



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats

(51) Kv.1k.4 - Int.cl.4

C 10J 3/54

(21) Patenttihakemus - Patentansökning

860299

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

22.01.86

(24) Alkupäivä - Löpdag

22.01.86

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

23.07.87

(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. -
Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad

29.12.89

(71) Hakija - Sökande

1. A. Ahlström Osakeyhtiö, Noormarkku, FI; PL 18, 48601 Karhula, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Nieminen, Jorma, Sölvenkatu 4, 78300 Varkaus, (FI)

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä ja laite hiilipitoisen aineen kaasuttamiseksi
Förfarande och anordning för förgasning av kolhaltigt material

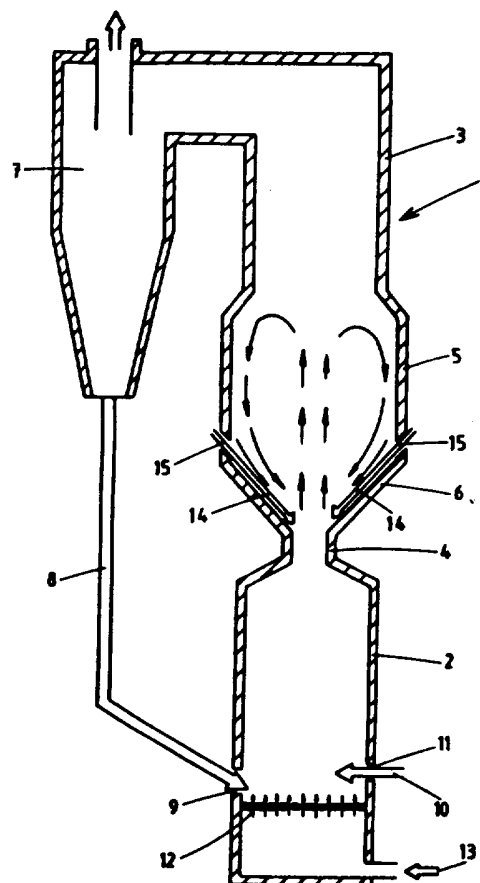
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

DE A 2312283 (C 10 b 49/02), GB A 2065162 (C 10 J 3/54), GB A 2086411 (C 09 J 3/54)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä ja laite hiilipitoisen aineen kaasuttamiseksi kahdessa vaiheessa kiertomassareaktorissa. Hiilipitoinen aine syötetään kaasutusreaktorin (1) ensimmäiseen vyöhykkeeseen (2) ja kaasutetaan siinä kaasutusaineen ja reaktorista poistuneesta kaasusta erotetun kuuman kiintoaineen avulla. Ensimmäisestä vyöhykkeestä kaasun mukana tuleva kaasutuksen jäännös saatetaan kosketukseen kaasutusaineen (14) kanssa syöttämällä se kaasutusreaktorin toisen vyöhykkeen spouting-tyyppisessä leijukerroksessa alaspäin valuvan kiintoaineen joukkoon, jossa ylläpidetään korkeampi lämpötila kuin ensimmäisessä vyöhykkeessä.

Förfarande och anordning för förgasning av kolhaltigt material i en virvelbäddsreaktor med cirkulerande bädd i två steg. Det kolhaltiga materialet matas till en första zon (2) i förgasningsreaktor (1) och förgasas där medelst ett förgasningsmedel (3) och hett fast material som avskiljts från gasen som avgår från reaktor. Resten från förgasningen som avgår från den första zonen tillsammans med gasen bringas i kontakt med ett förgasningsmedel (14) genom att mata in det i andra zon (5) i förgasningsreaktor bland med nedåt i en virvelbädd av spouting-typ rinnande fast material, där en högre temperatur upprätthållas än i den första zonen.



