



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

235962

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³

C 10 G 9/16

(22) Přihlášeno 24 08 82

(21) (PV 6175-82)

(32) (31)(33) Právo přednosti od 29 08 81
(136003) Japonsko

(40) Zveřejněno 31 08 84

(45) Vydáno 15 12 86

(72) Autor vynálezu

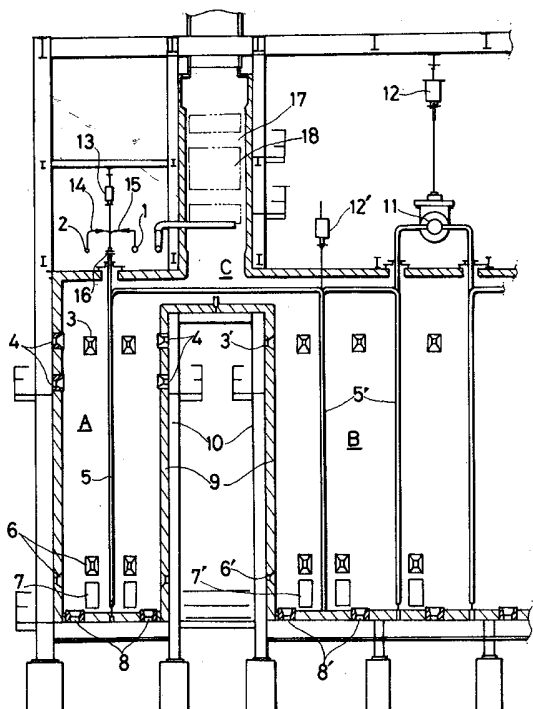
(73) Majitel patentu

KOCHI IKUYOSHI, CHIBA, MORITA ITSUO, MURAKAMI YACHIYO,
TOMITA TADAYOSHI, YOKOHAMA, SAKAMOTO TAKAYUKI, CHIBA,
YAMAGUCHI TOSHIO, YACHIYO (Japonsko)

TOYO ENGINEERING CORPORATION, TOKIO (Japonsko)

(54) Způsob parního krakování těžkých uhlovodíků a zařízení k provádění tohoto způsobu

Je uveden způsob a zařízení pro parní krakování těžkých uhlovodíků, při němž se využívá první krakovací zóna a následná druhá krakovací zóna, přičemž do první krakovací zóny se přivádí velký tepelný tok 42 000 až 294 000 kJ/m²h pro reakci směsi obsahující těžké uhlovodíky a páru a do druhé krakovací zóny se přivádí menší tepelný tok 63 000 až 42 000 kJ/m²h. Vynálezem se předchází usazování uhlíku na vnitřní stěně trubkového reaktoru.



Vynález se týká způsobu výroby vodíku, oxidů uhlíku a lehkých uhlovodíků parním krakováním těžkých uhlovodíků. Vynález se také týká zařízení k provádění tohoto způsobu.

Výraz "parní krakování" jak je zde použit, zahrnuje parní reformování uhlovodíků náhodně se vyskytujícího t.j. reakci mezi uhlovodíkem a vodní parou, vedle tepelného krakování uhlovodíku v přítomnosti vodní páry.

Těžké oleje (včetně všech tří druhů vymezených japonskými průmyslovými standardy, to je těžké oleje A, B a C), zbytky z vakuové destilace, dehet, smola a podobně, mohou být použity jako zdroje těžkých uhlovodíků v tomto vynálezu.

Jako konvenční způsob výroby plynů z těžkého oleje je znám způsob, popsáný v japonské zveřejněné přihlášce vynálezu č. 101 804/1979. Při tomto výše uvedeném způsobu se směs těžkého oleje a páry nechá procházet tepelnou krakovací zónou, která zahrnuje z vnějšku ohříváný vysokoteplotní prostor, takže se těžký olej odpaří a zčásti zkrakuje. Takto odpařený a zčásti krakovaný těžký olej se nechá procházet katalyzátorem, který je obsažen v parní reformovací zóně tak, že se převede na plynnou směs obsahující vodík, jako hlavní složku.

