

19



LATVIJAS REPUBLIKAS  
PATENTU VALDE

11 LV 15341 B

51 Int.Cl C10J3/68

Latvijas patents uz izgudrojumu  
2007.g. 15.februāra Latvijas Republikas likums

12

## Īsziņas

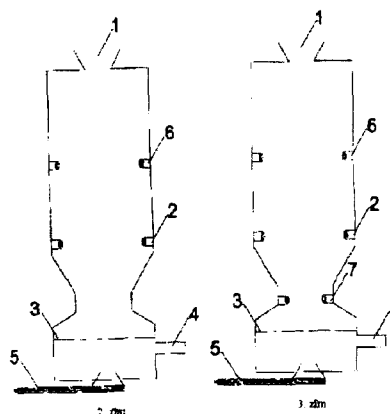
21	Pieteikuma numurs:	P-16-95
22	Pieteikuma datums:	09.12.2016
41	Pieteikuma publikācijas datums:	20.06.2018
45	Patenta publikācijas datums:	20.08.2018

73 Īpašnieks(i):  
RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE,  
Kaļķu iela 1, Rīga LV-1658, LV

72 Izgudrotājs(i):  
Dagnija BLUMBERGA (LV),  
Vladimirs KIRSANOVS (LV),  
Claudio ROCHAS (LV),  
Ivars VEIDENBERGS (LV),  
Edgars VĪGANTS (LV),  
Ģirts VĪGANTS (LV)

54 Virsraksts: **GAZIFIKĀCIJAS IEKĀRTA**

57 Kopsavilkums: Izgudrojums attiecas uz enerģētikas nozari, konkrēti - uz atjaunojamo energoresursu izmantošanu sintētiskās gāzes ražošanas procesā, kā arī uz gazifikācijas iekārtām. Piedāvātā gazifikācijas iekārta nodrošina singāzes sadegšanas siltuma un kvalitātes paaugstināšanu. Izgudrojuma gazifikācijas iekārta ir raksturīga ar to, ka primārās gaisa plūsmas vietā ar papildu gaisa pievadu palīdzību ir nodrošināta sekundārās un/vai terciārās gaisa plūsmas padeve pirolīzes un reducēšanas zonās 6 un/vai 7.



## IZGUDROJUMA APRAKSTS

[001] Izgudrojums attiecas uz enerģētikas nozari, konkrēti uz atjaunojamo energoresursu izmantošanu sintētiskās gāzes ražošanas procesā un ražošanas iekārtām.

[002] Gazifikācijas iekārtā jeb gazifikatorā cietā kurināmā pārveidošana gāzveida produktos notiek saskaņā ar biomasas gazifikācijas procesa principiem. Gazifikācijas process ir daļēja kurināmā oksidācija augstā temperatūrā (parasti ap 700–1500 °C) ar ierobežotu gaisa piekļuvi. Procesā rezultātā biomasa tiek pārvērsta viegli uzliesmojošā gāzu maisījumā – sintēzes gāzē (saukta arī par singāzi jeb ģeneratora gāzi). Šo gāzi var izmantot līdzīgi dabasgāzei, piemēram, par degvielu gāzes dzinējos, turbīnās elektroenerģijas/siltuma ražošanai, katlos un ķīmisko izejvielu (metanola) ražošanā [1, 2].

[003] Iegūtās gāzes enerģija, atkarībā no gazifikācijas vides (gaiss, tvaiks, oglekļa dioksīds), ir 70–80 % no ievadītās biomasas enerģijas. Gazifikācijas process noris skābekļa deficīta un paaugstinātas temperatūras apstākļos. Temperatūru nodrošina, sadedzinot daļu no gazifikācijas iekārtā padotā kurināmā. Gazifikācijas procesa sākumā kurināmā masa žūst un, sasniedzot aptuveni 200 °C temperatūru, no tās sāk izdalīties gaistošās vielas, kuru sastāvā ir oglekļa oksīds, ūdeņradis, metāns, ogļūdeņraži, oglekļa dioksīds, darva un ūdens tvaiki. Procesā cietie atlikumi ir pārņēmušies biomasā, no kuras, gazifikācijas vidē augstas temperatūras apstākļos, pārveides procesā iegūst degošu gāzveida gala produktu. Pārveides procesa temperatūras līmenis ir atkarīgs no gazifikācijas vides un gazifikācijas iekārtas tipa, un svārstās 700–1500 °C robežās. Gazifikācijā iegūtās gāzes attīrīšana no darvas ir komplicēts un dārgs, taču ļoti svarīgs process, jo ietekmē singāzi izmantojošo tehnoloģisko iekārtu darbību [3].