**Menetelmä ja laite hiilipitoisen aineen kaasuttamiseksi-
Förfarande och anordning för förgasning av kolhaltigt
material**

Keksintö koskee menetelmää hiilipitoisen aineen kaasuttamiseksi kahdessa vaiheessa leijukerrosreaktorissa, jossa on kaksi päällekkäistä kaasutusvyöhykettä ja jossa reaktorista poistuvan kaasun sisältämä kiintoaine erotetaan ja palautetaan reaktoriin.

Keksintö koskee myös menetelmän toteuttamiseksi tarkoitettua leijukerrosreaktoria, joka muodostuu alareaktorista ja yläreaktorista, joihin syötetään kaasutusainetta, ja joka käsittää laitteet reaktorista poistuvan kaasun sisältämän kiintoaineen erottamiseksi ja palauttamiseksi reaktoriin. Reaktoriin palautettavan kiintoaineen ja hiilipitoisen aineen syöttöaukot on sovitettu alareaktoriin. Keksintö koskee erikoisesti leijukerrosreaktoria, jonka yläreaktori käsittää ylöspäin laajenevan osan, johon on sovitettu syöttöaukko/-aukot ylöspäin laajenevan osan muodostaman pinnan läheisyyteen.

Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada menetelmä ja laite, joka mahdollistaa vähätervaisen kaasun kehittämisen leijutustekniikkaa käyttäen hiilipitoista lähtöainetta, esim. kivi- tai ruskohiiltä tai turvetta kaasuttamalla.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, että

- hiilipitoinen aine syötetään kaasutusreaktorin ensimmäiseen vyöhykkeeseen, alareaktoriin ja kuumennetaan pyrolysaatiolämpötilaan pääasiallisesti kaasusta erotetun kuumen kiintoaineen avulla, joka kiintoaine pääosin muodostuu reaktorin kaasutusvyöhykkeiden läpi kierrätettävästä inertistä kiertomassasta, joka reaktorin yläosassa erote-

taan kuumana kaasusta ja palautetaan ensimmäiseen vyöhykkeeseen, alareaktoriin,

- alareaktorista ylöspäin toiseen vyöhykkeeseen yläreaktoriin nousevaa, pyrolyysikaasun mukana tulevaa kiinteää hiilipitoista kaasutusjäännöstä hapetetaan yläreaktorin spouting-tyyppisessä leijukerroksessa siten, että kartio-osassa alaspäin valuvaan kiintoaineeseen puhalletaan happipitoista kaasua, joka tällöin reagoi pääosassa kiinteän hiilen kanssa,

- syöttämällä hiili-kiintoainesseokseen happipitoista kaasua nostetaan yläreaktorin lämpötilaa alareaktorin lämpötilaa korkeammaksi ja

- alareaktorista ylöspäin nousevan kaasun sisältämä terva hajotetaan termisesti viemällä kaasu kuuman yläreaktorin läpi.

Spouting-tyyppisen leijukerroksen käyttäytymiselle on tyypillistä, että siinä on keskellä virtaus ylöspäin ja sivuilla kiintoaineen virtaus alaspäin.

Keksinnön mukaiselle leijukerrosreaktorille on tunnusomaista se, että yläreaktorin kaasutusaineen syöttöaukko/-aukot on sovitettu syöttämään hapetuskaasua ylöspäin laajenevan osan pinnan suunnassa alaspäin.

Kaksivaiheinen kaasutus on sinänsä tunnettua tekniikkaa. Esimerkkinä mainittakoon ns. HTW-kaasutin (Hochtemperatur-Winkler). Siinä toisen vaiheen kaasutusaineen syöttö tapahtuu kuitenkin "valikoimattomasti" suoraan kaasuuntuneeseen seokseen, jossa hiilen ja terva-aineiden joukossa on myös muodostunut kaasu kaasutusprosessin tavoitteena olevine lopputuotteineen (vety, hiilimonoksidi, metaani). Tällöin happi reagoi ensisijaisesti näiden kaasumaisten aineiden kanssa, vaikka kaasutuksen lopputulokselle olisi edullista reaktio hiilen kanssa. Myös hiilen ja syötetyn vesihöyryn kosketus heikkenee jonkin verran. Seurauksena on puutteellinen hiilen konversio ja heikkolaatuinen kaasu.