Podle výše uvedeného postupu, jak je uvedeno, vhodné rozprášení těžkého oleje a vytvoření tepelné krakovací zóny má řešit problém, který byl vyvolán v dosavadním provozu tím, že jemné kapalně kapičky těžkého oleje kontinuálně přicházejí do styku s katalytickou vrstvou, na jejímž povrchu tvoří usazeniny uhlíku, čímž se katalytická vrstva zanáší.

Uhlík se však ještě může usazovat během zahřívání těžkého oleje na jeho parní reformovací teplotu, jak je popsáno v japonské zveřejněné přihlášce vynálezu č. 154 303/1980. Tak výše uvedený známý postup z japonské přihlášky vynálezu č. 101 804/1979 vyvolává usazování uhlíku na vnitřní stěnu tepelné krakovací zóny, zejména když rozstříknutý těžký olej při relativně nízké teplotě přijde do styku s vnitřní stěnou tepelné krakovací zóny. Tato usazenina uhlíku vede k znemožnění dlouhotrvajícího provozu.

Z toho důvodu se zabráňuje usazování uhlíku v tepelné krakovací zóně, aby se zajistilo ustálené provádění postupu popsaného v japonské zveřejněné přihlášce vynálezu 101 804/1979 po dlouhou dobu.

Krakovací pece byly dosud používány k tepelnému krakování nafty, pro výrobu ethylenu. Typickým příkladem takovéto krakovací pece, jak je uvedeno v japonské patentové publikaci č. 7 388/1966 jsou vertikální reaktorové trubky zavěšené v ohřívací peci tak, že nafta se může podrobit tepelnému krakování, když proudí těmito reaktorovými trubkami. Jestliže se takovéto krakovací pece použije k tepelnému krakování těžkého oleje, pak se vnitřní stěna každé reaktorové trubky začne pokrývat nánosem uhlíku následkem krakování těžkých uhlovodíků, čímž se zabráňuje hladkému průchodu plynu reaktorovou trubicí a dochází k přehřátí reaktorové trubky, což vede ke zkrácené provozní době reaktorové trubky.

Navíc vzhledem k tomu, že krakování těžkých uhlovodíků vyžaduje vyšší teploty, než jsou teploty používané pro tepelné krakování nafty, nemůže být takovéto konvenční krakovací pece použito k tepelnému krakování těžkých uhlovodíků, aby se získal plyn bohatý vodíkem nebo ethylen.

Cílem tohoto vynálezu je vytvořit způsob, který prakticky zabráňuje usazování uhlíku na vnitřní stěně reaktorové trubky, když se těžké uhlovodíky zahřívají externě bez jejich přivádění do styku s katalyzátorem za současného rozkladu vodní páry.

Dalším cílem tohoto vynálezu je vytvořit zařízení pro tepelné krakování těžkých uhlovodíků bez usazování uhlíku na vnitřních stěnách trubkových reaktorů, čímž se předchází tepelnému poškození trubkových reaktorů.

Těchto cílů se dosahuje způsobem výroby vodíku, oxidů uhlíku a lehkých uhlovodíků parním krakováním těžkých uhlovodíků, které jsou tekuté při teplotě nižší než 350 °C a obsahují uhlovodíkové složky o vysoké molekulové hmotnosti, které jsou nezplynitelné zahříváním a zvýšením teploty, jehož podstata spočívá v tom, že se těžké uhlovodíky vedou společně s vodní parou, při poměru $H_2O:C$ rovnajícím se 3:1 až 6:1, první krakovací zónou průtokovou rychlostí 4 až 100 m/s za přívodu tepla v množství 42 000 až 294 000 kJ/m²h v takovém množství, že během doby zdržení v rozmezí 0,05 až 3 s se směs ohřeje na teplotu 800 °C až 1 000 °C a pak plynná směs proudí druhou krakovací zónou, zatímco se zahřívá v této druhé krakovací zóně při rychlosti proudění 4 až 100 m/s a při době zdržení 0,1 až 6 s za přívodu tepla 6 300 až 42 000 kJ/m²h, na teplotu 850 až 1 100 °C.