[004] Viena no populārākām gazifikācijas iekārtu konstrukcijām ir lejupvērstas plūsmas konstrukcija – pieņemta par prototipu [1]. Koksnes padeve notiek caur atvērumu augšā un pakāpeniski virzas uz apakšu (1. zīm.). Gaiss tiek ievadīts reaktora vidusdaļā sašaurinājuma vietā un tālāk virzas kopā ar kurināmo uz leju. Gaisa ievadīšanas zonā notiek degšanas process, kurā piedalās gaiss un kokss. Tas nodrošina augstas temperatūras gazifikācijas iekārtā. Virs sadegšanas zonas ir pirolīzes zona un žāvēšanas zona, augošā secībā. Zem oksidācijas zonas ir reducēšanas zona, kur notiek koksa sadalīšana. Katra zona ieņem svarīgu vietu gazifikācijas procesā. Pelni un oglekli saturošas ogles birst caur ārdiem un aizvadītas apakšdaļā. Gazifikācijas produkti arī nokļūst zem ārdiem un pēc tam tiek izvadīti starp speciālo kanālu, kuru izeja parasti atrodas gazifikācijas iekārtas apakšējā daļā.

[005] Gazifikācijas procesa efektivitāte ir atkarīga no dažādiem parametriem. Gazifikācijas procesa atšķirīgās zonas ir jūtīgas pret tajās pievadītā gaisa apjomiem un temperatūrām, pret

kurināmā masas izmēriem, elementu koncentrācijas, mitruma un pelnu satura [4, 5]. Singāzes sadegšanas siltums ir atkarīgs gan no ievadītā kurināmā elementu sastāva, mitruma un pelnu satura, gan no ievadītā gaisa temperatūras un apjomiem [6, 7].

[006] Gazifikācijas iekārtās, kurās gaisa padeves sprauslas ir uzstādītas oksidācijas zonā, ir iespējams saražot zemas kvalitātes singāzi ar zemu sadegšanas siltumu, jo oksidācijas zonā lielāka daļa oglekļa un ūdeņraža, kas ir kurināmā sastāvā, sadeg, tādējādi veidojot augstāku koncentrāciju pilnīgas sadegšanas produktiem CO<sub>2</sub> un H<sub>2</sub>O. Tas nozīmē, ka padodot gaisu tikai oksidācijas zonā nav iespējams iegūt augstas kvalitātes singāzi.

[007] Izgudrojuma **mērķis** ir tehnoloģiskās iekārtas (gazifikācijas iekārtas) konstrukcijas uzlabošana singāzes sadegšanas siltuma un kvalitātes paaugstināšanai, sadalot gaisa plūsmu un daļu gaisa ievadot speciālās gazifikācijas iekārtas zonās, tādējādi palielinot ūdeņraža saturu singāzē. Gazifikācijas iekārtā ar divpakāpju gaisa padošanu, gaiss tiek ievadīts arī pirolīzes zonā (6) (2. zīm.). Gazifikācijas iekārtā ar trīspakāpju gaisa padošanu, gaiss tiek ievadīts pirolīzes (6) un reducēšana (7) zonās (3. zīm.).

[008] Izgudrojuma tehnoloģiskā ideja ir pamatota ar gazifikācijas iekārtas darbības eksperimentālo pētījumu, kura rezultāti ir apkopoti 1. tabulā. Pirmā testa rezultāti atspoguļo singāzes sastāvu, darbinot gazifikācijas iekārtu, izmantojot tikai gaisa padeves sprauslas oksidācijas zonā (prototipa konstrukcija). Otrajā testā gaisa plūsma tika sadalīta uz primāro (85 %) un sekundāro (15 %) plūsmām. Trešajā testā gaisa plūsma tika sadalīta trīs daļās: caur primārajām sprauslām, padodot 85 % no kopējās gaisa plūsmas, caur sekundārajām sprauslām, padodot 10 % no kopējās gaisa plūsmas un caur terciārajām sprauslām, padodot 5 % no kopējās gaisa plūsmas.

