelyezés lehetővé teszi ugyanakkor magasságkülönbség létrehozását is a 60 részecsketároló egység alja és a 6 tüztér alja között. Ilyen magasságkülönbségre van szükség például a gravitációs szilárdanyag-szállításhoz, mint például L szelepek, J szelepek, pneumatikus szállítócsatornák, gravitációs surrantók stb. alkalmazása esetén, amelyek kívánatosak a megbízhatóbb és egyszerűbb üzemelés szempontjából.

A CFB reaktorok ismert ághőmérséklet-szabályozó rendszere megváltoztatja a tüztéri szilárdanyag-készletet, hogy beállítsa a tüztéri hőabszorpciót, így a mért ághőmérséklet igazodik az előírt ághőmérséklethez, amely a reaktorterheléstől (vagy kazángőz-áramtól) függ. A reaktor szilárdanyag-készletét önmagában ismert módon a 6 reaktortérben meghatározott magasságok közötti nyomásesés vagy -különbség alapján mérjük.

A jelen találmány olyan ismert szabályozási stratégiára épül a tüztéri 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer kialakításánál, amely módosítja a szilárd anyagok 6 tüztérbe való bevezetési rátáját a másodlagos 40 vagy 60 részecsketároló egységből, hogy a kívánt tüztéri

(reaktortéri) szilárdanyag-készletet, következésképpen a kívánt ághőmérsékletet kapjuk. A 81 tárolási szintet szabályozó rendszer a szilárd anyagok leürítésével és átmozgatásával egy előirányzott nagyságú készletet hoz létre és tart fenn a 40 és 60 részecske-tároló egységek számára a reaktor-terhelés és a tüztéri készlet függvényében, behatárolva az előre meghatározott „magas” és „alacsony” szintek közé, vagy ennek alternatívájaként a 40 és 60 részecske-tároló egységek előirányzott nagyságú készletét a „magas” határnál állítja be.

A találmány szerinti eljárás hatékonyabb, ha a viszonylag kevésbé hatékony elsődleges 20 részecskeleválasztókat, például ütközéses típusú részecskeleválasztót tartalmazó CFB-rendszerekben alkalmazzuk, és ahol a másodlagos 22 részecskeleválasztókat egy végső vagy harmadlagos szilárdanyag-begyűjtő készülék (portalanítófülke vagy elektrosztatikus porleválasztó) követi. A másodlagos 22 részecskeleválasztókat ebben az esetben jellemzően mechanikus leválasztók (például multiciklon vagy porciklon) képezik, amelyek nem igazán hatékonyak a legfinomabb részecskék begyűjtésénél. Ez azonban a készletszabályozás szempontjából előnyt jelent, mivel segíti elkerülni a visszakeringtetett anyag nemkívánatos felhígulását a reaktorban nem megtartandó részecskékkel.

Az állandósult állapotú üzemelés során a szilárd anyagoknak az elsődleges 20 részecskeleválasztóból való szabályozatlan visszajuttatása mellett a szilárd anyagok keringő fluidágyas 6 tüztérben levő teljes készletét és annak megoszlását a 6 tüztér sűrű része (alsó ágy) és híg része (felső ágy) között a 2 tüzelőanyag és a 4 szorbens tulajdonságai és beáramló mennyiségei, az elsődleges 20 részecskeleválasztó és a másodlagos 22 részecskeleválasztó begyűjtési hatékonysága, a gázsebesség a CFB 1 reaktorban, a 12 légkamrába betáplált 10 levegő és a tüzelés feletti 18 légtápvezetéken keresztül betáplált levegő közötti levegőmegoszlás, a 19 ágyfenékleürítő egységen keresztül távozó szilárd anyagok kiáramló mennyisége, és a másodlagos 22 részecskeleválasztóból visszajuttatott szilárd anyagok visszakeringtetési rátája határozza meg. Állandósult feltételek mellett a visszakeringtetési rátát a reaktorteljesítmény követelményei határozzák meg, és a másodlagos 22 részecskeleválasztó által begyűjtött szilárd anyagok ürítési rátája tartja fenn a szilárd anyagok egyensúlyát a rendszerben.

A 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer a tüztéri szilárdanyag-készlet növelését igényli, ha a mért tüztéri hőmérséklet meghaladja az előirányzott értéket, vagy a tüztéri készlet csökkentését, ha a mért tüztéri hőmérséklet az előirányzott érték alatt marad. Az előirányzott tüztéri hőmérséklet általában a CFB 1 reaktor- vagy kazán-terhelés (vagy kazángőzár) függvénye egy kezelőszemély általi beállítási lehetőséggel. Egy dinamikusabb szabályozási reagálás érdekében a híg ágy készletét szintén mérjük mint nyomáskülönbséget két pont között a 6 reaktortér vagy tüztér felső részében, és összehasonlítjuk egy előre beállított tüztéri készletnagysággal, amely a CFB 1 reaktor terhelésének a függvénye. A tüztéri 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer összehasonlítja a mért tüztéri hőmérséklet és nyomás különb-

ségét ezek megfelelő előirányzott értékeihez képest, és egy igényjelet képez ismert jelfeldolgozó eszközöket felhasználva, amely igényjel a szilárd anyagok 40 vagy 60 részecske-tároló egységből a 6 tüztérbe juttatandó kívánt visszakeringtetési rátájának felel meg. Ezt az igényjelet összehasonlítjuk a szilárd anyagok aktuális visszakeringtetési rátájával (amit egy forgószelep fordulatszámaként vagy egy L szelep szabályozó levegőáramaként mérünk), és ennek megfelelően az igényjel úgy módosítja a visszakeringtetési rátát, hogy a szilárdanyag-igény ki legyen elégítve.

A 4. ábrán bemutatott rendszernél a tüztéri 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer együttműködik az 52 visszakeringtető rendszerbe beépített 56 és/vagy 58 áramlásszabályozó eszközökkel (mint az a 4A–4C. ábrákon látható).

Az 5. ábrán bemutatott rendszernél a tüztéri 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer együttműködik mind a 74 injektálórendszerbe, mind pedig az 52 visszakeringtető rendszerbe beépített áramlásszabályozó eszközökkel. Ha a tüztéri 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszertől jövő igényjel azt tartalmazza, hogy növelni kell a tüztéri készletet, akkor egy vezérlőjelet továbbítunk a 74 injektálórendszerhez és az 52 visszakeringtető rendszerhez. A visszakeringtetési ráta visszacsatolásos beállítása az 52 visszakeringtető rendszerben a szilárd anyagok 81 tárolási szintet szabályozó rendszere és a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer közötti együttműködés által valósul meg. Ha egy jel érkezik a tüztéri készlet növelésére, a fentebb említett beállítás növeli a visszakeringtetett áramlást az 52 visszakeringtető rendszeren keresztül, ha a 42 bunker szintje „magas”, vagy csökkenti a visszakeringtetett áramlást, ha a 42 bunker szintje „alacsony”. Hasonlóképpen, ha egy jel érkezik a tüztéri készlet csökkentésére, akkor egy jelet továbbítunk a 74 injektálórendszerhez, hogy az állítsa le a szilárd anyagok beinjektálását, valamint az 52 visszakeringtető rendszerhez, hogy csökkentse a visszakeringtetett áramlást egy megfelelő visszacsatolásos beállítással, amely a 42 bunkerban levő szilárd anyag szintjének helyzetén alapul.

A visszakeringtetési ráta beállítására irányuló szabályozási műveletek kapcsán felmerülő korlátok a következők:

- A 4. és 5. ábra szerinti kiviteli alaknál az 52 visszakeringtető rendszeren keresztüli áramlást jellemző visszakeringtetési ráta nem növelhető egy előre beállított maximális áramlási mennyiségnek megfelelő érték fölé.
- Az 52 visszakeringtető rendszeren keresztüli áramlást jellemző visszakeringtetési ráta nem növelhető, ha a szilárdanyag-szint a 40 részecske-tároló egységben (4. ábra) vagy a 42 bunkerban (5. ábra) az „alacsony” határérték körül vagy az alatt van, mivel nem lenne elegendő mennyiségű visszakeringtethető részecske, miközben fenn kell tartani a tömitőzárást.
- Az 52 visszakeringtető rendszeren keresztüli áramlást jellemző visszakeringtetési ráta nem növelhető, ha a teljes tüztéri készlet hiány egy előre meghatározott maximális határérték körül vagy a fölött van

(ez elsődlegesen egy rendszerkorlát, amely a CFB 1 reaktor számára levegőt biztosító ventilátor kapacitásától függ).