Jestliže kterýkoliv z těchto parametrů, jako je tepelný tok, rychlost proudění a doba zdržení, dosáhne hodnot mimo výše uvedené rozmezí pro první parní krakovací zónu, pak zahřívání nástřiku těžkých uhlovodíků a páry nemůže být provedeno ihned, čímž se vyvolá usazování uhlíku, nebo teplota první krakovací zóny se může zvýšit na příliš vysokou hodnotu, což vede k poškození trubek reaktorů.

Při proudění první parní krakovací zónou prochází směs těžkých uhlovodíků a páry v krátké době rozmezím teplot 400 až 500 °C, při nichž se usazuje uhlík a pak dosahuje požadované vyšší teploty. Během tohoto zahřívacího stupně část nástřiku těžkých uhlovodíků tepelně krakuje a může se vytvořit malé množství uhlíku. Takto vytvořený uhlík je však vynášen pryč vysokorychlostním proudem bez usazení na vnitřní stěně trubek reaktoru.

Plynná směs z první parní krakovací zóny vstupuje do druhé parní krakovací zóny, kde se dokončí dehydrogenace nižších uhlovodíků v plynné směsi a konverze takto dehydrogenovaných nižších uhlovodíků na vodík, oxid uhelnatý a oxid uhličitý. Stačí tedy přivádět do druhé parní krakovací zóny množství tepla, které je rovné nebo poněkud větší než je množství požadované k dokončení různých endoterních reakcí, které tam probíhají.

Jestliže kterýkoli z parametrů, jako je tepelný tok, rychlost proudění a doba zdržení pro druhou parní krakovací zónu dosáhne hodnot mimo výše uvedené rozmezí, nemusí tepelná krakovací reakce proběhnout v uspokojivé míře, nebo se teplota může zvýšit na příliš vysokou hodnotu, čímž se sníží pevnost trubek reaktorů.

Každá z těchto dvou parních krakovacích zón může být upravena uspořádáním nebo kapacitou každého příslušného spalovacího ohřívacího prostředku, to je každého příslušného topného hořáku pro příslušné trubkové reaktory, aby se změnil tepelný tok v trubkových reaktorech.

Když se takovéto nastavení tepelného toku dosáhne jen změnou umístění topných hořáků, je nutné zajistit více topných hořáků pro reaktory v místech odpovídajících první tepelné krakovací zóně a méně topných hořáků v místech odpovídajících druhé parní krakovací zóně.

K dosažení výše uvedených cílů slouží také zařízení tohoto vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že zahrnuje první ohřívací pec, ve které jsou umístěny trubky k zavádění směsi těžkých uhlovodíků a páry a je opatřena alespoň jedním hořákem (4, 8) uspořádaným na boční stěně a/nebo na spodní stěně první ohřívací pece k zahřívání trubek externě spaliny z alespoň jednoho hořáku, přičemž tyto trubky procházejí vertikálně dolů do první ohřívací pece skrze její vrchní stěnu, nad vrchní stěnou první ohřívací pece jsou uspořádány vstupní trubky pro těžké uhlovodíky a vstupní trubky pro páru, k přivádění těžkých uhlovodíků a páry přes směšovače do každého vstupního konce trubek, přičemž tyto směšovače jsou vhodné pro směšování těchto uhlovodíků a páry, každá z trubek prochází

alespoň jednou uvnitř první ohřívací pece vertikálně dolů a pak v opačném směru vertikálně nahoru, přičemž každý výstupní horní konec trubek je spojen spojovací trubicí, procházející napříč mostovou částí, s každým vstupním horním koncem trubek v druhé ohřívací peci, přičemž v této druhé ohřívací peci jsou umístěny trubky pro zavádění částečně krakovaného plynu z trubek z první ohřívací pece spojovací trubicí v mostové části a druhá ohřívací pec je opatřena alespoň jedním hořákem uspořádaným na spodní stěně a/nebo na boční stěně druhé ohřívací pece k zahřívání trubek externě spaliny z alespoň jednoho hořáku, přičemž každá z těchto trubek prochází alespoň jednou uvnitř druhé ohřívací pece vertikálně dolů a pak v opačném směru vertikálně nahoru, každý výstupní horní nebo spodní konec trubek je spojen spojovací trubicí skrze vrchní nebo spodní stěnu druhé ohřívací pece s výstupním sběračem k shromažďování intratubulárních proudů, a mostová část má kouřový kanál, procházející nahoru z mostové části, přičemž v tomto kouřovém kanálu je uspořádána sekce konvekčního vytápění pro získávání odpadního tepla ze spalin z hořáků, v první ohřívací peci a z hořáků v druhé ohřívací peci.