Englantilaisesta patenttijulkaisusta 1506729 on tunnettu menetelmä hiilipitoisen aineen kaasuttamiseksi leijukerrosreaktorissa, joka on jaettu kahteen osaan ja jossa hiilipitoinen aine syötetään kaasutusreaktorin yläosaan. Kun kaasutusreaktorin yläosassa kaasutuksen alkuvaihe suoritetaan mm. haihtuvien aineiden pyrolyysi, jolloin esim. terva-aineiden muodostuminen tapahtuu, jäävät terva-aineet tuotekaasuun. Niiden määrä riippuu kaasutettavan aineen laadusta ja kaasutuslämpötilasta ja se voi esim. hiilellä jäädä pieneksi. Menetelmän tavoitteena ei näytä myöskään olevan ensisijaisesti vähätervainen kaasu, vaan mahdollisimman hyvä hiilikonversio. Keksinnön mukaisen menetelmän päätavoitteena taas on tuottaa vähätervaista kaasua. Tällöin yläosaa käytetään lämpötilan noston avulla tervanpoistoon. Oleellisin asia on se, että lämpötilaa nostetaan hiiltä eikä kaasumaisia komponentteja polttamalla. Tämän mahdollistamiseksi käytetään spouting-tyyppistä leijukerrosta.

Keksinnön mukaisessa menetelmässä alareaktoria käytetään ensisijaisesti pyrolyysireaktorina haihtuvien aineosien kaasuttamiseen. Jäännöshiilen kaasutus ja tervanpoisto tapahtuvat yläreaktorin spouting-tyyppisessä alaosassa, jossa lämpötilan nostoon ja kaasutukseen tarvittavat happipitoinen kaasu ja vesihöyry saatetaan kosketukseen ensisijaisesti hiilen kanssa syöttämällä ne vyöhykkeen kartio-osaan alas valuvan hiilen ja muun kiertomassan joukkoon.

Suomalaisesta kuulutusjulkaisusta 62554 on tunnettu kaksivaiheinen kaasutusmenetelmä, jossa kaasutuksen alkuvaihe tapahtuu, kuten edellämainitussa menetelmässä, reaktorin yläosassa ja terva-aineet siten jäävät tuotekaasuun.

Keksintöä selostetaan seuraavassa lähemmin oheiseen piirustukseen viitaten.

Keksinnön mukainen menetelmä perustuu kiertomassatyyppisen reaktorin käyttöön. Reaktori on jaettu kahteen vyöhykkeeseen.

seen, joita tässä kutsutaan nimillä alareaktori 2 ja yläreaktori 3. Reaktoriosien välillä on kuristuskohta 4, jossa kaasun virtausnopeus nousee niin suureksi, että kiertomassan valuminen yläreaktorista alareaktoriin estyy. Yläreaktorin alaosa 5 on muotoiltu siten, että siihen muodostuu ns. spouting-tyyppinen leijukerros. Tämä toteutetaan siten, että reaktorin poikkipintaa laajennetaan, jolloin virtausnopeus pystysuunnassa hidastuu. Laajennuksen pohja 6 muotoillaan kartiokkaaksi siten, että sen kaltevuus vaakatasoon nähden on 20° ja 60° välillä.

Virtauspoikkipinta yläreaktorin yläosassa kuristetaan samaksi kuin se on alareaktorissa. Kaasun mukana kulkeva kiertomassa ja muu kiintoaine (tuhka, jäännöshiili) erotetaan kaasusta yläreaktorin jälkeen sijoitetussa keskipakoiserottimessa 7, josta erotettu aines palautetaan paluuputkea 8 pitkin alas alareaktoriin siinä olevan aukon 9 kautta.