A szilárd anyagok 81 tárolási szintet szabályozó rendszere szabályozza a szilárdanyag-szintet a 40 részecsketároló egységben (4. ábra), illetve a 60 részecsketároló egységben és a 42 bunkerban (5. ábra).

A 4. ábra szerinti kiviteli alaknál a szilárd anyagok 81 tárolási szintet szabályozó rendszere

- a) nyitja az 50 üritőszelepet, ha a szilárdanyag-szint a 40 részecsketároló egységben az előírányzott szint körül vagy a fölött van (ami lehet bármely szint a „magas” szintig, ez utóbbit is beleértve), és nincs igény a 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer részéről a szilárd anyagok visszakeringtetési rátájának növelésére az 52 visszakeringtető rendszeren keresztül, és
- b) zárva tartja az 50 üritőszelepet, ha a szilárdanyag-szint a 40 részecsketároló egységben az előírányzott szint alatt van.

Az 5. ábra szerinti kiviteli alaknál a szilárd anyagok 81 tárolási szintet szabályozó rendszere:

- a) nyitja az 50 üritőszelepet, ha a szilárdanyag-szint a 60 részecsketároló egységben az előírányzott szint körül vagy a fölött van (ami lehet bármely szint a „magas” szintig, ez utóbbit is beleértve), és nincs igény a 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer részéről szilárd anyagok beinjektálására a 6 tüztérbe a 60 részecsketároló egységből, ugyanakkor a szilárdanyag-szint a 42 bunkerban a „magas” határérték körül vagy a fölött van;
- b) növeli a szilárdanyag-áramot a 68 szállítóvezeteken keresztül, ha a szilárdanyag-szint a 60 részecsketároló egységben az előírányzott szint alatt van, *ugyanakkor* a szilárdanyag-szint a 42 bunkerban az „alacsony” határérték felett van, és
- c) zárva tartja az 50 üritőszelepet, ha a szilárdanyag-szint a 60 részecsketároló egységben az előírányzott érték alatt van.

A 4. ábra szerinti kiviteli alaknál a találmány szerinti rendszert az alábbiak szerint működtetjük és szabályozzuk.

A szilárd anyagok 40 részecsketároló egységből visszaáramló visszakeringtetési rátája a 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer által beállított igény függvényében változik. Az üritési rátát úgy szabályozzuk, hogy fenntartsuk az előírányzott készletszintet a 40 részecsketároló egységben.

Ha például nő az ágyhőmérséklet a tüzelőanyag vagy a szorbens tulajdonságaiban bekövetkezett változások miatt, az 1 reaktor fűtőfelületei általi hőfelvétel növelése szükségessé teheti az ágyhőmérséklet szabályozását. Ezt a szilárdanyag-készlet (sűrűség) növelésével végezzük az ágy híg (felső) részében, ahol a fűtőfelületek többsége található. Ez megvalósítható a 19 ágyfenék-leürítő egységet elhagyó szilárdanyag-áram mennyiségének csökkentésével, azonban a szabályozási műveletnek ez a módja lassú, mivel kicsi a 19 ágyfenék-leürítő egység kapacitása, összehasonlítva az elsődleges

20 részecskelválasztóból vagy a másodlagos 22 részecskelválasztóból visszakeringtetett szilárdanyag-árammal. A módszer ugyanakkor nem is hatékony, mivel a sűrű (alsó) ágykészlet hajlamos gyorsabban növekedni, mint a híg (felső) ágykészlet. Az összesített reaktorkészlet növelése egyúttal erősebbre előírányzott ventilátornyomással és következésképpen nagyobb energiafogyasztással is jár.

A jelen találmány egy jobb utat javasol a híg ágy készletének növelésére, mégpedig a másodlagos 22 részecskelválasztó által begyűjtött és a 40 részecsketároló egységben tárolt szilárd anyagok reaktorba való visszakeringtetési rátájának a növelését. Ez a szabályozási művelet viszonylag gyors a nagyobb elérhető visszakeringtetési ráta következtében, összehasonlítva a 19 ágyfenék-leürítő egység áramlási rátájával, és sokkal hatékonyabb is, mivel a 40 részecsketároló egységből kiinduló visszakeringtetési ráta változása leginkább a híg (felső) ágykészletre van hatással, viszonylag csekély változás mellett a sűrű (alsó) ágykészletben. Ezek a különböző hatások azért jelentkeznek, mert a 40 részecsketároló egységben levő szilárd anyagok azok, amelyek átjutottak az elsődleges 20 részecskelválasztón, és így méreteiket tekintve sokkal finomabbak, mint az elsődleges 20 részecskelválasztó által begyűjtött részecskék.

A füstgázban levő 16 részecskék mérettartománya körülbelül 5–800  $\mu$  ( $1 \mu = 1 \times 10^{-6}$  m). Az elsődleges 20 részecskelválasztó a 75  $\mu$ -nál nagyobb részecskék-nél hatásos, és begyűjti csaknem az összes 250  $\mu$ -nál nagyobb részecskét. A másodlagos 22 részecskelválasztó jellemzően az 5–10  $\mu$ -nál nagyobb 16 részecskét képes begyűjteni a füstgázból, és begyűjti csaknem az összes 75  $\mu$ -nál nagyobb részecskét.

A híg (felső) ágykészlet szabályozásának hatókörét, ahol a szabályozás a másodlagos 22 részecskelválasztóból jövő visszakeringtetési ráta változtatásával történik, a 40 részecsketároló egységben tárolt részecskék mennyisége és méretmegoszlása határozza meg. A híg (felső) ágykészlet szabályozása szempontjából legfontosabb részecskék az elsődleges 20 részecskelválasztó által hatásosan begyűjtött mérettartományba eső részecskék (jellemzően a 75  $\mu$ -nál nagyobb részecskék az ütközéses típusú elsődleges részecskelválasztóval rendelkező CFB reaktoroknál). Azon 16 részecskék visszakeringtetési rátájának bármely növelése, amelyek a másodlagos 22 részecskelválasztó által begyűjtött és a 40 részecsketároló egységben tárolt részecskéknek ebbe a 75 és 250  $\mu$  közötti tartományába esnek, egy 15–25-ször nagyobb növekedést eredményez az elsődleges 20 részecskelválasztó visszakeringtetési rátájában (az elsődleges 20 részecskelválasztó 93–95%-os frakcionális begyűjtési hatékonyságát feltételezve az ebbe a tartományba eső részecskék-nél), és ezen 16 részecskék készletének egy ennek megfelelő növekedését a reaktorban. A kisebb részecskék, amelyeket az elsődleges 20 részecskelválasztó nem távolít el, nem maradnak vissza a 6 reaktortérben, hanem eljutnak a másodlagos 22 részecskelválasztóhoz.

Másrészt viszont például a 250 és 800  $\mu$  közötti mérettartományba eső részecskék hozzáadása kevésbé len-

ne hatékony a híg ágy készletének növelésére, összehasonlítva a 75 és 250  $\mu$  közötti mérettartománnyal, mivel ezen részecskéknek egy nagyobb része a sűrű (alsó) ágy készletében gyűlik össze. Ha a 6 tüztérben magas hőmérsékleteket érzékelünk, akkor egy készletszabályozási funkció a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszerben egy jelet hoz létre a híg (felső) ágy készletének növelésére, és megnöveli a visszakeringtetési rátát a 40 részecsketároló egységből az 52 visszakeringtető rendszeren keresztül. Ez készletszabályozásához vezet a 40 részecsketároló egységben és készletnövekedéshez a CFB 1 reaktor 6 tüztérében. Ha ezen művelet eredményeként a szilárdanyag-szint a 40 részecsketároló egységben az előirányzott szint alá csökken, megszakítjuk a szilárd anyag leürítését a 42 bunkerból a 46 ürítőegységen keresztül. Egy kezdeti átmeneti időszak után a szilárdanyag-készlet a 6 tüztérben és a 40 részecsketároló egységben, valamint a visszakeringtetési ráta az 52 visszakeringtető rendszeren keresztül új értékeken stabilizálódik, nagyobb szilárdanyag-készlettel a 6 tüztérben, kisebb szilárdanyag-készlettel a 40 részecsketároló egységben és nagyobb visszakeringtetési rátával az 52 visszakeringtető rendszerben.

