

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) **FI 922098 A7**

(12) **JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 922098

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
C10G 9/18

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **08.05.1992**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **08.05.1992**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **17.01.1993**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet - Priority

16.07.1991 US 730560

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Stone & Webster Engineering Corporation, 225 Summer Street Boston, MA 02107, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Bowen, Colin P., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • Brewer, John R., USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Lämpökrakkausuuni ja prosessi

Termisk krackningsugn och process

Lämpökrakkausuuni ja prosessi

Tämä keksintö koskee uuneja hiilivetyjen termistä krakkausta varten. Erityisesti keksintö koskee uunia ja prosessia hiilivetyjen krakkaamiseksi, missä poltto tapahtuu täysin lattiapoltinten avulla ja jossa hiilikarstan aiheuttama kierukan likaantuminen minimoidaan.

Jo kauan on tunnettu hiilivetyjen terminen krakkaus olefiinien ja muiden kevyempien hiilivetytuotteiden tuottamiseksi.

Tyypillisesti termisen krakkauksen uuni koostuu tulipesästä ja useista kierukoista, jotka ulottuvat tulipesän läpi. Syötettävä hiilivetyraaka-aine tuodaan krakkaus-uuniin ja nostetaan korkeaan lämpötilaan, esim. 871 °C (1 600 °F) ja jäähdytetään reaktiolämpötilaan krakkautuneiden tuotteiden saannon tuottamiseksi. Kuitenkin termisen krakkauksen prosessi aiheuttaa koksia ja tervaa haluttujen tuotteiden ohella. Alusta alkaen, käytettäessä lämpökrakkausta, koksien ja tervan muodostumisesta aiheutuva kierukoiden likaantuminen on ollut vakava ongelma. Kun kierukat ovat koksien ja tervan likaamia, uuni täytyy poistaa toiminnasta ja putket tulee puhdistaa tai korvata.

Kevyet hiilivedyt, kuten etaani, ovat yleinen ja usein edullinen syöte. Kuitenkin kevyen hiilivetysyötteen vaatima krakkauksen korkea lämpötila asettaa suunnittelurajoituksia ja kevyiden hiilivetysyötteiden krakkauksesta muodostuvan koksien aiheuttama likaantuminen on erityisen hankalaa.

Sen lisäksi, kun terminen krakkausteknologia eteni, esiintyi suuntaus erottelevampaan krakkaukseen halutun lopullisen tuotteen joko parempien saantojen tai suuremman selektiivisyyden saavuttamiseksi. Tämän seurauksena termisen krakkauksen uuneihin kehitettiin pienempi halkaisija, lyhyemmät kierukat ja säteilypoltinten keskittäminen uunin seinämille kierukoita vastapäätä erottelevampaa krakkausta

varten paremman olefiiniselektiivisyyden saavuttamiseksi. Käytäntö on osoittanut, että suuremmalla erottelevuudella koksiongelmät tulivat selvemmiksi.

5 Lisäkehitys oli termisten krakkausuunien lattiapolton käyttö. Vaikka monia etuja liittyy tähän polttoon, kokemus on osoittanut, että siitä seuraa usein vahingollisesti sijoittuvaa koksia.

10 Termisessä krakkauksessa nykyisin vallitsevalle tavanomaiselle tietämykselle on ominaista lyhyt residenssiaika, erottavampi krakkaus, jotka tuottavat korkeimman selektiivisyyden ja olefiinisaannon. Kuitenkin paremmissa erottelukrakkauolosuhteissa, erityisesti täydellisellä lattiapoltoilla, koksiongelmät kasvavat ja toiminta-ajan pituus niin muodoin lyhenee, mikä aiheuttaa lyhyemmän tehollisen toimintakyvyn ja lyhyemmän laitteiden käyttöajan.

15 Päinvastoin kuin tavanomaisessa tietämyksessä, on havaittu, että olefiinituotoksen maksimointi, joka on määriteltä keskimääräisen krakkausjakson saannon tuotteena ja keskimääräisenä uunin käytettävyytenä, voidaan saavuttaa käytettäessä pitkään uunia ja prosessia, joka käyttää saatavissa olevaa maksimaalista säteilylämpöä.

