



ŘÁD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

198230

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 10 J 3/18
C 10 K 1/18

(22) Přihlášeno 10 03 77

(21) (PV 1620-77)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 26 05 76
(P 26 23 489.9)

Německá spolková republika

(40) Zveřejněno 31 08 79

(45) Vydáno 15 05 83

(72)

Autor vynálezu

BIERBACH HERBERT dipl. ing., FRANKFURT/M.,
KOHLEN RUDOLF ing. grad., WEHRHEIM
a HAFKE CARL dr. ing., FRANKFURT/M. (NSR)

(73)

Majitel patentu

METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT,
FRANKFURT/M. (NSR)

(54) Způsob výroby výhřevného plynu ze surového plynu

1

Vynález se týká způsobu výroby výhřevného plynu ze surového plynu o teplotě 250 až 800 °C, obsahujícího tuhé látky, který byl získán zplyňováním tuhých látek, zejména uhlí, ve zplyňovacím reaktoru při tlaku 5 až 150 barů s podtlakem párou a plyny obsahujícími volný kyslík jako zplyňovací látku.

Tlakové zplyňování tuhých paliv, zejména černého a hnědého uhlí nebo rašeliny, je již dlouho známé. Obzvláště jsou známy podrobnosti způsobu tlakového zplyňování a příslušných zplyňovacích reaktorů či tlakových plynových generátorů.

Podle známých způsobů se tlakové zplyňování tuhých paliv uskutečňuje s kyslíkem a vodními parami jako zplyňovacími látkami v nepohyblivém loži. Jako zplyňovací látku lze navíc použít také kysličník uhličitý. Surový plyn má při zplyňování teplotu v rozsahu 350 až 800 °C, přičemž jeho nejdůležitějšími plynnými podíly jsou vodík, kysličník uhelnatý a metan.

Je též možné zplyňovat tuhá paliva se vzduchem nebo s kyslíkem obohaceným vzduchem ve směsi s vodní párou, přičemž se získávají takzvané slabé plyny, které mají malou výhřevnost 1200 až 2000 kcal/Nm³, vztaženo na suchý plyn. Tyto plyny jsou vhodné zejména k vytápění a také v elekt-

2

rárnách, například v kombinaci turbin plynových a parních.

Plyny získávané zplyňováním tuhých paliv obsahují podle složení zplyňovacích látek ještě dusík, vodní páru a také značné množství uhlovodíků různých druhů a stavu varu, kromě toho ještě čpavek a též sloučeniny síry. V surovém plynu se rovněž vyskytují prachové až jemnozrnné, současně strhávané tuhé částičky paliva a/nebo popela. Obsah prachových nebo jemnozrnných tuhých látek v surovém plynu závisí ve velké míře na zatížení zplyňovacího reaktoru, na chování paliva během zplyňování a na jemnozrnném podílu v palivu, které má být spalováno. Vývoj k vyšším výkonům plynových generátorů vedl také k vyššímu výkonu jemnozrnných tuhých látek se surovým plynem. Obsah prachu v surovém plynu nezřídka přesahuje hodnoty 10 g/Nm³, takže použití tohoto plynu například v pracovních strojích nebylo možné bez důkladného odstranění prachu.

Vynález má za úkol připravovat ze surového plynu při tlakovém zplyňování tuhých paliv výhřevný plyn s minimálním obsahem prachu.

Podstata způsobu výroby výhřevného plynu s malým obsahem prachu spočívá podle vynálezu v tom, že horký surový plyn se v

hrubém čistícím stupni zčásti zbavuje tuhých látek a v následujícím rychlopromývacím stupni se uvádí do styku s prací kapalinou sestávající z uhlovodíku a nejvýše 5 hmot. % vody o teplotě 200 až 300 °C v množství 0,5 až 6 litrů na Nm³ surového plynu, přičemž uhlovodíky prací kapaliny mají nejméně v 70 % podílu teplotu varu nad 350 °C, a výhřevný plyn se odtahuje s obsahem prachu nejvýše 10 mg na Nm³. V rychlopromývacím stupni je plyn promýván prakticky již pouze uhlovodíky, které se přitom zčásti odpaří do plynu. Tímto způsobem se zvýší výhřevnost plynu, který má být promýván do bezprašného stavu.

Překvapujícím způsobem se podaří použitím uhlovodíků jako promývacího prostředku také snížit zbylý obsah tuhých látek v promývacím plynu na hodnoty požadované při provozu strojů, aniž by se používalo významnějšího množství vody. Kdyby se v rychlopromývacím stupni použilo vody jako pracího prostředku, pak by do vypraného plynu přecházelo příliš mnoho vodní páry, což by velmi podstatně snížilo jeho výhřevnost.

Pro způsob podle vynálezu je účelné, aby prací kapalina pro rychlopromývací stupeň obsahovala nejvýše 2 hmot. % vody. S výhodou mají uhlovodíky prací kapaliny zejména nejméně v 85 % podílu teplotu varu nad 350 °C.