Výhodně zařízení zahrnuje pružinové nosiče, na nichž jsou opěrně zavěšeny trubky. Výhodně se použijí trubky, které jsou tepelně odolné a mají vnitřní průměr v rozmezí 30 až 200 mm. Zvláště výhodný průměr těchto trubek je v rozmezí 50 až 100 mm.

Zařízení výhodně obsahuje jednu společnou zvětšenou druhou ohřívací pec a první ohřívací pec s mostovou sekci, které jsou zrcadlově uspořádány po stranách zvětšené druhé pece ohřívací tak, že trubky v druhé ohřívací peci jsou připojeny k jednomu společnému výstupnímu sběrači.

Vynález se dále popisán s odkazem na připojený výkres, kde je znázorněn vertikální schematický řez zařízením podle jednoho provedení tohoto vynálezu.

Podle tohoto provedení vynálezu, jak je znázorněno ve výkresu, první sálavá ohřívací pec A a druhá sálavá ohřívací pec B jsou v horních částech spojeny.

Obě ohřívací pece A a B jsou odděleny prostorem 10, jehož povrch je pokryt žárovzdorným materiálem 2. Nad první ohřívací pecí A je uspořádána vstupní trubka 2 pro nástřik těžkých uhlovodíků. Vstupní trubka 2 je připojena vstupním potrubím 14 k vrchním koncům trubek 2 ve formě svislých trubek, vyrobených z tepelně odolného kovového materiálu.

Ve výkresu je znázorněna jen jedna trubka 2, ale je samozřejmé, že je více takovýchto reaktorů uspořádáno rovnoběžně v první ohřívací zóně A.

Přívodní trubka 1 páry je uspořádána v místě rovnoběžném k vstupní trubce 2 pro přívod těžkých uhlovodíků. Parní přívodní trubka 1 je připojena parními přívodními vedeními 15 k vrchním koncům trubek 2. Každá trubka 2 je opatřena na svém horním konci směšovačem 16, jako je injekční směšovač, upraveným k smíchání nástřiku těžkých uhlovodíků a páry a k vstřikování takto vytvořené směsi dolů do každé trubky 2.

Trubky 2 jsou zavěšeny pružinovým závěsem 13. Vstupní trubka 2 pro dávku těžkých uhlovodíků a parní přívodní vstupní trubka 1 jsou zavěšeny nad horní stěnou první ohřívací pece A. Každá trubka 2 má první rameno, které probíhá vertikálně dolů, ohnutou trubku ve tvaru U ve spodní části ohřívací zóny A a druhé rameno, které prochází vertikálně nahoru v první ohřívací peci A. Horní konec druhého ramena trubky prochází z horní části ohřívací pece A do horní části druhé ohřívací pece B. První ohřívací zóna A je opatřena postranními stěnovými hořáky 4 a podlahovými hořáky 8.

V ohřívací peci B jsou trubky 2', z nichž každá je vcelku spojena s jednou odpovídající trubicí 2, uspořádány vertikálně. Každá z těchto trubek 2' jak je znázorněno ve výkresu, má dvě sekce tvaru U propojené v sérii a přesazené vůči sobě stranou.

Vstupní konec každé trubky 2' prochází nahoru do bodu nad druhou ohřívací pecí B, v kterémžto bodě je připojen k výstupní sběrné trubce 11 pro takto vytvořené plyny. Trubky 2' a výstupní sběrná trubka 11 jsou zavěšeny příslušnými pružinovými závěsy 12', 12. Takové zavěšení má tu výhodu, že při tepelné expanzi nedochází k napětí.