25 Tämän keksinnön tavoite on tuottaa uuni, joka maksimoi käytettävissä olevan säteilylämmön ja minimoi kierukoiden likaantumisen, joka aiheutuu koksien ja tervan muodostumisesta lämpökrakkauksen aikana.

Tämän keksinnön toinen kohde on tuottaa uuni, jota voidaan kuumentaa yksinomaan uunin lattiapolttinten avulla.

30 Tämän keksinnön toinen lisätavoite on tuottaa uuni ja prosessi, joka on riippuvainen uunin säteilevistä kierukoista, jotka on asennettu sekä vaakasuoraan että pystysuoraan käytettävissä olevan säteilevän tulipesän tilavuuden maksimoimiseksi.

35 Tavoitteisiin pääsemiseksi on kehitetty uuni, jossa on säteilevä vyöhyke, jota kuumennetaan lattiapolttinten avulla, sen sivulla oleva konvektiovyöhyke, ja vaakasuora

savukanavavyöhyke, joka ulottuu säteilevästä vyöhykkeestä konvektiovyöhykkeeseen. Vaakasuoraan sijoitetut konvektio-kierukat ulottuvat konvektiovyöhykkeen kautta yhteiseen ulkoiseen kokoomaputkeen, josta ennalta lämmitetty syöte
 5 jaetaan säteileviin kierukoihin. Säteilevä kierukkako-
 koonpano käsittää vaakasuoran osan, joka ulottuu yhteises-
 tä sisääntuloputkesta vaakasuoran savukanavavyöhykkeen
 kautta ja pystysuoran U:n muotoisen kierukkaosan, joka on
 asennettu säteilevälle vyöhykkelle päättyen sitten tulipe-
 10 sän ulkopuolelle jäähdytyslämmönvaihdinjärjestelmän lii-
 täntään.

Prosessi etenee jakamalla hiilivetysyötettä konvek-
 tiokierukoihin, joissa raaka-aine kuumennetaan, mistä kuu-
 mennettu raaka-aine kulkee yhteiseen kokoomaputkeen lämpö-
 15 tilan ja paineen tasapainottamista varten ja sen jälkeen
 säteilevien kierukoiden kautta korkean lämpötilan krak-
 kaukseen.

Säteilevien lattiapoltinten tuottama lämpö tuottaa
 säteilylämpöä uunin säteilyosissa samalla, kun tulikanava-
 20 kaasut tuottavat konvektiolämpöä konvektioputkia varten.
 Uunin savukanavavyöhykkeessä lämpöä syntyy sekä säteily-
 että konvektiolämmönsiirron avulla.

Keksintö tulee paremmin ymmärretyksi seuraavia pii-
 rustuksia tarkasteltaessa, joissa:

25 Kuvio 1 on pystyleikkauskuva keksinnön uunista;
 kuvio 2 on tasokuva katsottuna kuvion 1 linjaa 2 -
 2 pitkin;

kuvio 3 on perspektiivikuva uunin kierukoista ku-
 viosta 1 katsottuna; ja

30 kuvio 4 on perspektiivikuva uunin kierukoiden muun-
 noksesta kuvioista 1 katsottuna.

Tämän keksinnön uuni on hiilivetysyötteen lämpö-
 krakkausuuni.

Uuni 2 koostuu säteilyvyöhykkeestä 4, konvektiovyö-
 35 hykkeestä 6, joka on säteilyvyöhykkeen 4 sivulla, ja vaa-

kasuoraan sijoitetusta ylemmästä säteilyvyöhykkeestä tai savukanavavyöhykkeestä 8, joka yhdistää säteilyvyöhykkeen 4 konvektiovyöhykkeeseen 6.

Kuten kuviosta 1 parhaiten nähdään, useita konvektiokierukoita 10 ulottuu vaakasuorassa konvektiovyöhykkeen 6 läpi ja päättyy yhteiseen kokoomaputkeen 12. Säteilyputket 14 koostuvat vaakasuorasta osasta 16 ja siihen liitettystä pystysuorasta osasta 18, joka ulottuu yhteisestä kokoomaputkesta 12 vaakasuoran vyöhykkeen 8 ja säteilyvyöhykkeen 6 kautta. Säteilykierukoiden 14 pystysuorat osat 18 on muotoiltu u:n muotoon ja niissä on alaspäin suuntautuvat osat 20, taiveosa 22 ja ylöspäin suuntautuva osa 24.