Szilárd anyagok (tüzelőanyag, szorbens) folyamatos betáplálása a CFB reaktorba a 42 bunkerból való szilárdanyag-ürítés nélkül a készlet fokozatos növekedéséhez vezet a 40 részecsketároló egységben. Nem távolítunk el szilárd anyagokat a 42 bunkerból a 46 ürítőegységen keresztül mindaddig, amíg benne a szilárdanyag-szint el nem éri az előirányzott szintet. Ezen a ponton a 46 ürítőegység újrazekedi működését, és a kiürítésre kerülő részecskék mérete és mennyisége a szilárd anyagok új rendszeregyensúlyának fog megfelelni.

Hasonló műveleteket végezhetünk, csak éppen ellentétes irányban, ha a keringő fluidágyas 6 tüztérben leesik az anyaghőmérséklet, ami szükségessé teszi, hogy csökkentsük a 6 tüztér szilárdanyag-készletét a CFB 1 reaktor fűtőfelülete általi hőfelvétel csökkentéséhez. A 40 részecsketároló egységből jövő visszakeringtetési rátát csökkentjük egy, a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszerből jövő azon igényjel hatására, hogy készletet juttassunk a CFB 1 reaktorból a 40 részecsketároló egységbe. A teljes CFB-rendszer ebben az esetben hasonlóképpen reagál a szabályozási műveletekre, mint ahogy azt az előzőekben leírtuk: egy kezdeti erős reakciót egy stabilizációs időszak követ, amelynek során egy új egyensúlyi állapot jön létre, ahol kisebb a híg (felső) ágy készlete, és kisebb a visszakeringtetési ráta az 52 visszakeringtető rendszerben. A 6 tüztérből a 40 részecsketároló egységbe átmozgatott szilárd anyagokat a 46 ürítőegységen keresztül ürítjük ki, ha a szilárdanyag-szint a 40 részecsketároló egységben meghaladja az előirányzott értéket.

Ha változik a CFB 1 reaktor terhelése, a tüztéri készlet megfelelő korrekcióját hasonló módon végezhetjük el, ahol a reaktor ághőmérséklete az elsődlegesen szabályozott változó. Terheléscsökkenés esetén a 40 részecsketároló egységből jövő áramlást jellemző visszakeringtetési rátát a szükséges mértékben csökkentjük ahhoz, hogy az ághőmérsékletet az előirányzott szint

ten tartsuk fenn, ugyanakkor a híg (felső) ágy készletét lecsökkentjük a keringő szilárd anyagoknak a 40 részecsketároló egységbe való átmozgatásával. A 46 ürítőegység akkor kezd működni, ha a szilárdanyag-szint a 40 részecsketároló egységben az előirányzott szint fölé kerül, amikor is a szilárd anyagokat egy 51 puffertárolóba (kiegyenlítőtartályba) juttatja. Terhelésnövekedés esetén a tárolt szilárd anyagokat a 40 részecsketároló egységből a 6 tüztérbe transzponáljuk az ághőmérséklet szabályozására, amint azt korábban már ismertettük. Amint a szilárdanyag-szint a 40 részecsketároló egységben az előirányzott szint alá esik, a 46 ürítőegység működése abbamarad.

Az 5. ábrán bemutatott kiviteli alaknál a találmány szerinti rendszert az alábbiak szerint működtetjük és szabályozzuk.

A másodlagos 22 részecskeléválasztó által begyűjtött és a 6 tüztérbe a 76 injektálórendszer és az 52 visszakeringtető rendszer által bejuttatott szilárd anyagok visszakeringtetési rátája a tüztéri 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer által megállapított készletigénytől függően változik. A leürítési rátát és a 60 részecsketároló egységbe juttatott szilárdanyag-mennyiséget a szilárd anyagok 81 tárolási szintet szabályozó rendszere szabályozza, hogy fenntartsa a szilárd anyagok előirányzott szintjét a 60 részecsketároló egységben és a 42 bunkerban.

Az 52 visszakeringtető rendszer folyamatosan működik, ha a CFB reaktor üzemel. Ha a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer megnöveli a tüztéri készletet a szilárd anyagoknak a 60 részecsketároló egységből való átmozgatásával, a visszakeringtetési ráta az 52 visszakeringtető rendszerben ugyancsak nő részben egy, az 52 visszakeringtető rendszerhez küldött jelnek, részben pedig egy olyan visszacsatoló jelnek köszönhetően, amely akkor keletkezik, amikor a szilárdanyag-szint a 42 bunkerban az előirányzott szint körül vagy afölött van. Ha a 80 ághőmérséklet-szabályozó rendszer csökkenti a tüztéri készletet, a 80 rendszer egy jelet küld az 52 visszakeringtető rendszerhez a visszakeringtetési ráta csökkentésére.

A 66 szilárdanyag-szállító rendszer szakaszosan működik a CFB reaktor működése alatt, vagyis csak akkor, ha a szilárdanyag-szint a 60 részecsketároló egységben egy előirányzott szint alatt van. Ha a szilárdanyag-szint a 60 részecsketároló egységben az előirányzott szint alá esik, akkor a 66 szilárdanyag-szállító rendszert úgy irányítja a 81 tárolási szintet szabályozó rendszer, hogy az anyagot juttasson a 60 részecsketároló egységbe és a szilárdanyag-szintet az előirányzott szintre emelje. A 60 részecsketároló egységre felszerelt 64 szintérzékelő elemek biztosítják a visszacsatolást.

A 76 injektálórendszer csak akkor működik, ha kívánatos a tüztéri készlet növelése. Az injektálás abbamarad, ha a szilárdanyag-szint a 60 részecsketároló egységben az „alacsony” szint körül vagy az alatt van, a visszacsatolást 64 szintérzékelő elemek biztosítják.

A 46 ürítőegység akkor működik, ha a szilárdanyag-szint a 42 bunkerban egy felső előirányzott szint körül vagy a fölötte van és a) nincs igény arra, hogy a

66 szilárdanyag-szállító rendszer növelje a készletet a 60 részecsketároló egységben, b) nincs igény a visszakeringtetési ráta növelésére az 52 visszakeringtető rendszeren keresztül, és c) ha a szilárdanyag-szint a 42 bunkerban egy rendkívül „magas” szintet ér el, vagy a szilárdanyag-szint a 42 bunkerban egy előre beállított időnél hosszabb ideig egy felső előírányzott szint körül vagy a fölött marad. Más szóval, ha igény van szilárd anyagokra a CFB reaktor egyéb részeiben, vagy a 40, illetve 60 részecsketároló egységben, akkor a 46 üritőegység működése leáll, hacsak egyéb megfontolások nem bírálják felül ezt a szabályozást.

A 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer és a szilárd anyag 81 tárolási szintet szabályozó rendszere által végzett szabályozási műveleteket a részecskék 42 bunkerban mért szintje az alábbi módon befolyásolja.

Ha a 42 bunkerban mért szint „magas”:

– A tüztéri 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer növeli a részecskék visszakeringtetési rátáját az 52 visszakeringtető rendszeren keresztül a CFB reaktorba, ha szükséges növelni a tüztéri ágykészletet és ha visszakeringtetési ráta a maximális határértéke alatt van.

– Ha nincs igény a tüztéri 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer részéről a tüztéri ágykészlet növelésére, és a szilárdanyag-szint a 60 részecsketároló egységben az előírányzott értéke alatt van, akkor a 81 tárolási szintet szabályozó rendszer részecskét juttat át a 42 bunkerból a 60 részecsketároló egységbe.

– Ha nincs igény a tüztéri 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer részéről a tüztéri ágykészlet növelésére, és a szilárdanyag-szint a 60 részecsketároló eszközben az előírányzott értéke körül vagy a fölött van, akkor a 81 tárolási szintet szabályozó rendszer szilárd anyagokat ürittet ki a 42 bunkerból.

Ha a 42 bunkerban mért szint „alacsony”:

– A 81 tárolási szintet szabályozó rendszer egy határolójelet küld a tüztéri 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszerhez a visszakeringtetési ráta csökkentésére, vagyis felülbírálja a 80 ágyhőmérséklet-szabályozó rendszert.