Pecní podlahové hořáky 8' jsou uloženy v ohřívací peci B. Inspekční okénka 3, 6, 3', 6' jsou uspořádána na postranních stěnách ohřívacích pecí A a B tak, že je umožněno sledování vnitřků pecí.

Mostová část C je uspořádána nad vrchním koncem prostoru 10 a je spojena s vrchními konci ohřívací pece A a druhé ohřívací pece B a slouží pro shromažďování spalin vytvořených v ohřívacích pecích A a B. Mostová část C má spalinový kanál probíhající nahoru z její centrální části. Spalinový kanál tvoří konvekční ohřívací sekci 17, která slouží jako předehříváč a využívá odpadní teplo.

Průlezy 7 a 7' umožňují obsluze nebo údržbářům vstoupit do vnitřku zařízení, při zastavení provozu.

Při provádění postupu podle vynálezu se nástřik těžkých uhlovodíků přivádí ze vstupní trubky 2 vstupním vedením 14 do směšovače 16. Pára se přivádí z parní vstupní trubky 1, přívodním vedením 15 do směšovače 16. Ve směšovači 16 se nástřik těžkých uhlovodíků směšuje a ředí parou a směs se pak vstřikuje do trubek 2.

V ohřívací peci A, která obklopuje trubky 2 se udržuje předepsaná teplota pomocí hořáků 4, 8. Směs těžkých uhlovodíků a páry se rychle zahřeje na 800 až 1 000 °C, při které dochází k parnímu krakování.

Směs z každé trubky 2 vstupuje do odpovídající trubky 2' v ohřívací peci B, kde dochází k dalšímu parnímu krakování za současného zvýšení teploty na 850 až 1 100 °C.

Parní krakování směsi se dokončí v poslední části každé trubky 2' a výsledné plyny proudí do výstupní sběrné trubky 11, odkud proudí do následujících úpravných zařízení.

Poněvadž je teplota směsné dávky v první ohřívací peci A nízká, je nutné přivádět velké množství tepla do vnitřku ohřívací pece A tak, že se směs procházející vnitřkem trubky rychle zahřeje v odpovídající trubce 2. V peci B je ohřev pomalejší, aby nedošlo k poškození trubek.

Je tedy nutné přivádět menší množství tepla do vnitřku ohřívací pece B a namísto přivádění většího množství tepla prodloužit každou trubku 2' oproti celkové délce každé trubky 2 v ohřívací peci A tak, že doba zdržení dávkované směsi v ohřívací peci B může být prodloužena.

Spaliny, které jsou vypouštěny na vrchních koncích ohřívacích pecí A a B vstupují do konvekční ohřívací sekce 17, a když se z nich získá teplo, vypouštějí se jako odpadní plyn ven ze zařízení.

Jak je naznačeno uspořádáním trubek 2' ve výkresu, zařízení tohoto vynálezu může být postaveno v dvojitém uspořádání se dvěma parními krakovacími zařízeními výše popsanými, postavenými v zrcadlovém uspořádání tak, že se využije společný zvětšený dvojitý prostor ohřívací pece B a trubky 2' každého zařízení jsou připojeny k společné výstupní sběrné trubce 11.

Směs získaná parním krakováním podle vynálezu obsahuje vodík, oxid uhelnatý, oxid uhličitý, nasycené nízké uhlovodíky, jako je methan a nenasycené nízké uhlovodíky jako je ethylen, propylen a butadien. Aby se získal plyn obsahující převážně vodík, je nutné pracovat za přítomnosti katalyzátoru na bázi oxidu kovu alkalické zeminy, jako je oxid vápenatý, a oxidu hlinitého bez nečistot jako je oxid křemičitý.

Není třeba uvádět, že může být využito různých jiných známých postupů k převedení takto patrně krakované směsi na plyn obsahující převážně vodík.

Protože předložený vynález umožňuje zvýšit rychle teplotu směsi těžkých uhlovodíků a páry na požadovanou teplotu parního krakování, je doba zdržení směsi při teplotě usazování uhlíku velmi krátká a tudíž může být takto minimalizováno usazování uhlíku, čímž se úspěšně zabrání usazování uhlíku v trubkách.