1. tabula. Eksperimentu rezultāti

Singāzes komponentes	Singāzes komponentu koncentrācija		
	1. tests	2. tests	3. tests
CO, % tilpuma	22,30	23,60	25,60
CH <sub>4</sub> , % tilpuma	3,07	3,15	3,05
H <sub>2</sub> , % tilpuma	19,50	20,20	21,70
CO <sub>2</sub> , % tilpuma	12,40	12,00	10,50
Singāzes kvalitātes raksturojums			
Singāzes sadegšanas siltums, MJ/Nm <sup>3</sup>	6,00	6,30	6,70

[009] Kā redzams no 1. tabulas, gazifikatora konstrukcija saskaņā ar izgudrojumu (2. un 3. tests) nodrošina singāzes sadegšanas siltuma paaugstināšanu, palielinot ūdeņraža saturu singāzē salīdzinot ar prototipa konstrukciju (1. tests).

[010] Izgudrojums ir skaidrots ar sekojošiem zīmējumiem:

1. zīm. Lejupvērsta tipa gazifikācijas iekārtas ar vienu gaisa ievadu (prototips) principiālā shēma ar galvenajiem komponentiem: kurināmā padeves cauruļvads (1); gaisa pievads oksidācijas zonā (2); ārdi (3); singāzes izvads (4); koksa un pelnu izvads (5).
2. zīm. Izgudrojuma gazifikācijas iekārtas ar diviem gaisa ievadiem principiālā shēma ar galvenajiem komponentiem: kurināmā padeves cauruļvads (1); primārā gaisa pievads oksidācijas zonā (2); ārdi (3); singāzes izvads (4); koksa un pelnu izvads (5); sekundārā gaisa pievads pirolīzes zonā (6).
3. zīm. Izgudrojuma gazifikācijas iekārtas ar trīs gaisa ievadiem principiālā shēma ar galvenajiem komponentiem: kurināmā padeves cauruļvads (1); primārā gaisa pievads oksidācijas zonā (2); ārdi (3); singāzes izvads (4); koksa un pelnu izvads (5); sekundārā gaisa pievads pirolīzes zonā (6); terciārā gaisa pievads reducēšanas zonā (7).

[011] Gazifikācijas iekārta saskaņā ar izgudrojumu darbojas šādi: gazifikācijas iekārtas augšējā daļā (1) tiek ievadīts kurināmais, kas nonāk žāvēšanas zonā un no tā tiek aizvadīts mitrums. Kurināmais singāzes ražošanas procesā var atšķirties, piemēram, kā kurināmais var tikt izmantota koksne, lauksaimniecības atkritumi, no atkritumiem iegūts kurināmais un cita cieta masa, kura satur oglekli un ūdeņradi. No žāvēšanas zonas kurināmais tiek padots ārdos (3), kur augstas temperatūras 700–1500 °C apstākļos notiek gazifikācija, kuras galaprodukts ir singāze. Lai paaugstinātu singāzes sadegšanas siltumu, gaiss gazifikācijas iekārtā tiek ievadīts divās vai trīs vietās, proti sekundārs gaiss tiek ievadīts pirolīzes zonā (6) (2. zīm.), terciārais gaiss tiek ievadīts reducēšanas zonā pirms ārdiem (7) (3. zīm.). Kokss un pelni birst caur ārdiem un tiek aizvadītas apakšdaļā (5). Singāze nokļūst zem ārdiem un pēc tam tiek izvadīta starp speciālo kanālu – singāzes izvadu (4).

Izgudrojuma realizācijas piemērs

[012] Izgudrojuma lejupvērsta gazifikācijas iekārtā papildus gaisa padevei oksidācijas zonā (2) (2. zīm.) tiek uzstādītas vismaz divas gaisa padeves sprauslas iekārtas pirolīzes zonā (6) (2. zīm.) sekundārā gaisa (15 % apjomā) padevei.