Uunissa 2 on sivuseinämät 26, katto 28 ja pohja 30. Uunia kuumennetaan täysin pohjapoltinten 32 avulla, parhaiten nähtävissä kuviossa 2, jotka tuottavat säteilylämpöä säteilykierukoiden 14 pystysuoriin osiin 18 ja vaakasuoraan kierukan osaan 16 vyöhykkeellä 8. Pohjapoltinten 32 tuottamat savukaasut tuottavat konvektiolämpöä uunin 2 konvektio-osaa 6 varten ja kohtuullisen määrän konvektiolämpöä myös säteilykierukoiden 14 vaakasuoriin osiin 16.

Jäähdytyslämmönvaihtimet 34 on tuotettu jäähdyttämään äkkiä poistetta, jota terminen hiilivetysyötteen krakkaus uunissa 2 tuottaa. Jäähdytyslämmönvaihdin 34 (yksittäinen tai yhteinen) on sijoitettu välittömästi kunkin säteilykierukan 14 ulostuloon 36.

Säteilykierukat 14 käsittävät eri kokoisia putkia. Käytäntö on osoittanut, että uuni 2 toimii hyvin pitkiä aikoja, ilman että putkista tarvitsee polttaa koksi, kun säteilykierukoiden 14 vaakasuoraan sijoitetun osan 16 sisähalkaisija on pienin, pystysuoran kierukan osan 20 sisähalkaisija on keskikokoa ja pystysuoran kierukan osan 24 sisähalkaisija on suurin. Esimerkiksi säteilykierukoiden 14 vaakasuoraan sijoitettujen osien 16 sisähalkaisijat ovat 30,5 - 38,1 mm; pystysuorien kierukoiden osien 20

sisähalkaisijat ovat 38,1 - 63,5 mm ja pystysuorien osien 24 sisähalkaisijat ovat 50,8 - 76,2 mm.

Säteilykierukoiden 14 eräs suoritusmuoto on nähtävissä kuviossa 3, jossa neljä vaakasuoraan sijoitettua säteilykierukan osaa 16 päättyy yhteenliitetttyyn osaan 17 ja josta yksi pystysuora kierukan osa 20 ulottuu ja jatkuu yhtenä pystysuorana kierukan osana 24.

Vaihtoehtoinen suoritusmuoto on nähtävissä kuviossa 4, jossa säteilykierukat 14 koostuvat kahdesta kahden vaakasuoraan sijoitetun säteilykierukan osan 16 muodostamasta sarjasta, jotka päättyvät kahteen yhteisosaan 17, josta kaksi pystysuoraa säteilykierukan osaa 20 ja 20a ulottuu ja päättyy yhteisosaan 23. Yksi pystysuora kierukan osa 24 ulottuu yhteisosasta 23 jäähdytyslämmönvaihtimeen 34.

Tämän keksinnön prosessi etenee jakamalla hiilivetysyötettä, kuten etaania, naftaa jne. konvektiokierukoiden 10 sisäänmenoon. Syötettävää raaka-ainetta kuumennetaan 538 - 702 °C:n lämpötilaan konvektiovyöhykkeellä 6. Sen jälkeen kun syötettävä raaka-aine on kulkenut kaikista konvektiokierukoista 10 kokoomaputkeen 12 lämpötilan ja paineen tasapainottamista varten, hiilivetysyötteen lämpötilaa nostetaan vaakasuorassa säteilyvyöhykkeellä 8 704 - 788 °C:seen residenssiajan ollessa 0,05 - 0,075 sekuntiin. Sen jälkeen hiilivetysyötettä kuumennetaan lopulliseen 815 - 899 °C:n krakkauslämpötilaan säteilykierukoiden pystysuorassa osassa 18 residenssiajan ollessa 0,175 - 0,25 sekuntia.

