



ÚRAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

259405
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
C 10 G 9/00

(22) Přihlášeno 25 07 86
(21) [PV 5637-86.W]

(40) Zveřejněno 15 02 88

(45) Vydáno 15 03 89

[75]

Autor vynálezu

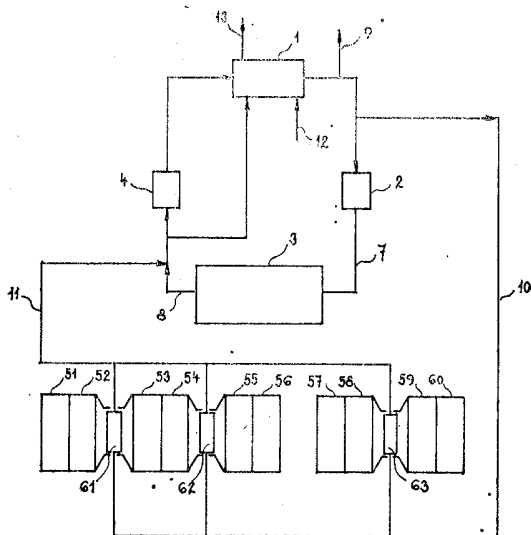
NÁJEMNÍK JIŘÍ ing., DVOŘÁK LUDEK ing., HRUBÝ AUGUSTIN,
TICHÝ VLADIMÍR ing., LITVÍNOV, BENEŠ BEDŘICH, MOST,
RŮŽIČKA JAROSLAV, HAMR

[54] Zařízení pro pyrolýzu uhlovodíků

1

Zařízení pro pyrolýzu uhlovodíků při teplotě 800 °C, tlaku 0,3 MPa za přítomnosti ředicí páry s předehřevem vzduchu pro spalování paliva k otopu pece, jehož alespoň jedna pyrolýzní pec je před vstupem do hořáku vybavena trubkovým předehříváčem vzduchu, jehož mezitrubkový prostor je upraven pro průchod vzduchu a vnitřní prostor je upraven pro průchod vody o teplotě 75 až 90 °C, odvětvěné z proudu prací vody za pračkou pyrolýzního plynu a vstupující zpět do okruhu prací vody před chladičem okružní prací vody.

2



Vynález se týká způsobu snížení energetické náročnosti pyrolýzy uhlovodíků a zařízení pro provádění způsobu.

Pyrolýza je termické radikálové štěpení uhlovodíků. Probíhá ve speciálních reaktorech, tzv. pyrolýzních pecích; při vysokých teplotách kolem 800 °C za nízkého tlaku do 0,3 MPa v přítomnosti ředicí vodní páry s cílem získat zejména etylén a propylén. Jako surovina se používají destiláty z primárního zpracování ropy a to propan, butan, propan-butanová frakce a více či méně široké řezy benzinů a atmosférických plynových olejů. Taktéž se pyrolýzují produkty hydrokrakového zpracování vákuových ropných frakcí a etan, který je většinou vlastním recyklem etylénové jednotky. Hmotnostní poměr pára/uhlovodík se v závislosti na surovině pohybuje od 0,3 do 0,8.

Pyrolýzní pec se obecně skládá z radiální a konvekční části. V radiální zóně probíhá vlastní termické štěpení uhlovodíků, konvekční sekce využívá tepla spalín k předehřevu suroviny a směsi suroviny s ředicí párou, dále napájecí vody pro výrobu vysokotlaké páry tlaku, obvykle nad 10 MPa a předehřevu v kotlích na odpadní teplo vyprodukované vysokotlaké páry. V radiální sekci jsou vertikálně, popřípadě horizontálně uloženy trubky z vysoce legovaných chromniklových ocelí, ve kterých probíhá pyrolýza uhlovodíků. Tyto trubky, běžně nazývané vlásenky, jsou otápeny několika řadami bočních a většinou dvěma řadami spodních, tzv. podlahových hořáků. Jako topné médium se používá topný plyn, v některých případech též pro alternativní otop podlahových hořáků topný olej.