A fentebb ismertetett szabályozási stratégiák bizonyos esetekben csak egyet jelentenek több lehetséges változat közül. Alternatív stratégiák is kidolgozhatók azonban az adott területen jártas szakemberek által a találmány szerinti szabályozási eljárás keretein belül. A találmány szerinti rendszer és eljárás az alábbi feltételek mellett alkalmazható:

1. *Állandósult terhelésű üzemelés során:*

a) ha a CFB 1 reaktorral szemben támasztott teljesítménykövetelmények által meghatározott szilárdanyag-visszakeringtetési ráta lényegesen kisebb, mint az 52 visszakeringtető rendszer kapacitásán vagy a 26 konvekciós fűtőfelület maximálisan megengedett szilárdanyag-terhelésén alapuló maximális visszakeringtetési ráta, és

b) ha szilárdanyag-leürítés szükséges a másodlagos 22 részecskeléválasztóból a rendszer kiegyensúlyozott anyagmérlegéhez.

2. *Terhelésváltozások során:* bármely fentiekben ismertetett CFB-rendszerrel.

A találmány szerinti megoldás előnye az 1. és 2. ábrán bemutatott korábbi műszaki megoldásokhoz képest az, hogy lehetővé teszi a szilárdanyag-készlet átmozgatását a reaktor és egy, a másodlagos 22 részecskeléválasztóval összekötött 40, 60 részecsketároló egység között a reaktorban végbemenő hőfelvétel és ennél fogva a reaktor ágyhőmérsékletének szabályozására, megfelelően reagálva a tüzelőanyag vagy a szorbens tulajdonságaiban vagy a terhelésben bekövetkező változásokra.

Állandósult terhelésű üzemelés során a 40 vagy 60 részecsketároló egységben levő pufferkészlet javítja a CFB reaktor dinamikus reakcióját a 80 ágyhőmérséklet-szabályozó egység által kiváltott igényre, gyors változást lehetővé téve a 40 vagy 60 részecsketároló egységtől visszakeringtetett szilárdanyag-áramlásban.

Az ismert keringő fluidágyas berendezéseknél a 32 bunkertól visszakeringtetett szilárdanyag-áramlás növelésének mértékét a keringő fluidágyas rendszerben keringő anyag készletnövekedésének mértéke határozza meg, a 32 bunker leürítésének csökkenésére reagálva. A visszakeringtetési ráta növekedése ebben az esetben lassú, és ahol csupán kis mennyiségű szilárd anyag van tárolva a 32 bunkerban, ez a mennyiség nem elegendő a megfelelő reaktorkészlet szabályozásához.

Terhelésváltozások esetén a szilárd anyagok felgyülemzése a 40 vagy 60 részecsketároló egységben (terheléscsökkenéskor) vagy a szilárd anyagok átmozgatása a 40 vagy 60 részecsketároló egységből a CFB reaktorba (terhelésnövekedéskor), megnövelt leszabályozási arányt és nagyobb mértékű terhelésváltoztatási képességet biztosít. Ez csökkenti a reaktorkészlet szabályozásához korábban szükséges ágyanyag-felhasználást (utántöltést) a terhelésváltozások során.

A találmány szerinti megoldás a 3. ábrán bemutatott korábbi megoldáshoz képest számos előnnyel rendelkezik:

1. A találmány szerinti CFB 1 reaktorban tárolt szilárd anyagoknak lényegesen alacsonyabb a hőmérsékletük (jellemzően 260 °C, szemben a korábbi megoldásnál a nagy terhelésű üzemelés során mért 870 °C-kal), ami kiküszöböli a szilárd anyagok összecsomósodását stagnáló állapotban. A szilárd anyagok összecsomósodása az elsődleges részecsketároló 34 bunkerban és a 36 L szelepben akadály lehet az elsődleges 20 részecskeléválasztó által begyűjtött részecskék hasznosításának a reaktorkészlet szabályozására egy ilyen CFB berendezés nagy terhelésű működése során.
2. A találmány szerint a tárolt keringő szilárd anyagoknak lényegesen kisebb az átlagos méretük, ami növeli a reaktorkészlet-változtatás hatását a tüztéri hőátadásra (mivel a hőátadás mértéke nagyobb a kisebb átmérőjű részecskékénél).
3. A finomabb részecskék átmozgatása túlnyomórészt a híg (felső) ágy készletét érinti, amely leginkább felelős a CFB 1 reaktorban végbemenő, szilárd anyagok általi fűtőfelületi hőátadásért. A technika állása szerinti megoldásoknál, ahol az elsőd-

leges 20 részecskeleválasztó által begyűjtött, majd eltárolt részecskék mérete nagyobb, a készletátmozgatás számottevően érinti a sűrű ágy készletét is, amelynek csekély befolyása van a hőátadásra. Ennek eredményeként nagyobb a teljes reaktorkészletnek a híg (felső) ágy igényelt készlet-növekedésével összefüggő általános növekedése, ami viszont nagyobb ventilátornyomást igényel, és így nagyobb a ventilátor energiafelhasználása.

4. Állandósult terhelésű üzemelés esetén a szilárd anyagok átmozgatásának az ismert CFB berendezésekben csupán átmeneti hatása van, mivel nem okoz változást a CFB-rendszer állandósult állapotú anyagmérlegében, vagyis a szilárd anyagok leürítési áramának mennyiségében és megoszlásában a 19 ágyfenék-leürítő egység és a másodlagos 22 részecskeleválasztóhoz csatlakoztatott 30 ürítőrendszer között. Az állandósult állapotú feltételek során ez a megoszlás határozza meg a reaktorban keringő szilárd anyagok készletét. Ha a híg (felső) ágy készletét megnöveljük a CFB I reaktorban szilárd anyagoknak az elsődleges részecskeátvitelről 34 bunkerből történő átmozgatásával (és növeljük az elsődleges 20 részecskeleválasztó visszakeringtetési rátáját), ez szintén a keringő szilárd anyagok megnövekedett koncentrációját eredményezi a sűrű (alsó) ágyban. Ez a keringő anyag nagyobb veszteségeihez vezet a 19 ágyfenék-leürítő egységen keresztül. A másodlagos 22 részecskeleválasztóból leürített mennyiség szintén megnő a másodlagos 22 részecskeleválasztó korlátozott visszakeringtetési rátája mellett működő rendszerben, amely korlátozott visszakeringtetési ráta az elsődleges 20 részecskeleválasztón keresztül áthaladó keringő anyagok nagyobb mennyiségének következménye. Nagyobb veszteségek és a rendszerbe változatlan mennyiségben bevitt szilárd anyagok mellett a keringő anyag készlete a reaktorban fokozatosan csökken a rendszer eredeti anyagmérlegének megfelelő eredeti állandósult állapotú értékre. Ezzel szemben a jelen találmány egy folyamatos (állandósult állapotú) készletnövekedést ér el, köszönhetően a 46 ürítőegységen keresztüli csökkent veszteségeknek, amikor növeljük a visszakeringtetési rátát a 40 vagy 60 részecskeátvitelről egységekből. Az itteni kisebb leürítési rátát a 19 ágyfenék-leürítő egységen keresztüli leürítési ráta növelésével kompenzáljuk a reaktorkészlet növekedésének megfelelően.

Miközben a találmány szemléltetése céljából a találmány néhány speciális kiviteli alakját részleteiben is bemutattuk, szakember számára nyilvánvaló, hogy különféle változtatásokat lehet végezni az igénypontok által meghatározott oltalmi kör keretein belül. Így például, bár a tüztéri ághőmérséklet-szabályozó rendszert és a szilárd anyagok tárolási szintet szabályozó rendszerét két külön rendszerként tüntettük fel és ismertettük, egy szabályozási szakember számára könnyen belátható,

hogy ezek a „rendszerek” befoglalhatók mint egymással kölcsönös viszonyban álló szabályozási funkciók egy programozható, mikroprocesszor alapú digitális szabályozó rendszerbe. Az így elérhető rugalmasság a találmány alkalmazását ösztönzi keringő fluidágyas reaktorokat vagy tüzelőberendezéseket magukba foglaló új berendezéseknél, vagy meglévő keringő fluidágyas reaktorok vagy tüzelőberendezések helyettesítésére, javítására vagy módosítására. A találmány néhány kiviteli alakjánál bizonyos jellemzők olykor előnyösen alkalmazhatók egyéb találmányi jellemzők alkalmazása nélkül is, hasonlóképpen viszont bizonyos jellemzők előnyösen kombinálhatók a kívánt eredmény elérése érdekében.

## SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Keringő fluidágyas reaktor, amely reaktornak fluidizált anyagágyat befogadó és továbbító reaktortere van, ahol ezen reaktortér egy alsó résszel és egy felső résszel rendelkezik, és ahol a reaktortéren átáramló és abból kilépő gázzal elragadott részecskék begyűjtésére egy elsődleges részecskeleválasztó van felszerelve, emellett eszközök vannak beépítve az elsődleges részecskeleválasztó által begyűjtött részecskék visszajuttatására a reaktortér alsó részébe, továbbá egy másodlagos részecskeleválasztó van felszerelve az elragadott és a reaktortérből kiáramlott gázban az elsődleges részecskeleválasztó után még mindig visszamaradt részecskék további begyűjtésére, *azzal jellemezve*, hogy a keringő fluidágyas reaktor (1) tartalmaz ezenkívül
  - a másodlagos részecskeleválasztó (22) által begyűjtött részecskék (16) tárolására alkalmas részecskeátvitelről egységet (40; 60), amelynek tárolókapacitását a reaktortérben (6) keringő azon szilárdanyag-készlet ingadozási tartománya határozza meg, amely készlet az ághőmérséklet-szabályozáshoz szükséges, figyelembe véve a tüzelőanyag- és szorbensjellemzők ingadozásait és a reaktor (1) terhelésváltozásait,
  - egy visszakeringtető rendszert (52) a másodlagos részecskeleválasztó (22) által begyűjtött és a részecskeátvitelről egységen (40; 60) tárolt részecskéknek (16) a reaktortér (6) alsó részébe való szabályozható visszakeringtetésére,
  - egy ághőmérséklet-szabályozó rendszert (80) a részecskeátvitelről egységből (40; 60) a reaktortérbe (6) visszakeringtetett részecskék (16) visszakeringtetési rátájának szabályozására a keringő fluidágyas reaktorban (1) keringő részecskék (16) készletének változtatásához, ami a reaktortérben (6) levő keringő fluidágy hőmérsékletének szabályozásához szükséges, valamint
  - egy, az ághőmérséklet-szabályozó rendszerrel (80) együttműködő és a részecskeátvitelről egységen (40; 60) levő részecskék (16) készletét szabályozó tárolási szintet szabályozó rendszert (81).
2. Az 1. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy a részecskeátvitelről egység (40; 60) a benne levő szilárd anyagok szintjének ellenőrzésére alkalmas szintérzékelő egységgel (44; 64) van felszerelve.

3. A 2. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy a részecsketaroló egység (40) közvetlenül a másodlagos részecskeseválasztó (22) alatt van elrendezve, és egy, a tárolási szintet szabályozó egység (81) által vezérelt, a részecsketaroló egység (40) szilárdanyag-szintjét az érzékelt szilárdanyag-szint alapján szabályozó ürítőegységgel (46) van ellátva.

4. Az 1. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy a visszakeringtető rendszer (52) egy, a szilárd anyagokat a részecsketaroló egységtől (40) a reaktortér (6) alsó részébe továbbító visszakeringtető vezeték (54), valamint az ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer (80) által vezérelt, a szilárd anyagok visszakeringtető vezetékben (54) áramló mennyiségét szabályozó eszközök (56) tartalmaz.

5. Az 1. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy részecsketaroló egysége (60) egy, a másodlagos részecskeseválasztótól (22) elkülönített, távolabbi helyen van elrendezve, emellett

– egy, a tárolási szintet szabályozó rendszer (81) által vezérelt, a részecskéket (16) a másodlagos részecskeseválasztótól (22) a távolabb elrendezett részecsketaroló egységhez (60) eljuttató szilárdanyag-szállító rendszert (66), valamint

– egy, az ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer (80) által vezérelt, a távolabb elrendezett részecsketaroló egységben (60) tárolt részecskéket (16) a reaktorban keringő szilárdanyag-készlet változtatásához a reaktortér (6) alsó részébe szabályozottan bejuttató injektálórendszer (74) tartalmaz.

6. Az 5. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy a távolabb elrendezett részecsketaroló egység (60) a benne levő szilárd anyagok szintjének ellenőrzésére alkalmas szintérzékelő egységgel (64) van felszerelve.

7. Az 5. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy a szilárdanyag-szállító rendszer (66) egy, a szilárd anyagokat a másodlagos részecskeseválasztótól (22) a távolabb elrendezett részecsketaroló egységhez (60) eljuttató szállítóvezeték (68), valamint a szállítóvezeték (68) átáramló szilárd anyagok áramát szabályozó eszközöket (70) tartalmaz.

8. Az 5. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy az injektálórendszer (74) egy, a szilárd anyagokat a távolabb elrendezett részecsketaroló egységben (60) a reaktortér (6) alsó részébe továbbító injektálóvezeték (76), valamint az injektálóvezeték (76) átáramló szilárd anyagok áramát szabályozó eszközöket (78) tartalmaz.

9. A 6. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy tartalmaz továbbá egy bunkert (42), amely a másodlagos részecskeseválasztó (22) alsó részén van elrendezve, a bunkerban (42) levő szilárd anyagok szintjének ellenőrzésére alkalmas szilárdanyag-szint-érzékelő elemeket (44'), valamint egy, a tárolási szintet szabályozó rendszer (81) által vezérelt, a bunkerban (42) levő szilárd anyagok szintjét a bunkerban (42) érzékelt szint függvényében szabályozó ürítőegységet (46).

10. Az 1. igénypont szerinti reaktor, *azzal jellemezve*, hogy tartalmaz továbbá az ágyhőmérséklet-szab-

lyozó rendszer (80) számára a reaktor működési feltételeit képviselő, a szilárd anyagok kívánt visszakeringtetési rátájának az ágyhőmérséklet-szabályozó rendszer (80) általi meghatározásához szükséges jeleket létrehozó egységeket.

11. Eljárás egy keringő fluidágyas reaktor reaktorterében befogadott és azon keresztül továbbított szilárd anyagokból álló keringő fluidágy ágyhőmérsékletének szabályozására, ahol a reaktor elsődleges és másodlagos részecskeseválasztót tartalmaz, és amely eljárás során a reaktortéren keresztüláramló és azt elhagyó gázáram által elragadott részecskék egy részét begyűjtjük az elsődleges részecskeseválasztóban és ezen részecskéket szabályozatlanul visszajuttatjuk a reaktortér alsó részébe, az elragadott és a reaktorteret elhagyó gázáramban még az elsődleges részecskeseválasztón történt áthaladás után is visszamaradt részecskék begyűjtését pedig elvégezzük a másodlagos részecskeseválasztóval, *azzal jellemezve*, hogy ezeket a másodlagos részecskeseválasztó (22) által begyűjtött további részecskéket részecsketaroló egységben (40, 60) tároljuk, és a keringő fluidágyas reaktorban (1) keringő szilárd anyagok készletének a részecsketaroló egységben (40, 60) tárolt készlet változtatásával történő változtatásához, ami a reaktortérben (6) levő keringő fluidágy hőmérsékletének szabályozásához szükséges, szabályozzuk a részecsketaroló egységben (40, 60) a reaktortér (6) alsó részébe áramló szilárd anyagok visszakeringtetési rátáját.

12. A 11. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésként érzékeljük, hogy van-e igény a visszakeringtetési ráta növelésére vagy csökkentésére a részecsketaroló egységben (40, 60) a reaktortér (6) alsó részébe, és felfüggesztjük a szilárd anyagok leürítését a részecsketaroló egységben (40, 60), ha a szilárd anyagok visszakeringtetési rátájának növelésére van igény a részecsketaroló egységben (40, 60) a reaktortér (6) alsó részébe.

13. A 11. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésként érzékeljük, hogy van-e igény a visszakeringtetési ráta növelésére vagy csökkentésére a részecsketaroló egységben (40, 60) a reaktortér (6) alsó részébe, és szilárd anyagokat ürítünk le a részecsketaroló egységben (40, 60), ha a szilárd anyagok visszakeringtetési rátájának csökkentésére van igény a részecsketaroló egységben (40, 60) a reaktortér (6) alsó részébe.

14. A 11. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésként érzékeljük a szilárd anyagok szintjét a részecsketaroló egységben (40, 60).