[013] Izgudrojuma leņķvērsta gazifikācijas iekārtā papildus gaisa padevei oksidācijas zonā (2) (3. zīm.) tiek uzstādītas vismaz divas gaisa padeves sprauslas iekārtas pirolīzes zonā (6) (3. zīm.) sekundārā gaisa padevei (10 % apjomā) un vismaz divas gaisa padeves sprauslas iekārtas reducēšanās zonā (7) (3. zīm.) terciārā gaisa (5 % apjomā) padevei.

[014] Gazifikācijas iekārtā padod cietu kurināmo vai specifiskus atkritumus. Kā kurināmo var izmantot koksnī, no atkritumiem iegūtu kurināmo (NAIK) un citus materiālus, kuru sastāvā ir ogleklis un ūdeņradis. Singāzes ražošanas process notiek degšanas procesam nepietiekama gaisa apstākļos un pie augstām temperatūrām. Gazifikācijas procesa rezultātā veidojas metāns CH<sub>4</sub>, ūdeņradis H<sub>2</sub>, tvana gāze CO, un ogļskābā gāze CO<sub>2</sub>.

[015] Esošajās gazifikācijas iekārtās singāzes ražošanas procesos gaisu padod vienā vietā oksidācijas zonā. Izgudrojuma gazifikācijas iekārta ir raksturīga ar to, ka singāzes sadegšanas siltums tiek palielināts, padodot gaisu divās vai trīs vietās gazifikācijas iekārtā. Tādā veidā tika sasniegta singāzes augstāka kvalitāte (palielinot ūdeņraža koncentrāciju singāzes sastāvā) un samazinās enerģētisko iekārtu izmēri. Cits ieguvums ir valsts makroekonomikai: pieaug vietējo atjaunojamo energoresursu īpatsvars enerģijas gala patēriņā.

## INFORMĀCIJAS AVOTI

[016]

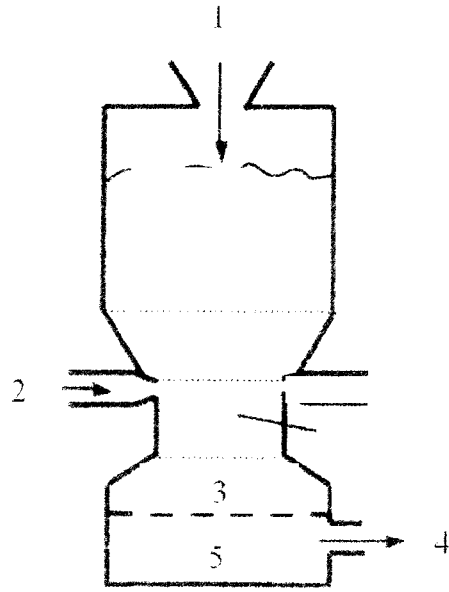
1. Basu, P., 2010. *Biomass gasification and pyrolysis. Practical design*. Burlington, USA
2. Börjesson M. & Ahlgren. E.O. Biomass gasification in cost – optimized district heating systems – A regional modelling analysis. *Energy Policy* 2010:38;168-180.
3. Anis S. & Zainal Z. Tar reduction in biomass producer gas via mechanical, catalytic and thermal methods: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2011:44; 2355-2377.
4. Karamarkovic, R. & Karamarkovic, V., 2010. Energy and exergy analysis of biomass gasification at different temperatures. *Energy* 2010:35; 537-549.
5. Mohammed M.A.A., Salmiaton A., Wan Azlina W.A.K.G., Mohammad Amran, M.S. & Fakhru'l-Razi A. Air gasification of empty fruit bunch for hydrogen-rich gas production in a fluidized-bed reactor. *Energy Conversion and Management* 2011:52; 1555-1561.
6. Aljbour S. & Kawamoto K. Bench-scale gasification of cedar wood – Part I: Effect of operational conditions on product gas characteristics. *Chemosphere* 2013:90; 1495-1500.
7. Ramanan M., Lakshmanan E., Sethumadhavan R. & Renganarayanan S. Performance prediction and validation of equilibrium modeling for gasification of cashew nut shell char. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 2008:25; 585-601.