V zařízení podle tohoto vynálezu se směs těžkých uhlovodíků a páry podrobí působení volného tepelného toku a rychle se zahřeje v trubkách v první ohřívací peci. Takto mohou být vnitřní stěny trubek udržovány bez usazenin uhlíku, které by se jinak vyskytly během krakování těžkých uhlovodíků. Krakování těžkých uhlovodíků probíhá dále, když výše uvedená směs prochází trubkami v druhé ohřívací peci, čímž se získá krakovaný plyn požadovaného složení.

Protože jsou trubky v druhé ohřívací zóně vystaveny relativně malému tepelnému toku, je poškození trubek vlivem vysokých teplot nízké vzhledem k vysoké teplotě dávovaného plynu, který prochází trubkami. Proto může být životnost trubek značně prodloužena. Zařízení podle tohoto vynálezu dosahuje značně vysokého stupně celkové tepelné účinnosti, poněvadž spaliny vytvořené v obou ohřívacích pecích se shromažďují do konvekční ohřívací sekce, kde předávají akumulované teplo.

Předložený vynález je dále popsán podrobněji v následujících příkladech provedení a srovnávacích příkladech.

P ř í k l a d y 1 až 5

Vlásenkovitě uspořádané (ve tvaru U) trubky předem stanoveného vnitřního průměru a délky byly uspořádány, jak je znázorněno v přiloženém výkresu, v ohřívací peci A a ohřívací peci B pro vytvoření zóny parního krakování s velkým tepelným tokem a další parní krakovací s malým tepelným tokem.

Těžké uhlovodíky byly přiváděny společně s přehřátou párou o předem stanovené teplotě do trubek v parní krakovací peci A parního krakovacího zařízení zkonstruovaného jak bylo výše popsáno a jak je znázorněno ve výkresu.

Po kontinuálním provozu po dobu 100 hodin bylo pak reakční zařízení rozebráno pro vizuální inspekci vnitřků trubek pro určení množství uhlíkového nánosů na tomto reaktoru.

Provozní podmínky a výsledky inspekce jsou uvedeny v příslušné tabulce 1 a tabulce 2.

Tabulka I

Příklad č.	1	2	3	4
Parní krakovací pec A:				
Trubky vnitřní				
průměr (mm)	70	70	70	70
Trubky délka (m)	22	22	22	22
Tepelný tok (kJ/m ² h)	273 000	189 000	286 000	63 000
Rychlost proudění (m/s)	47	33	50	15
Výstupní teplota (°C)	890	890	890	890
Parní krakovací pec B:				
Trubky vnitřní				
průměr (mm)	70	70	70	70
Trubky délka (m)	44	44	44	44
Tepelný tok (kJ/m ² h)	33 600	23 500	35 300	10 500
Rychlost proudění (m/s)	52	38	55	20
Výstupní teplota (°C)	940	940	940	940
Dávované těžké uhlovodíky	těžký olej C	těžký olej C	těžký olej C	těžký olej C
Množství přivádě- ných těžkých uhlovo- díků (kg/h)	350	250	370	110
Teplota přiváděného těžkého oleje (°C)	350	350	350	350
Množství přiváděné páry (kg/h)	2 240	1 570	2 350	700
Teplota přiváděné páry (°C)	900	900	900	900
Reakční tlak (MPa)	1,77	1,77	1,77	1,77

Tabulka II

Příklad č.	1	2	3	4
Přítomnost uhlíkové- ho nánosu v trubkách:				
Parní krakovací pec A	žádný	žádný	žádný	žádný
Parní krakovací pec B	žádný	žádný	žádný	žádný
Složení plynu na výstupu z parní krakovací pece B				
H ₂ (% objemová)	43,6	46,8	41,4	51,0
CO (% objemová)	13,5	15,3	13,0	15,7
CO ₂ (% objemová)	9,4	12,9	8,5	14,0
C ₂ H ₄ (% objemová)	23,2	20,6	24,6	16,4
C ₃ H ₆ (% objemová)	4,5	1,9	5,0	1,2
CH ₄ (% objemová)	3,5	0,8	3,8	0,5
Jiné plyny (% objemová)	2,3	1,7	3,7	1,2

Srovnávací příklady 1 až 4

Postupy z příkladů 1 až 4 byly opakovány za provozních podmínek vně rozmezí tohoto vynálezu. Po kontinuálním provozu po dobu 24 hodin byl vnitřek každé trubky vizuálně zkontrolován pro určení množství uhlíkového nánosu na vnitřku trubek. Provozní podmínky a experimentální výsledky jsou shrnuty v příslušných tabulkách 3 a 4.