15. A 14. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésként egy előíranyzott szilárdanyag-szintet állapítunk meg a részecsketaroló egység (40, 60) számára, összehasonlítjuk ezt az előíranyzott szilárdanyag-szintet az érzékelt szilárdanyag-szinttel, és ezen összehasonlítás alapján szabályozzuk a szilárdanyag-szintet a részecsketaroló egységben (40, 60) belül a szilárd anyagok részecsketaroló egységben (40, 60) való leürítési áramának szabályozásával.

16. A 15. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésként szilárd anyagokat

ürítünk le a részecsketároló egységből (40, 60), ha az érzékelt szilárdanyag-szint az előírányzott szilárdanyag-szint felett van, és ha egyúttal nincs igény a szilárd anyagok visszakeringtetési rátájának növelésére a részecsketároló egységből (40, 60) a reaktortér (6) alsó részébe.

17. A 15. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésként felfüggesztjük a szilárd anyagok leürítését a részecsketároló egységből (40, 60), ha az érzékelt szilárdanyag-szint az előírányzott szint alatt van.

18. A 11. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésekként a másodlagos részecskeleválasztó (22) által összegyűjtött részecskék egy első részét közvetlenül a reaktortér (6) alsó részébe keringtetjük vissza egy visszakeringtető rendszeren (52) keresztül, míg a másodlagos részecskeleválasztó (22) által összegyűjtött részecskék egy második részét egy szilárdanyag-szállító rendszeren (66) keresztül a részecsketároló egységbe (40, 60) továbbítjuk.

19. A 18. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésként szabályozzuk a szilárd anyagok visszakeringtetési rátáját a részecsketároló egységből (40, 60) a reaktortér (6) alsó részébe a részecskéknek a részecsketároló egységből (40, 60) az injektálórendszeren (74) keresztül a reaktortérbe (6) injektált mennyiségének szabályozásával.

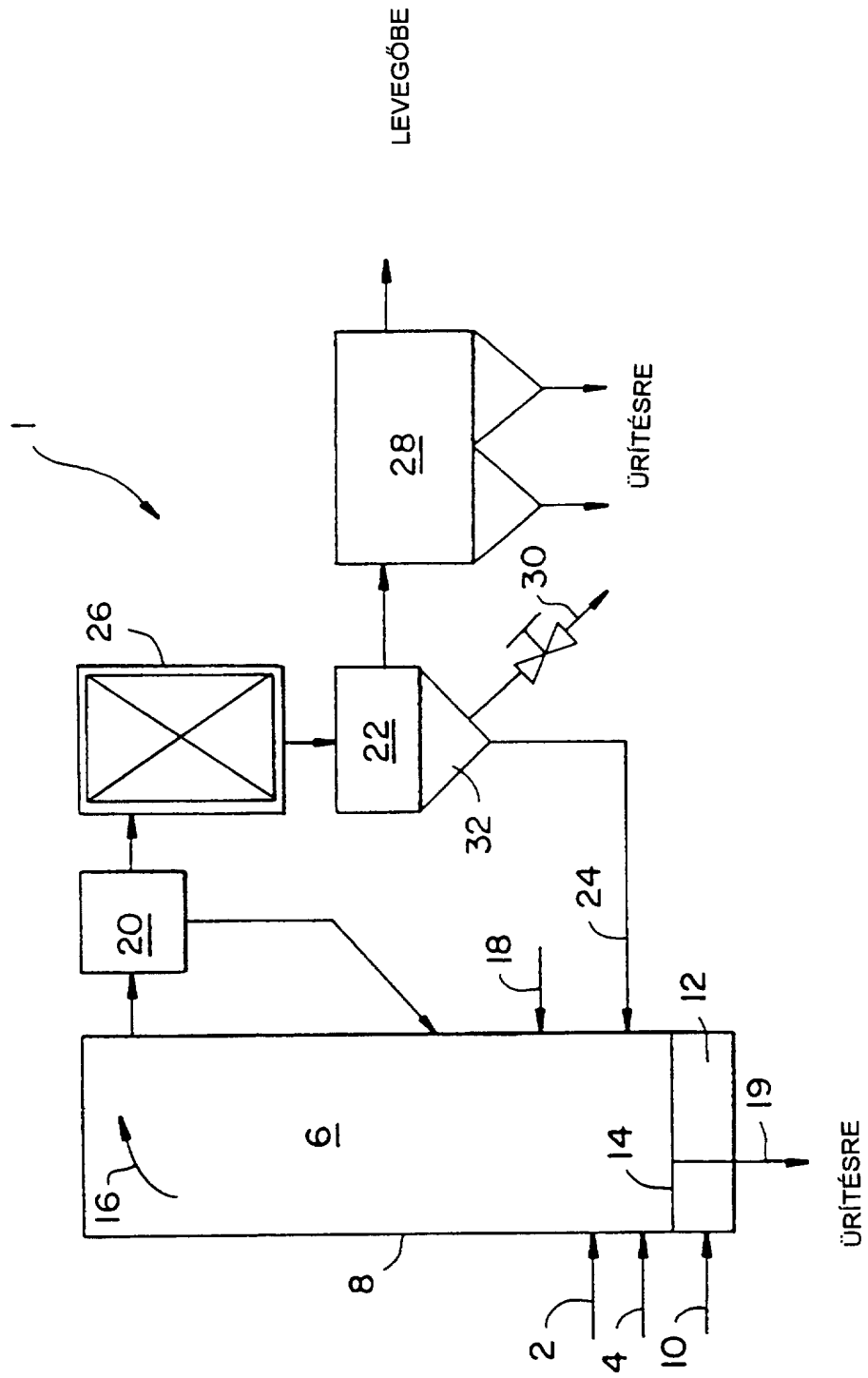
20. A 18. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésekként egy előírányzott

szilárdanyag-szintet állapítunk meg a részecsketároló egység (40, 60) számára, érzékeljük a szilárdanyag-szintet a részecsketároló egységen (40, 60) belül, összehasonlítjuk az előírányzott szilárdanyag-szintet az érzékelt szilárdanyag-szinttel, és ezen összehasonlítás alapján szabályozzuk a szilárdanyag-szintet a részecsketároló egységen (40, 60) belül, szabályozva a szilárd anyagoknak a másodlagos részecskeleválasztótól (22) a szilárdanyag-szállító rendszeren (66) keresztül a részecsketároló egységhez (40, 60) áramló mennyiségét.