Vzduch je do hořáků nasáván z okolí pece skrz otvory primárního a sekundárního přívodu vzduchu ventilátorem, který je umístěn na odvodu spalín do komína. Ventilátorem může být vybavena každá pec zvlášť, popřípadě může mít dvojice pecí společný ventilátor, nebo může existovat společný ventilátor pro všechny pece. Jsou známy pece, do nichž je vzduch nasáván nebo vháněn ohřátý v různých rekuperátorech. Na ohřev vzduchu se též používá výměníku, v nichž se teplo kouřových plynů předává proudě vzduchu pomocí rotujícího tělesa větší tepelné kapacity, které je vybavené kanály. Další možnosti ohřevu skýtá použití tepelných trubic. Taková zařízení jsou však nákladná, složitá a náročná na údržbu. Navíc je lze použít pouze tam, kde je vzduch do pece vháněn nebo nasáván centrálním ventilátorem. Do pece vstupuje vzduch též nastavitelnými otvory na spodku pece, tzv. žaluziemi.

Pyrolýzní plyn se ihned na výstupu z radiální části pece ochlazuje na teplotu 400 až 600 °C v kotlích na výrobu vysokotlaké páry, tzv. kotlích na odpadní teplo, a dále se chladí přímým zástříkem pracího oleje a vstupuje do primární kolony.

V primární koloně z pyrolýzního plynu vy-

kondenzují vysokovroucí složky ve formě pyrolýzního oleje, respektive pyrolýzních olejů při současném ochlazení pyrolýzního plynu na teplotu kolem 100 °C.

Ke kondenzaci těžkého pyrolýzního benzinu a ředicí páry z pyrolýzního plynu a k dalšímu ochlazení pyrolýzního plynu na teplotu 20 až 60 °C dochází ve vodní pračce. Za vodní pračkou se pyrolýzní plyn komprimuje a podrobuje dalšímu zpracování.

Pyrolýzní plyn se ve vodní pračce ochlazuje sprchováním ochlazenou prací vodou, které obvykle probíhá ve dvou stupních v závislosti na teplotě prací vody. Z vodní pračky je prací voda o teplotě 75 až 90 °C dopravována čerpadly do svého okruhu za účelem ochlazení na přijatelnou teplotní úroveň. Část tepla prací vody je zhodnocena ohřevem různých technologických proudů etylénové jednotky, jako jsou ohřev plynných a kapalných surovin pro pyrolýzu, C₃ frakce v propylénové koloně, zkomprimovaného pyrolýzního plynu před alkalizovou vypírku, uhlovodíkového kondenzátu z komprese pyrolýzního plynu, topného plynu a v případě existence energetického hospodářství na výrobu páry v rámci etylénové jednotky, respektive její vhodné dosažitelnosti, též ohřev demineralizované vody. I přes tato využití nenachází velké kvantum tepelné energie prací vody svoje technologické uplatnění a je mařeno chlazením ve vzduchových a vodních chladičích.

V případě dvoustupňového chlazení pyrolýzního plynu ve vodní pračce se v prvním stupni chlazení dosahuje teploty 50 až 70 °C, ve druhém stupni 20 až 40 °C. Prací voda pro první stupeň chlazení má teplotu po částečném využití svého tepla na výše uvedené ohřevy o 5 až 10 °C nižší, než s kterou opouští vodní pračku. Prací voda z prvního stupně chlazení se zavádí do spodní části vodní pračky, prací voda z druhého stupně chlazení na hlavu vodní pračky.

První stupeň chlazení prací vody se provádí ve vzduchových, popřípadě vodních chladičích, druhý stupeň pouze ve vodních chladičích. Nyní byl nalezen způsob dalšího využití tepla prací vody, které je při obvyklém uspořádání bez využití odváděno do okolí.