Kaasutettava hiilipitoinen aine 10 syötetään aukon 11 kautta alareaktoriin, jossa kaasutus tapahtuu matalassa lämpötilassa, sopivimmin $700 - 900^\circ$ kaasusta erotetun kuuman kiintoaineen ja siihen pohjalevyn aukkojen 12 kautta syötetyn kaasutusaineen 13 avulla. Kaasutusaineena käytetään happipitoista kaasua kuten esim. ilmaa ja mahdollisesti vesihöyryä. Kaasun lämpötila valitaan siten, että hiilikonversio kaasutuksessa voi jäädä matalaksi ja muodostuvan kaasun tervapitoisuus voi olla korkeahko. Hiilen määrää alareaktorissa säädetään syöttämällä tarvittaessa vesihöyryä happipitoisen kaasun joukkoon sekä kaasutuslämpötilaa muuttamalla. Alareaktorin ensisijaisena tarkoituksena on toimia pyrolyysireaktorina hiilipitoisen syötteen kaasuuntuville ainesosille. Pyrolyysin lisäksi voi alaosassa tapahtua kaasutettavan polttoaineen osittaishapetus.

Alareaktorista tulee yläreaktoriin hiiltä ja terva-aineita sisältävä seos kuristusosan 4 kautta. Spouting-tyyppisen leijukerroksen käytöllä pyritään happipitoista kaasua ja

vesihöyryä syöttämällä nostamaan reaktiolämpötila alueelle 900 - 1100° siten, että happipitoinen kaasu ja vesihöyry reagoivat ensisijaisesti hiilen eikä kaasun kanssa. Yläreaktoriin muodostetaan näin alue, jossa kaasun sisältämän hiilen konsentraatio on huomattavasti keskimääräistä suurempi. Tällaisen leijukerroksen käyttäytymiselle on tyypillistä, että siinä on keskellä virtaus ylöspäin ja sivuilla kiintoaineen virtaus alaspäin. Alhaalla olevaan kartio-osaan 6 muodostuu alaspäin valuva kiintoainematto. Tässä virtauksessa on myös runsaasti hiiltä. Happipitoinen kaasu ja vesihöyry 14 syötetään tähän aukkojen 15 kautta pitkin kartiomaista pintaa 16 virtaavaan kiintoaineeseen, jolloin ne reagoivat kerroksessa olevan hiilen kanssa, minkä seurauksena lämpötila nousee toivotulla tavalla. Vesihöyryn syöttö aiheuttaa endotermisen reaktion, joka laskee lämpötilaa. Tämä on kompensoitava happipitoisen aineen syötöllä. Vesihöyryn käytöllä edesautetaan hiilen kaasuuntumista. Tervojen poisto perustuu lämpötilan nostoon, siis termiseen hajoitukseen.

Keksinnön mukaiselle menetelmälle soveltuvat toimintaolosuhteet:

Kaasun virtausnopeusalueet:

- | | |
|---------------------------------------|-----------|
| - alareaktori | 3-10 m/s |
| - ala- ja yläreaktorin välinen kurkku | 10-50 m/s |
| - yläreaktorin spouting-osa | 1-4 m/s |
| - yläreaktorin yläosa | 4-12 m/s |

Kaasuttimen paine 1-6 bar (abs.)

Keksintö ei rajoitu esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella ja soveltaa patenttivaatimusten määrittämien keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä hiilipitoisen aineen kaasuttamiseksi kahdessa vaiheessa leijukerrosreaktorissa, jossa on kaksi päällekkäistä kaasutusvyöhykettä ja jossa reaktorista poistuvan kaasun sisältämä kiintoaine erotetaan ja palautetaan reaktoriin, t u n n e t t u siitä, että

- hiilipitoinen aine syötetään kaasutusreaktorin ensimmäiseen vyöhykkeeseen, alareaktoriin ja kuumennetaan pyrolysaatiolämpötilaan pääasiallisesti kaasusta erotetun kuumen kiintoaineen avulla, joka kiintoaine pääosin muodostuu reaktorin kaasutusvyöhykkeiden läpi kierrätettävästä inertistä kiertomassasta, joka reaktorin yläosassa erotetaan kuumana kaasusta ja palautetaan ensimmäiseen vyöhykkeeseen, alareaktoriin,