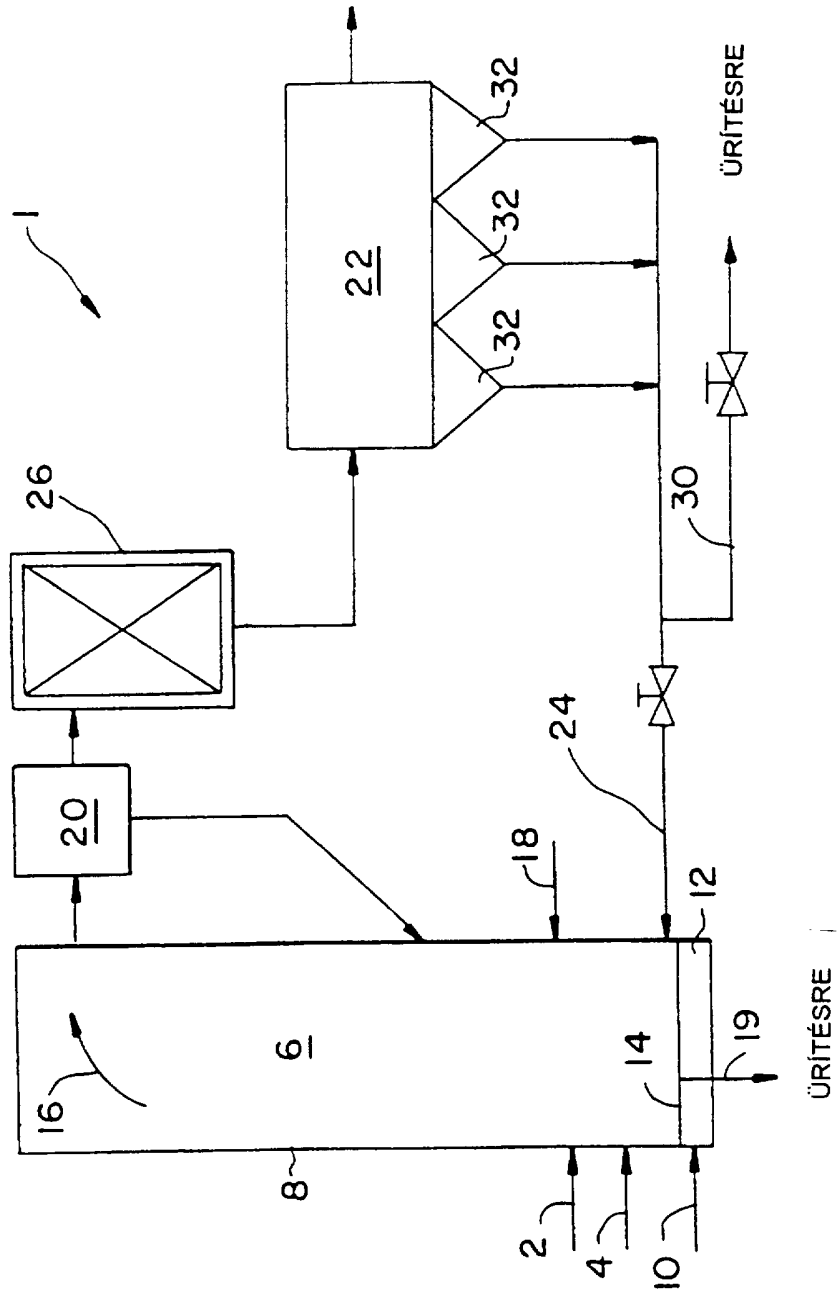
21. A 18. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésekként egy előírányzott szilárdanyag-szintet állapítunk meg a másodlagos részecskeleválasztó (22) alsó részén elrendezett bunker (42) számára, érzékeljük a szilárdanyag-szintet a bunker (42) belül, összehasonlítjuk az előírányzott szilárdanyag-szintet a bunker (42) érzékelt szilárdanyag-szintjével, és szilárd anyagokat ürítünk le a bunkerből (42), ha a bunker (42) érzékelt szilárdanyag-szintje az előírányzott szilárdanyag-szint felett van, ugyanakkor nincs igény szilárdanyag-szint növelésére a részecsketároló egységben (40, 60), és ugyanakkor nincs igény a szilárd anyagok reaktorba (1) irányuló visszakeringtetési rátájának növelésére sem.

22. A 21. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy további eljárási lépésként felfüggesztjük a szilárd anyagok bunkerből (42) való leürítését, ha a bunker (42) érzékelt szilárdanyag-szintje az előírányzott szilárdanyag-szint alatt van.