Uunissa syntyvä lämpövuoto on 12 000 - 35 000 BTU/Hr.Ft. Säteilylämpö on 1,00 - 1,25 MM BTU/tunti kierukkaa kohti säteilyvyöhykkeellä 4 ja 0,45 - 0,55 MM BTU/tunti kierukkaa kohti vaakasuoralla säteilyvyöhykkeellä 8. Polttoaasut saavuttavat 1 038 - 1 093 °C:n lämpötilassa konvektiovyöhykkeen 6.

Seuraava taulukko kuvaa olosuhteita, kun keksinnön uuni 2 on ollut jatkuvasti toiminnassa 40 päivää, jossa

sisähalkaisija kierukan sisääntulosta vaakasuoran säteilevän kierukan osan 18 päähän on 33,0 mm ja siinä on neljä kierukkaa, jotka ovat pituudeltaan 3,96 m ja sisähalkaisija vaakasuoran säteilevän kierukan osan 18 liitännästä
 5 kierukan ulosmenoon 36 on 63,5 mm ja siinä on yksi kierukka, jonka pituus on 24,99 m.

Toimintaolosuhteet käyttöä varten ovat raaka-aineena 498,9 kg etaania/tunti/kierukka; 82,8 kPa paine kierukan ulostulossa; 136,08 g höyryä/ 453,59 g hiilivetyä;
 10 65 % konversio. Maksimi putken metallin lämpötila on pisteiden C ja D välillä ja se on 1 101 °C.

Taulukko 1

	sijainti	kierukan sisään- tulo A	vaakasuoran osan pää B	mutkan pohja C	kierukan ulostulo D
15	prosessi- lämpötila °C	704	790	827	876
	putken metallin lämpötila °C	903	977	1043	1038
20	tulikynnys- lämpötila °C (savukaasun lämpötila)	1074	1130	1179	1129



Patenttivaatimukset

1. Terminen krakkausuuni (2) käsittäen useita säteilyvyöhykkeen (4) läpi ulottuvia kierukoita ja kuuminusvälineen, joka käsittää useita säteilylattiapolttimia (32), t u n n e t t u siitä, että mainittu uuni lisäksi käsittää:

- konvektiovyöhykkeen (6) säteilyvyöhykkeen (4) sivussa,
- vaakasuoraan säteilyvyöhykkeen (4) ja konvektiovyöhykkeen (6) väliin sijoitetun savukanavavyöhykkeen (8) ja
- useita vaakasuoraan sijoitetun savukanavavyöhykkeen (8) ja säteilyvyöhykkeen (4) läpi ulottuvia säteilykierukoita (14), jotka muodostuvat vaakasuorasta säteilykierukkavyöhykkeestä (16), joka ulottuu vaakasuoran savukanavavyöhykkeen (8) läpi, ja pystysuorat kierukkavyöhykkeet (18) ulottuvat läpi säteilyvyöhykkeen (4), jolloin vaakasuoran savukanavavyöhykkeen (8) säteilykierukoiden poikkileikkauksen sisähalkaisija on pienempi kuin pystysuoran kierukkavyöhykkeen (18) säteilykierukoiden poikkileikkauksen sisähalkaisija, ja säteilykierukoiden (18) pystysuorat kierukkavyöhykkeet käsittävät ylävirran puoleisen osan (20) ja alavirran puoleisen osan (24), jolloin mainitun pystysuoran vyöhykkeen vastavirtaosan (20) säteilykierukoiden sisähalkaisijat ovat poikkileikkaukseltaan suuremmat kuin säteilykierukoiden muodostavan vaakasuoran vyöhykkeen (16) säteilykierukoiden halkaisijat, ja pystysuoran vyöhykkeen myötävirtaosan (24) säteilykierukoiden sisähalkaisijat ovat poikkileikkaukseltaan suuremmat kuin säteilykierukoiden muodostavan pystysuoran vyöhykkeen vastavirtaosan (20) säteilykierukoiden halkaisijat.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen terminen krakkausuuni (2), t u n n e t t u siitä, että lämmön lähteenä on pääasiallisesti rivistö lattiapolttimia (32).