Tabulka III

Srovnávací příklad	1	2	3	4
Parní krakovací pec A				
Trubky vnitřní průměry (mm)	70	70	70	70
Trubky délka (m)	22	22	22	22
Tepelný tok (kJ/m ² h)	33 600	37 800	21 000	420 000
Rychlost proudění (m/s)	47	33	3,3	120
Výstupní teplota (°C)	750	1 070	900	770
Parní krakovací pec B				
Trubky vnitřní průměr (mm)	70	70	70	70
Trubky délka (m)	44	44	44	44
Tepelný tok (kJ/m ² h)	33 600	33 600	4 200	50 400
Rychlost proudění (m/s)	52	38	3,6	130
Výstupní teplota (°C)	800	1 130	960	830

Tabulka III pokračování

Srovnávací příklad	1	2	3	4
Dávkované těžké uhlovodíky	těžký olej C	těžký olej C	těžký olej C	těžký olej C
Množství přiváděných těžkých uhlovodíků (kg/h)	350	350	35	900
Teplota přiváděného těžkého oleje (°C)	350	350	350	350
Množství přiváděné páry (kg/h)	2 240	2 240	157	5 720
Teplota přiváděné páry (°C)	900	900	900	900
Reakční přetlak (MPa)	1,77	1,77	1,77	1,77

Tabulka IV

Příklad č.	1	2	3	4
Přítomnost uhlíkového nánosu v trubkách				
Parní krakovací pec A	nános	nános	nános	nános
Parní krakovací pec B	nános	nános	nános	nános
Složení plynu na výstupu z parní krakovací pece B				
H ₂ (% objemová)	22,0	56,0	54,0	27,0
CO (% objemová)	4,1	12,6	12,7	6,5
CO ₂ (% objemová)	1,5	14,3	13,0	5,1
C ₂ H ₄ (% objemová)	28,0	14,1	16,4	25,2
C ₃ H ₆ (% objemová)	26,0	1,0	1,5	24,6
CH ₄ (% objemová)	10,0	0,5	0,7	6,5
Jiné plyny (% objemová)	8,4	1,5	1,7	5,1

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob výroby vodíku, oxidů uhlíku a lehkých uhlovodíků parním krakováním těžkých uhlovodíků, které jsou tekuté při teplotě nižší než 350°C a obsahují uhlovodíkové složky o vysoké molekulové hmotnosti, které jsou nezplynitelné zahříváním a zvýšením teploty, vyznačený tím, že těžké uhlovodíky se vedou společně s vodní parou, při poměru $\text{H}_2\text{O}:\text{C}$ rovnajícím se 3:1 až 6:1, první krakovací zónou průtokovou rychlostí 4 až 100 m/s za přívodu tepla v množství 42 000 až 294 000 kJ/m²h v takovém množství, že během doby zdržení v rozmezí 0,05 až 3 s se směs ohřeje na teplotu 800°C až $1\,000^{\circ}\text{C}$ a pak plynná směs proudí druhou krakovací zónou, zatímco se zahřívá v této druhé krakovací zóně při rychlosti proudění 4 až 100 m/s a při době zdržení 0,1 až 6 s za přívodu tepla 6 300 až 42 000 kJ/m²h, na teplotu 850°C až $1\,100^{\circ}\text{C}$.

2. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že v první krakovací zóně se udržuje rychlost proudění 30 až 80 m/s, přívod tepla 168 000 až 294 000 kJ/m²h, doba zdržení 0,05 až 1 s, a teplota v rozmezí 830°C až 950°C a v druhé krakovací zóně se udržuje rychlost proudění 30 až 80 m/s, přívod tepla 21 000 až 42 000 kJ/m²h, doba zdržení 0,1 až 2 s a teplota v rozmezí 900°C až $1\,000^{\circ}\text{C}$.

3. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že nástřik těžkých uhlovodíků a páry se provádí při manometrickém tlaku 0,49 až 3,92 MPa.

4. Způsob podle bodu 3 vyznačený tím, že se udržuje manometrický tlak 0,98 až 2,94 MPa.

5. Zařízení k provádění způsobu podle bodů 1 až 4 vyznačené tím, že zahrnuje první ohřívací pec (A), ve které jsou umístěny trubky (5) k zavádění směsi těžkých uhlovodíků a páry a je opatřena alespoň jedním hořákem (4, 8) uspořádaným na boční stěně a/nebo na spodní stěně první ohřívací pece (A) k zahřívání trubek (5) externě spaliny z alespoň jednoho hořáku (4, 8), přičemž tyto trubky (5) procházejí vertikálně dolů do první ohřívací pece (A) skrze její vrchní stěnu, nad vrchní stěnou první ohřívací pece (A) jsou uspořádány vstupní trubky (2) pro těžké uhlovodíky a vstupní trubky (1) pro páru, k přivádění těžkých uhlovodíků a páry přes směšovače (16) do každého vstupního konce trubek (5), přičemž tyto směšovače jsou vhodné pro směšování těchto uhlovodíků a páry, každá z trubek (5) prochází alespoň jednou uvnitř první ohřívací pece (A) vertikálně dolů a pak v opačném směru vertikálně nahoru, přičemž každý výstupní horní konec trubek (5) je spojen spojovací trubicí, procházející napříč mostovou částí (C), s každým vstupním horním koncem trubek (5') v druhé ohřívací peci (B), přičemž v této druhé ohřívací peci (B) jsou umístěny trubky (5') pro zavádění částečně krakovaného plynu z trubek (5) z první ohřívací pece (A) spojovací trubicí v mostové části (C), a druhá ohřívací pec (B) je opatřena alespoň jedním hořákem (8') uspořádaným na spodní stěně a/nebo na boční stěně druhé ohřívací pece (B) k zahřívání trubek (5') externě spaliny z alespoň jednoho hořáku (8'), přičemž každá z těchto trubek (5') prochází alespoň jednou uvnitř druhé ohřívací pece (B) vertikálně dolů a pak v opačném směru vertikálně nahoru, každý výstupní horní nebo spodní konec trubek (5') je spojen spojovací trubicí skrze vrchní nebo spodní stěnu druhé ohřívací pece (B) s výstupním sběračem (11) k shromažďování intratubulárních proudů, a mostová část (C) má kouřový kanál procházející nahoru z mostové části (C), přičemž v tomto kouřovém kanálu je uspořádána sekce (17) konvekčního vytápění pro získávání odpadního tepla ze spalin z hořáků (4, 8) v první ohřívací peci (A) a z hořáků (8') v druhé ohřívací peci (B).

6. Zařízení podle bodu 5 vyznačené tím, že zahrnuje pružinové nosiče (13, 12'), na nichž jsou opěrně zavěšeny trubky (5, 5').

7. Zařízení podle bodu 6 vyznačené tím, že trubky (5, 5') jsou tepelně odolné kovové trubky o vnitřním průměru v rozmezí 30 až 200 mm.

8. Zařízení podle bodu 7 vyznačené tím, že vnitřní průměr trubek (5, 5') je v rozmezí 50 až 100 mm.

9. Zařízení podle kteréhokoliv z bodů 5 až 8 vyznačené tím, že obsahuje jednu společnou zvětšenou druhou ohřívací pec (B) a první ohřívací pec (A) s mostovou sekci (C), které jsou zrcadlově uspořádány po stranách zvětšené druhé ohřívací pece (B) tak, že trubky (5') v druhé ohřívací peci (B) jsou připojeny k jednomu společnému výstupnímu sběrači (11).

1 výkres