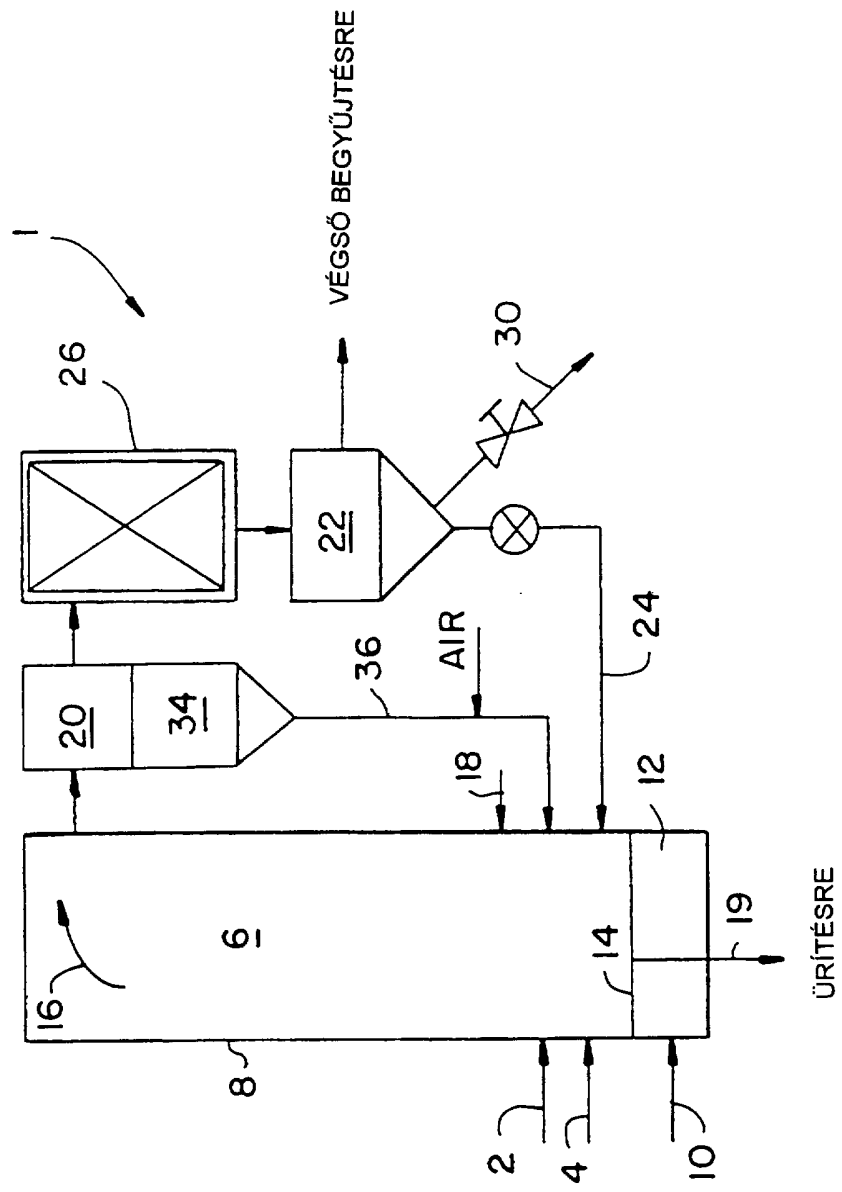
1. ábra



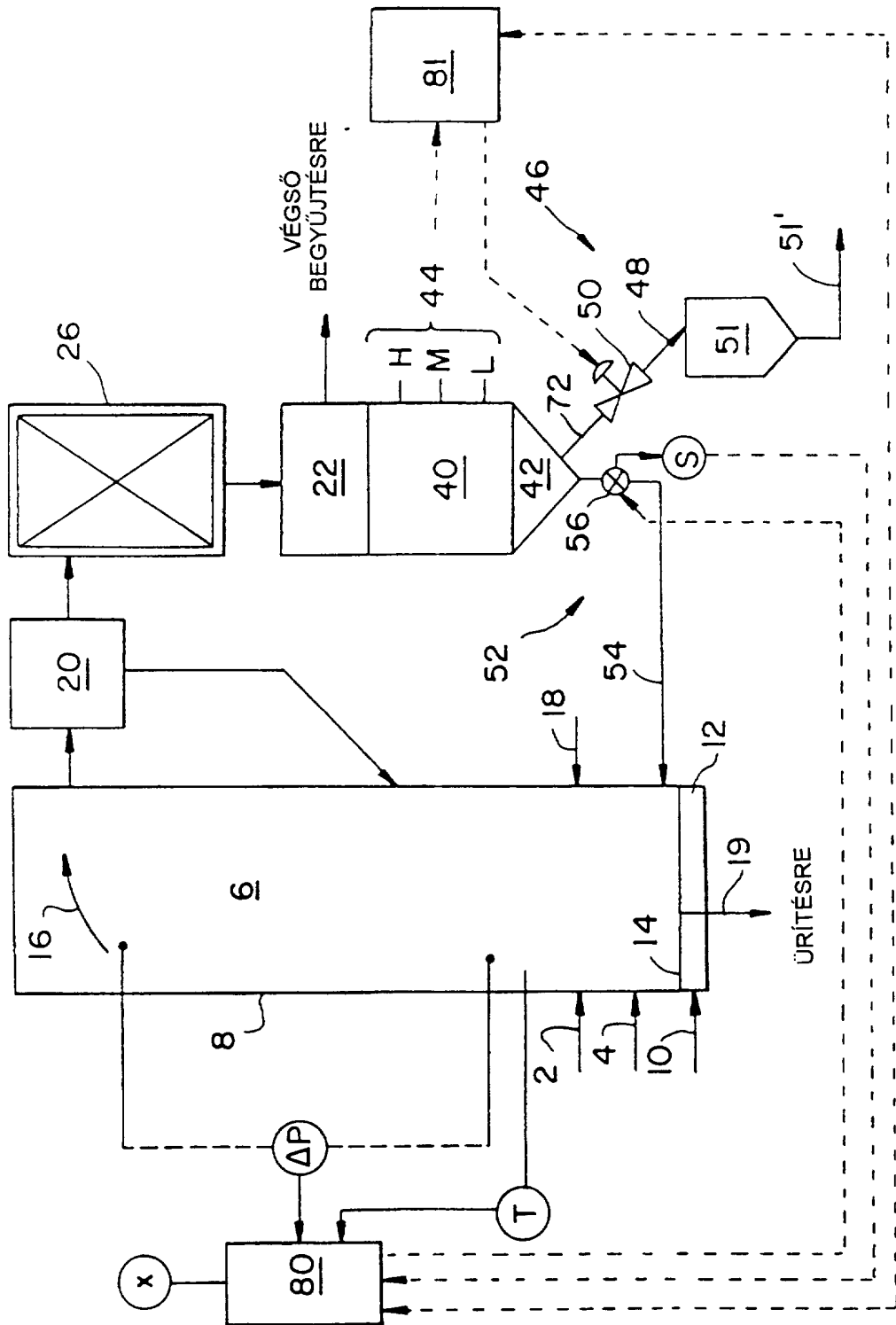
2. ábra



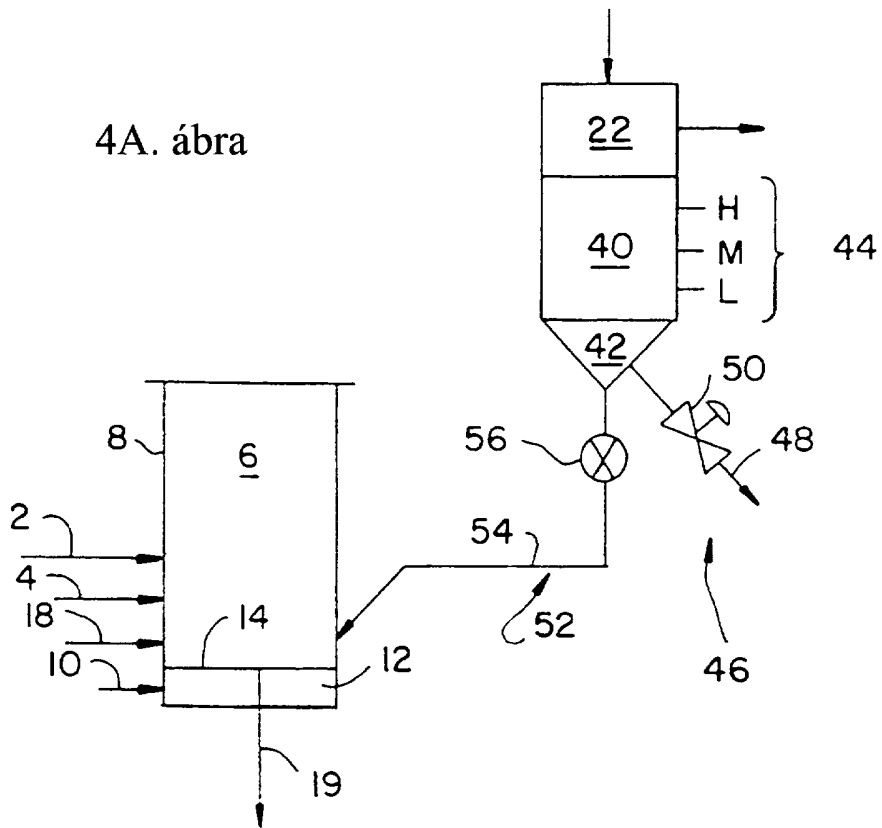
3. ábra



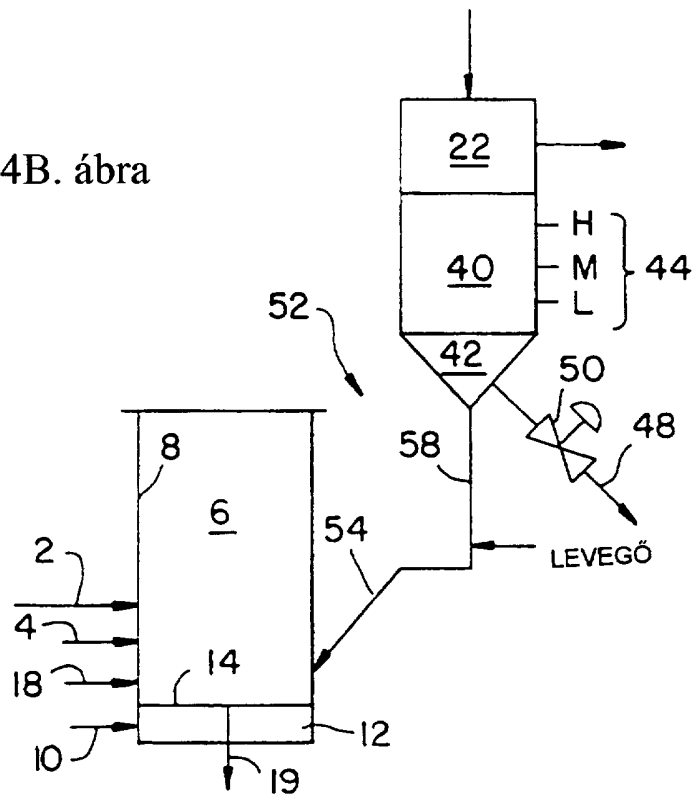
4. ábra



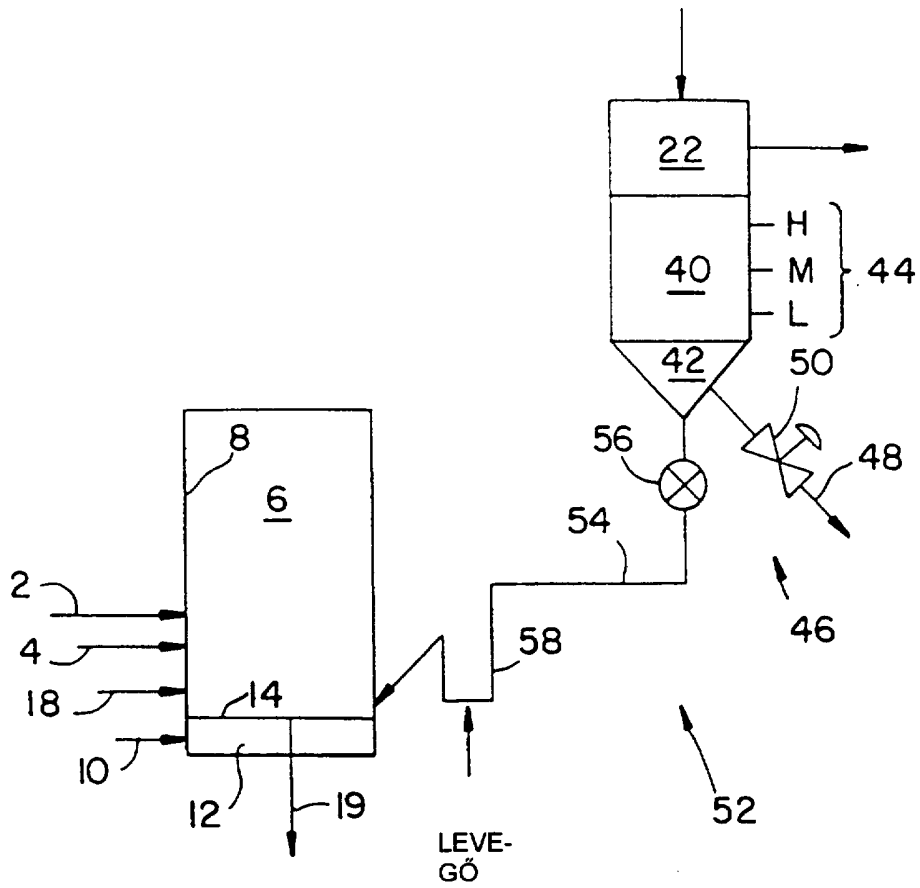
4A. ábra



4B. ábra



4C. ábra



5. ábra