- alareaktorista ylöspäin toiseen vyöhykkeeseen yläreaktoriin nousevan pyrolyysikaasun mukana tulevaa kiinteää hiilipitoista kaasutusjäännöstä hapetetaan yläreaktorin spouting-tyyppisessä leijukerroksessa siten, että kartiossa alaspäin valuvaan kiintoaineeseen puhalletaan happipitoista kaasua, joka tällöin reagoi pääosassa kiinteän hiilen kanssa,

- syöttämällä hiili-kiintoaineseokseen happipitoista kaasua nostetaan yläreaktorin lämpötilaa alareaktorin lämpötilaa korkeammaksi ja

- alareaktorista ylöspäin nousevan kaasun sisältämä terva hajotetaan termisesti viemällä kaasu kuumen yläreaktorin läpi.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lämpötila on ensimmäisessä vyöhykkeessä 700 - 900°C.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että lämpötila on toisessa vyöhykkeessä
900 - 1100°C.

4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että kaasutusaine käsittää happipitoista
kaasua ja vesihöyryä.

5. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n -
n e t t u siitä, että ensimmäisestä vyöhykkeestä toiseen
vyöhykkeeseen tulevan kaasun virtausnopeus on niin suuri,
että kiintoaineen valuminen toisesta vyöhykkeestä ensimmäi-
seen vyöhykkeeseen estyy.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-5 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että kaasun virtausnopeus ensimmäi-
sessä vyöhykkeessä on 3 - 10 m/s.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että kaasun virtausnopeus toisen
vyöhykkeen spouting-osassa on 1 - 4 m/s.

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen menetelmä, t u n n e t t u
siitä, että kaasun virtausnopeus toisen vyöhykkeen sisään-
tuloaukossa on 10 - 50 m/s.

9. Leijukerrosreaktori hiilipitoisen aineen kaasuttamiseksi,
joka käsittää laitteet reaktorista poistuvan kaasun si-
sältämän kiintoaineen erottamiseksi (7) ja palauttamiseksi
(8) reaktoriin, ja joka muodostuu alareaktorista (2) ja
yläreaktorista (3), joihin syötetään kaasutusainetta, ja
jossa reaktoriin palautettavan kiintoaineen ja hiilipitoi-
sen aineen syöttöaukot (9, 11) on sovitettu alareaktoriin
(2) sekä joka yläreaktori käsittää ylöspäin laajenevan
osan (6) johon on sovitettu syöttöaukko/-aukot (15) ylöspäin
laajenevan osan muodostaman pinnan (16) läheisyyteen,

t u n n e t t u siitä, että yläreaktorin (3) kaasutusaineen syöttöaukko/-aukot (15) on sovitettu syöttämään hapetuskaasua ylöspäin laajenevan osan pinnan (16) suunnassa alaspäin.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen leijukerrosreaktori, t u n n e t t u siitä, että yläreaktorin pohja (6) on kartiomainen.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen leijukerrosreaktori, t u n n e t t u siitä, että pohjan (6) kaltevuus vaakatasoon nähden on 20 - 60°.

12. Jonkin patenttivaatimuksen 9 - 11 mukainen leijukerrosreaktori, t u n n e t t u siitä, että yläreaktorin (3) alareaktoriin (2) yhdistävän reaktoriosan (4) leikkauspinta-ala on pienempi kuin alareaktorin.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 9 - 12 mukainen leijukerrosreaktori, t u n n e t t u siitä, että yläreaktorin laajennusosan (5) leikkauspinta-ala on suurempi kuin alareaktorin (2).