Pro rychlopromývací stupeň se používá nejméně jedné pračky Venturiho nebo pračky s radiálním prouděním. Zejména pračka s radiálním prouděním zajišťuje nízký obsah prachu ve vypraném plynu. V hrubém čistícím stupni, který je předřazen před rychlopromývacím stupněm, se surový plyn vede s výhodou nejméně skrze jeden cyklón a přitom se za sucha zbavuje hlavního podílu hrubozrnných tuhých látek.

Výhřevný plyn s malým obsahem prachu je používán v elektrárnách pro pohon turbín plynových a/nebo parních.

Způsob podle vynálezu je podrobněji vysvětlen na příkladném provedení naznačeném na připojeném schématu.

Ve známém zplynovacím reaktoru 1 se zplyňuje zrnité, pevné palivo přiváděné potrubím 2 pod tlakem 5 až 150 barů v nepohyblivém loži. Zplynování se uskutečňuje za přivádění kyslíku a vodní páry potrubím 3, přičemž kyslík může být zcela nebo zčásti nahrazen vzduchem. Popel se odvádí ze zplynovacího reaktoru 1 potrubím 4.

Surový plyn získaný kontinuálním zplynováním se odvádí ze zplynovacího reaktoru 1 s teplotou v rozsahu 350 až 800 °C a proudí potrubím 5 do odpařovacího cyklónu 6. Při tom odloučené tuhé látky se shromažďují v potrubí 7a. Je-li podíl paliva v tuhých látkách v potrubí 7a přiměřeně velký, lze jej odvádět zpět blíže nenaznačeným způsobem do zplynovacího reaktoru 1.

Z odprašovacího cyklónu 6 proudí surový plyn potrubím 7 k rychlopromývacímu stup-

ni, který je ve schématu naznačen pračkou 8 s radiálním prouděním. Jsou-li teploty plynu při výstupu z odprašovacího cyklónu 6 vyšší než 350 °C, je výhodné plyn před vstupem do rychlopromývacího stupně ochlázovat, což se nejjednodušším způsobem provádí vstřikováním vody v chladiči 9 opatřeném přiváděcím vodním potrubím 10 a odváděcím potrubím 11. Ochlazováním se zabrání krakování podílů prací kapaliny při setkání s horkým předčistěným plynem v pračce 8.

V pračce 8 s radiálním prouděním je plyn postřikován prací kapalinou z rozdělovače 12. Obvykle činí spotřeba prací kapaliny 0,5 až 6 litrů na 1 Nm³. Prací kapalina se přivádí potrubím 13. V pračce 8 s radiálním prouděním se vyskytuje velká relativní rychlost mezi proudícím plynem a kapkami prací kapaliny, což vede k poměrně velké pravděpodobnosti zkrápění pro částičky prachu.

Jak bylo uvedeno, prací kapalinu téměř zcela tvoří uhlovodíky získané ze zplynování, které jsou obsaženy v surovém plynu. Teplota prací kapaliny činí s výhodou 150 až 350 °C, nejčastěji 200 až 300 °C. Dolní teplotní hranice se volí tak, aby byla vyšší než teplota syté páry v plynu obsažených vodních par a zabránilo se jejich kondenzaci.

V pračce 8 prochází praný plyn společně s prací kapalinou kruhovou mezerou 14 o proměnlivé šířce a proudí pak na vnější stranu a dolů podél zvonovitého vodícího tělesa 15. Dráha proudění plynu v pračce 8 je naznačena čárkovanými čarami 17, 18.

Směs plynu a pracího prostředku je vedena z pračky 8 potrubím 20 ke kotli 21 na odpadní teplo, kde dochází k ochlazení nepřímou výměnou tepla. Přitom také kondenzují těžké uhlovodíky obsažené v plynu. Chlazení se seřizuje tak, aby v kotli 21 na odpadní teplo vodní pára nekondenzovala vůbec nebo pouze nepatrně. Kalojem 21a kotle 21 na odpadní teplo může být vytvořen jako cyklónový odlučovač, aby se dosáhlo dobrého oddělování vyčištěného plynu a kapaliny obohacené tuhými látkami. Ochlazený plyn obsahující uhlovodíky s nižší teplotou varu je odváděn z kotle 21 na odpadní teplo odtahem 22 čistého plynu. Obsah tuhých látek v čistém plynu činí maximálně ještě 10 mg/Nm³. Dříve, než se tento čistý plyn použije jako vysoce výhřevný, může být účelné zachycovat kapičky uhlovodíků v nenaznačeném odlučovači.

Ochlazený prací prostředek odtéká z kotle 21 na odpadní teplo do odlučovače 23 dehtu, kde se různé uhlovodíky oddělují známým způsobem podle gravitačního principu. Společně s tuhými látkami se těžká frakce uhlovodíků shromažďuje na dolním konci odlučovače 23 dehtu a odtahuje se potrubím 24 pomocí čerpadla 25. Je účelné odvádět frakci, která obsahuje velké množství tuhých látek, převážně těžké dehty, zpět do zplynovacího reaktoru 1 potrubím 26. Mísic 27 v dolní části odlučovače 23

dehtu zajišťuje stejnoměrné rozdělení tuhých látek v tekuté fázi.