Způsob snížení energetické náročnosti pyrolýzy uhlovodíků při teplotě 800 °C, tlaku do 0,3 MPa a za přítomnosti ředicí páry předehřevem vzduchu pro spalování paliva k otopu pece spočívá v tom, že vzduch pro spalování se ohřívá odpadním teplem odebíraným prací vodě o teplotě 75 až 90 °C odcházející z vodní vypírky pyrolýzního plynu. Řešení podle vynálezu nebrání nízká teplota prací vody. Pořizovací náklady na zařízení, které nejsou velké a nízká účinnost převodu tepla jsou eliminovány vhodným strojním řešením. Účinnost převodu tepla je navíc zvýšena o skoro 10% zvýšením přestupu tepla z prací vody do ohřívaného média.

Zařízení pro pyrolýzu uhlovodíků při tep-

lotě 800 °C, tlaku 0,3 MPa za přítomnosti ředící páry s předehřevem vzduchu pro spalování paliva k otopu pece skládající se z nejméně jedné pyrolýzní pece s hořáky pro otop pece, vodní pračky pyrolýzních plynů, výměníků pro ohřev technologických proudů etylénové jednotky vzduchových chladičů prací vody a chladiče na okružní vodu je podle vynálezu charakterizováno tím, že nejméně jedna pyrolýzní pec 5 je před vstupem vzduchu do hořáků vybavena trubkovým předehříváčem vzduchu 6, jehož mezitrubkový prostor je upraven pro průchod vody o vstupní teplotě 75 až 90 °C, odvětvené z proudů prací vody 10 za pračkou pyrolýzních plynů 1 a vstupující po předání tepla procházejícímu vzduchu zpět do okruhu chladičí vody před chladičem okružní chladičí vody 4, přičemž spodní část tří až čtyř trubkových pecí tvoří s trubkovým předehříváčem vzduchu kompaktní jednotku, nebo je předehřátý vzduch k hořákům pece přiveden pomocí potrubí. Jde tedy o předehřev vzduchu pro pyrolýzní pece s možností využití stávajícího strojního vybavení, to je vzduchových chladičů prací vody, jejich přemístěním k pyrolýzním pecím ve funkci předehříváčů vzduchu pro hořáky pyrolýzních pecí s dalším nutným vhodným strojním řešením přívodu otepleného vzduchu k pecím.

Vynálezem se tak v podstatě sníží energetická náročnost termického štěpení uhlovodíků v pyrolýzních pecích, která je běžně charakterizována měrnou spotřebou topného plynu, respektive topného plynu a topného oleje, případně vyjádřenou v energetických jednotkách, na pyrolýzu jednotky hmoty suroviny, respektive jednotku produktu. Teplo původně vložené na ohřátí a reakci suroviny se pomocí prací vody jako teplosměnného média zrecirkuluje a ještě jednou využije. Jeho využití se promítne do snížení měrné spotřeby topného plynu na jednotkové množství pyrolýzované suroviny, respektive vyrobené produkce.

Strojní uspořádání přívodu otepleného vzduchu k pecím je principiálně dvojího druhu: Buď jako kompaktní jednotka pro vzduchový chladič a daný počet pyrolýzních pecí na spodní části pece (pro podlahové hořáky), ze které je odvod nadbytečného množství otepleného vzduchu realizován otvory, které jsou prostorově rozmístěny pod vertikálními řadami bočních hořáků (tzv. stoupačkami) a které jsou případně vyvedeny až k první horizontální řadě bočních hořáků, nebo tak, že výstup otepleného vzduchu ze vzduchového chladiče je rozveden pomocí trub do nejlépe tří míst pod pyrolýzní pec, tj. k podlahovým hořákům.

První varianta je výhodnější z hlediska efektivnějšího využití otepleného vzduchu a tím i účinnosti celého systému.

Přívod prací vody se neuskutečňuje z daného proudů prací vody, to je z prací vody po částečném využití tepla prací vody ohřevem výše uvedených technologických proudů,

dů, ale z proudů prací vody na maximální teplotní úrovni, to je na výstupu z vodní pračky. Tím se dosáhne zvýšení přestupu tepla z prací vody do vzduchu skoro o 10 %.

Návrh uspořádání podle vynálezu je schematicky uveden v příloze na výkrese.