Patentkrav

1. Förfarande för förgasning av kolhaltigt material i två steg i en virvelbäddsreaktor, som har två på varandra belägna förgasningszoner och i vilken fast material avskiljs från de ur reaktorn avgående gaserna och återcirkuleras till reaktorn, k ä n n e t e c k n a t därav,

- att det kolhaltiga material matas in i förgasningsreaktors första zon, i den nedre reaktorn och uppvärms till pyrolystemperatur huvudsakligen medelst från gasen avskilt hett fast material, som huvudsakligen består av inert genom reaktorns förgasningszoner cirkulerande material, som i hett tillstånd avskiljs från gasen i reaktorns övre del och återförs till den första zonen i den nedre reaktorn,

- att fast kolhaltig förgasningsåterstod, som följer med de från den nedre reaktorn uppåt till den andra zonen i den övre reaktorn stigande pyrolysgaserna, oxideras i övre reaktorns fluidiserade bädd av spouting typ så, att en syreinhållande gas blåses in i det längs en konisk del nedåt flytande fasta materialet, varvid gasen huvudsakligen reagerar med fast kol,

- att temperaturen i den övre reaktorn höjes till en temperatur som är högre än temperaturen i den lägre reaktorn genom att syreinhållande gas inmatas i blandningen av kol och fast material,

- att den i den från den nedre reaktorn uppåtstigande gasen ingående tjäran sönderdelas termiskt genom att gasen leds genom den heta övre reaktorn.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att temperaturen i den första zonen är 700 - 900°C.

3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n n e -
t e c k n a t därav, att temperaturen i den andra zonen
är 900 - 1100°C.
4. Förfarande enligt patentkrav 1, 2 eller 3 k ä n n e -
t e c k n a t därav, att förgasningsmedlet består av
syreinnehållande gas och vattenånga.
5. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 4 k ä n -
n e t e c k n a t därav, att strömningshastigheten för den
från den första zonen till den andra zonen strömmande gasen
är så stor, att den förhindrar fast material att flyta
från den andra zonen till den första zonen.
6. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 5 k ä n -
n e t e c k n a t därav, att gasens strömningshastighet i
den första zonen är 3 - 10 m/s.
7. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 6 k ä n -
n e t e c k n a t därav, att gasens strömningshastighet i
den andra zonens spouting del är 1 - 4 m/s.
8. Förfarande enligt patentkrav 7 k ä n n e t e c k n a t
därav, att gasens strömningshastighet vid inloppet till
den andra zonen är 10 - 50 m/s.
9. Virvelbäddsreaktor för förgasning av kolhaltigt material,
vilken omfattar anordningar för avskiljning (7) av fast
material ur den ur reaktorn avgående gasen och anordningar
för återcirkulation (8) av fast material till reaktorn,
och vilken består av en nedre reaktor (2) och en övre
reaktor (3), till vilka förgasningsmedel inmatas, och i
vilken inmatningsöppningarna (9,11) för återcirkulerat
fast material och kolhaltigt material är anordnade i den
nedre reaktorn (2) samt i vilken den övre reaktorn omfattar
en sig uppåt utvidgande del (6) till vilken inmatningsöpp-
ning/-öppningar (15) anordnats i närheten av ytan (16)

till den sig uppåt utvidgande delen, k ä n n e t c k n a d därav, att övre reaktorns (3) inmatningsöppning/-öppningar (15) för förgasningsmedel anordnats att inmata oxiderande gas i riktning nedåt längs ytan (16) av den sig uppåt utvidgande delen.

10. Virvelbäddsreaktor enligt patentkrav 9, k ä n n e - t e c k n a d därav, att den övre reaktorns botten (6) är konisk.

11. Virvelbäddsreaktor enligt patentkrav 10, k ä n n e - t e c k n a d därav, att bottnet (6) har en 20 - 60° lutning mot horisontalplanet.

12. Virvelbäddsreaktor enligt något av patentkraven 9-11, k ä n n e t e c k n a d därav, att tvärsnittet för reaktordelen (4) som förbinder den övre reaktorn (3) med den nedre reaktorn (2) är mindre än tvärsnittet för den nedre reaktorn.

13. Virvelbäddsreaktor enligt något av patentkraven 9-12, k ä n n e t e c k n a d därav, att tvärsnittet för den övre reaktorns utvidgade del (5) är större än tvärsnittet för den nedre reaktorn (2).

80066