## PRETENZIJAS

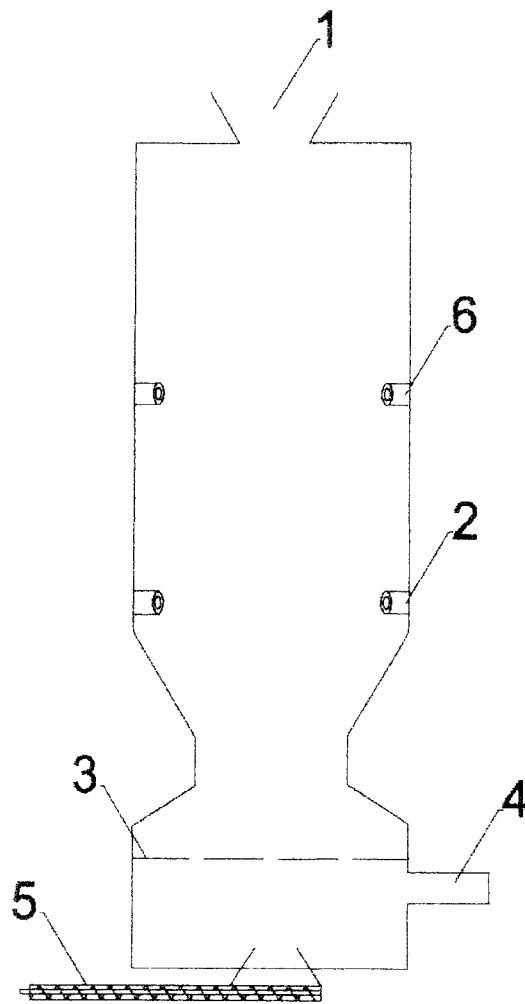
1. Lejupvērsta gazifikācijas iekārta ar biomasas padevi augšējā daļā un primārā gaisa padevi oksidācijas zonā gazifikācijas iekārtas vidusdaļā, kas atšķiras ar to, ka iekārtas pirolīzes zonā sekundārā gaisa padevei 15 % apjomā papildus ir uzstādītas vismaz divas gaisa padeves sprauslas.

2. Lejupvērsta gazifikācijas iekārta ar biomasas padevi augšējā daļā un primārā gaisa padevi oksidācijas zonā gazifikācijas iekārtas vidusdaļā, kas atšķiras ar to, ka iekārtas reducēšanās zonā sekundārā gaisa padevei 10 % apjomā papildus ir uzstādītas vismaz divas gaisa padeves sprauslas terciārā gaisa padevei 5 % apjomā.

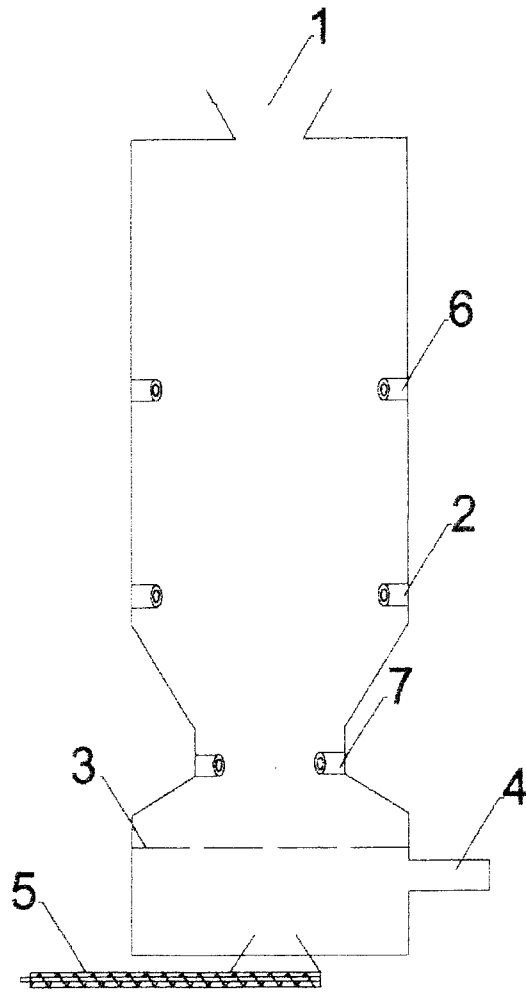
1/2



1. zīm.



2. zīm.



3. zīm.