Příklad

Etylénová jednotka se skládá schematicky z 10 pyrolýzních pecí 51 až 510, u nichž jsou upraveny vzduchové chladiče prací vody ve funkci trubkových předehříváčů vzduchu 61 až 63 a dále z vodní pračky 1 se vstupem 12 a výstupem 13 pyrolýzního plynu, za níž následují výměníky 2 pro ohřev technologických proudů etylénové jednotky, dále vzduchové chladiče 3 a chladič 4 na chlazení 2. stupně prací vody okružní chladičí vodou. Mezi těmito zařízeními cirkuluje v okruhu prací voda a to mezi výměníkem 2 a vzduchovým chladičem 3 jako proud 7 prací vody o teplotě 70 až 80 °C, mezi vzduchovým chladičem 3 a chladičem 4 na okružní chladičí vodu jako proud 8 ochlazené prací vody. Podle vynálezu je za vodní pračkou 1 odvětven proud prací vody 10 o teplotě 75 až 90 °C, která po předání tepla vzduchu v předehříváčích vzduchu 6 se vrací jako proud 11 zpět do okruhu prací vody.

Etylénová jednotka kapacity 450 000 t etylénu za rok provozu je vytižena na 75 %. Jako surovina se používá primární benzin, atmosférický plynový olej, vratný etan a propan-butan. Energetická náročnost termického štěpení v přepočtu na výrobu 1 t etylénu je 35,8 GJ. Pro pyrolýzu je k dispozici celkem 10 pecí a to 9 pecí SRT III a 1 pec SRT I. Otop v pyrolýzních pecích je prováděn výhradně topným plynem. Příkon pece je z 35 procent realizován spodním topením. Z tepelného příkonu pece je zhruba 20 % využito na endotermní štěpení uhlovodíků, 50 procent na výrobu vysokotlaké páry, necelestých 10 % je využito v úseku primárního prání na výrobu ředící páry a prvotní předehřev surovin, 10 % je tepelný podíl připadající na ohřev vzduchu a zvýšený tepelný obsah ve spalínách a více než 10 % tepla je pohlceno do prací vody. Vzduch do každé dvojice pecí je nasáván ventilátorem, který je umístěn na výstupu spalín z pece. Množství vzduchu pro spalovací účely je různé závislosti na druhu pyrolýzované suroviny a zatížení pece, v průměru je 70 t/h. Podlahovými hořáky a otvory ve dnu pece (tzv. žaluziemi) do pece vstupuje 50 % vzduchu, při strojním uspořádání podle vynálezu bude využito ještě cca 20 % ohřátého vzduchu, nasávaného bočními hořáky. Do prací vody je v průměru přiváděno teplo 350 GJ/h, z toho cca 50 % je zužitkováno na výše uvedené ohřevy technologických proudů. Teplota prací vody na výstupu z vodní pračky je 80 stupňů Celsia, za částečným využitím její energie pro ohřev technologických proudů

etylénové jednotky 75 °C. První stupeň chlazení prací vody se provádí ve vzduchových chladičích. Každý vzduchový chladič je vybaven dvěma ventilátory vzduchu. Charakteristika vzduchového chladiče v závislosti na provozu na jeden, nebo dva ventilátory je následující:

Provoz
ventilátor

	$\dot{m}_A$	$\dot{m}_B$	t_{A1}	t_{A2}	t_{B1}	t_{B2}	S	k_s	Q
1		200	75	65,1		54,3		981	8,3
2	205	380	75	57,2	17	57,3	303	1 907	15,3
1 _x		200	80	69,4		62,3		981	9,1
2 _x		380	80	60,7		60,7		1 907	

Legenda:

- $\dot{m}$ je průtokové množství v t/h
- t je teplota ve °C
- k_s je koeficient prostupu tepla vzduch. chladiče v kJ/m²hK
- S je teplosměnná plocha vzduch. chladiče v m²/žebrování je zahrnuto v k_s
- Q je množství tepla v GJ/h, převedené vzduch. chladičem z prací vody do vzduchu
- indexy:
- A označuje prací vodu
- B označuje vzduch
- 1 značí vstupní proud do vzduch. chladiče
- 2 značí výstupní proud ze vzduch. chladiče
- x označuje provozní stav vzduch. chladiče při zapojení podle vynálezu