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen terminen krakkausuuni (2), t u n n e t t u siitä, että keksintö kä-

sittää konvektiovyöhykkeellä (6) sijaitsevia useita konvektiokierukoita (10), ja yhteisen kokoomaputken (12), joka on säteilyvyöhykkeen (4) ylävirran puolella yläpuolella, ja johon konvektiokierukat (14) liittyvät, ja josta useat säteilykierukat lähtevät.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen terminen krakkausuni (2), t u n n e t t u siitä, että kukin säteilykierukoista (14) päättyy ulostuloon (36) käsittäen lisäksi
5 jäähdytyslämmönvaihtimen (34) kunkin säteilykierukan (14) ulostulon (36) yhteydessä.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen terminen krakkausuni (2), t u n n e t t u siitä, että mainitun vaakasuoran vyöhykkeen (16) poikkileikkauksen sisähalkaisija
10 on 30,5 - 38,1 mm, että mainitun vastavirtaosan (20) sisähalkaisija on poikkileikkauksessa 38,1 - 63,5 mm, ja että mainitun myötävirtaosan (24) sisähalkaisija on poikkileikkauksessa 50,8 - 76,2 mm.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen terminen krakkausuni (2), t u n n e t t u siitä, että se lisäksi käsittää kokoojakappaleen (17), johon vaakasuorat säteilykierukat (16) liittyvät, ja johon liittyy virtaussuunnassa ylhäällä pystysuora kierukkaosa (20) käsittäen yhden laskuvirtauskierukan.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen terminen krakkausuni (2), t u n n e t t u siitä, että keksintö käsittää joukon ensimmäisiä kokoojakappaleita (17), joihin vaakasuorat säteilykierukat (16) liittyvät, että ainakin yksi mainituista alaspäin ylösvirtaavista säteilykierukoista (20) lähtee kustakin ensimmäisestä liitoskappaleesta (17), ja toisen kytkennän (23), johon kukin vastavirrassa olevat laskuvirtauksen säteilykierukoista (20) liittyy, ja että yksi mainituista myötävirrassa nousuvirtauksen pystysuorista kierukoista (24) liittyy toiseen
25
30 kokoojakappaleeseen (23).

FIG. 3

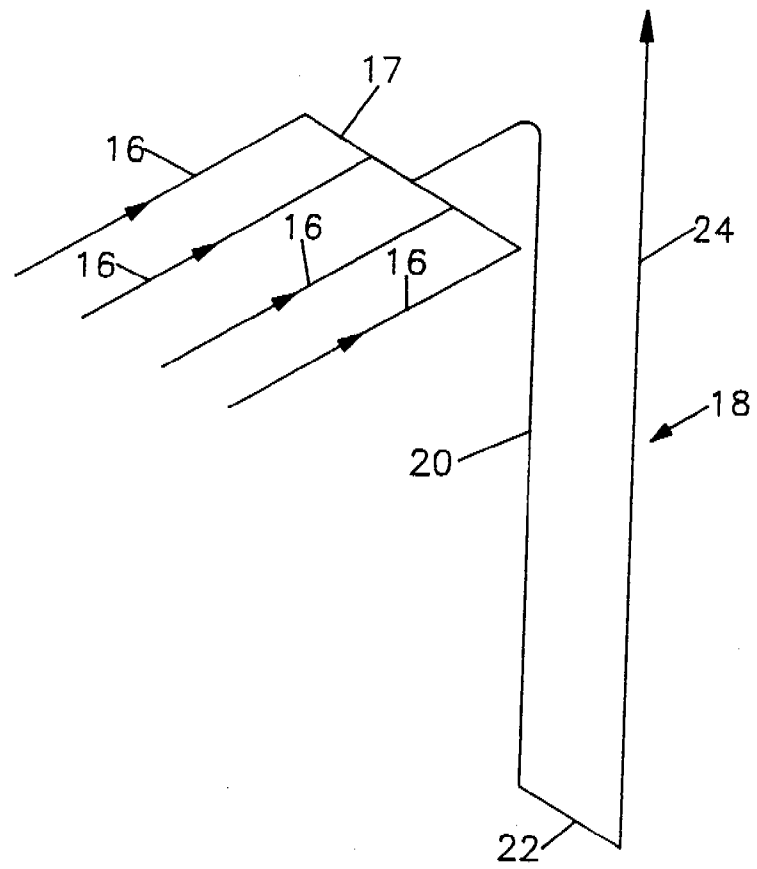


FIG. 4