Množství přivedeného tepla z prací vody do vzduchu pro spalovací účely v závislosti na provozním uspořádání je uvedeno tabelární formou:

n	—	provoz na 2 ventilátory	provoz na 1 ventilátor
4	M	168	168
	k	0,44	0,84
	Q	7,3	7,6
	G	146	152
3	M	126	126
	k	0,33	0,63
	Q	5,5	5,7
	G	110	114
2	M	84	84
	k	0,22	0,42
	Q	3,6	3,8
	G	72	76
1	M	42	42
	k	0,11	0,21
	Q	1,8	1,9
	G	36	38

Použité symboly:

n — počet provozujících pecí v systému 3, respektive 4 pyrolýzní pece a jeden vzduch. chladič.

M — celkové využití množství ohřátého vzduchu v daném počtu n provozujících pecí, $M = n \cdot 0,5 \cdot 70 \cdot (1 + 0,2)$ t/h

k — koeficient využití ohřátého vzduchu ze vzduch. chladiče, $k = M/200$, respektive $M/380$ v závislosti na provozu na jeden, respektive dva ventilátory

Q — množství tepla přivedeného ohřátým vzduchem do daného počtu n provozujících pecí, $Q = k \cdot 9,1$, respektive $k \cdot 16,6$ v závislosti na provozu jednoho, respektive dvou ventilátorů GJ/h

G — množství uspořádaného zemního plynu pro otop daného počtu pyrolýzních pecí podle vynálezu při výhřevnosti zemního plynu 50 MJ/kg kg/h

Výše uvedeným způsobem podle vynálezu, tj. využitím tepla prací vody, které se bez využití odvádělo do okolí, se sníží energetická náročnost výroby 1 tuny etylénu na 35,5 GJ/h z původních 35,8 GJ/h.

Legenda ke schématu

- 1 — vodní pračka
- 2 — výměníky pro ohřev technologických plynů etylénové jednotky
- 3 — blok vzduchových chladičů
- 4 — chladiče na okružní chladicí vodu
- 5 — pyrolýzní pece 1 až 10
- 6 — trubkové předehřívače vzduchu 1 až 3 v distribuci 61 pro 51 až 53, 62 pro

54 až 56, 63 pro 57 až 510, zapojení podle vynálezu

- 7 — prací voda o teplotě 70 až 80 °C
- 8 — ochlazená prací voda
- 9 — odvod vykondenzované vody a uhlovodíků do procesu
- 10 — prací voda o teplotě 75 až 90 °C, napojení podle vynálezu
- 11 — ochlazená prací voda, napojení podle vynálezu
- 12 — vstup pyrolýzního plynu o teplotě cca 100 °C
- 13 — výstup pyrolýzního plynu o teplotě cca 30 °C

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zařízení pro pyrolýzu uhlovodíků při teplotě 800 °C, tlaku 0,3 MPa za přítomnosti ředicí páry s předehřevem vzduchu pro spalování paliva k otopu pece, skládající se z nejméně jedné pyrolýzní pece s hořáky pro otop pece, vodní pračky pyrolýzních plynů, výměníků pro ohřev technologických proudů etylénové jednotky, vzduchových chladičů prací vody a chladiče na okružní chladicí vodu, vyznačené tím, že nejméně jedna pyrolýzní pec (5) je před vstupem do hořáků vybavena trubkovým předehřívačem vzduchu (6), jehož mezitrubkový prostor je u-

praven pro průchod vzduchu a vnitřní prostor trubek je upraven pro průchod vody o vstupní teplotě 75 až 90 °C, odvětvené z proudu prací vody (10) za pračkou pyrolýzních plynů (1) vstupující po předání tepla procházejícímu vzduchu zpět do okruhu prací vody před chladičem okružní prací vody (4), přičemž spodní část tří až čtyř trubkových pecí tvoří s trubkovým předehřívačem vzduchu kompaktní jednotku, nebo je předehřátý vzduch z trubkového předehřívače vzduchu k hořákům pece přiveden potrubím.