Lehčí frakce uhlovodíků vyskytujících se v odlučovači dehtu 23, která obsahuje pouze malý podíl tuhých látek, je odváděna potrubím 13 pomocí čerpadla 28 zpět do pračky 8.

V kotli 21 na odpadní teplo se nepřímou výměnou tepla tvoří vodní pára pro zplyňování v reaktoru 1 a pro tento účel se přivádí voda potrubím 30. Vzniklá vodní pára se přivádí potrubím 31 do potrubí 3 pro zplyňovací látky. Plyn obsahující kyslík a popřípadě přídavná vodní pára se přivádí potrubím 32.

Příklad

Ve schematicky naznačeném zařízení se v tlakovém zplyňovacím reaktoru 1 známé konstrukce (tlakovém zplyňovacím generátoru LURGI) vyrábí asi 48 000 Nm³/h suchého surového plynu při tlaku 20 barů. Pro výrobu tohoto plynu se do reaktoru 1 za hodinu přivádí 17 000 kg zrnitého černého uhlí a jako zplyňovací látka asi 25 000 Nm³ vzduchu s přídavkem vodní páry 0,35 kg/Nm³. Suchý plyn vycházející potrubím 5 má toto složení:

CO ₂ + H ₂ S	14,4 obj. %
H ₂	22,7 obj. %
N ₂	41,0 obj. %
CO	17,1 obj. %
CH ₄	4,2 obj. %
C _n H _m	0,6 obj. %

Vztaženo na suchý surový plyn, jsou ve vyrobeném plynu ještě obsaženy tyto podíly:

dehet a olej	40	g/Nm ³
benzin z plynu	7	g/Nm ³
vodní pára	0,14	kg/Nm ³
prachovité tuhé látky	8	g/Nm ³

Dolní výhřevnost surového plynu činí kolem 1690 kcal/Nm³. Teploty surového plynu

v potrubí 5 kolísají mezi 520 až 550 °C. Surový plyn proudí odprašovacím cyklónem 8 a v chladiči 9 se tryskáním vodní páry ochlazuje na 350 °C. Obsah vodní páry v plynu se tím zvýší na 0,27 kg/Nm³ suchého plynu. V pračce 8 s radiálním prouděním se plyn podrobuje rychlopromývání a přitom se postříkuje množstvím asi 25 m³/h dehtové kapaliny vedené v oběhu. Prací kapalina obsahuje kolem 85 % uhlovodíků s bodem varu nad 350 °C.

Čistý plyn vystupující z pračky 8 obsahuje kromě nezměněných plynových podílů ještě 0,27 kg/Nm³ vodní páry, 7 g/Nm³ benzínu z plynu a 47 g/Nm³ dehtu a oleje, vztaženo na suchý plyn. Dolní výhřevnost vlhkého plynu činí asi 1600 kcal/Nm³.

Plyn a prací kapalina se převádí z rychlopromývacího stupně do kotle 21 na odpadní teplo, v němž se část volného tepla přeměňuje nepřímou výměnou tepla na 4200 kg/h vysokotlaké páry o tlaku 25 barů. Tuto páru lze s výhodou bez dodatečné komprese přímo přimísit jako zplyňovací páru do zplyňovacího vzduchu a zavádět ji do zplyňovacího reaktoru 1. Pro zplyňování je potřeba celkem 8750 kg/h vodní páry, z čehož 4000 kg/h pochází ze známého vodního chlazení pláště zplyňovacího reaktoru 1, 4200 kg/h se získává v kotli 21 na odpadní teplo a zbytek asi 550 kg/h se odebírá z cízího zdroje páry.

V kotli 21 na odpadní teplo se čistý plyn ochlazuje na 225 °C. Ježto rosný bod vodní páry v čistém plynu činí 158 °C, je teplota plynu dostatečně vysoká, aby nedocházelo ke kondenzaci vodní páry. Z kalojemu 21a kotle 21 na odpadní teplo vytéká prací kapalina, zahuštěná v důsledku odpaření snáze vroucích podílů, do odlučovače 23 dehtu. Tam dochází podle gravitačního principu k oddělování těžké fáze obsahující velký podíl tuhých látek a lehčí fáze s malým obsahem tuhých látek.

Kdyby plyn na rozdíl od zmíněného surového plynu byl vypírán vodou, získali bychom čistý plyn s dolní výhřevností pouze 1120 kcal/Nm³.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby výhřevného plynu ze surového plynu o teplotě 250 až 800 °C, obsahujícího tuhé látky, který byl získán zplyňováním tuhých látek, zejména uhlí, ve zplyňovacím reaktoru při tlaku 5 až 150 barů s vodní párou a plyny obsahujícími volný kyslík jako zplyňovací látku, vyznačený tím, že horký surový plyn se v hrubém čistícím stupni zčásti zbavuje tuhých látek a v následujícím rychlopromývacím stupni se uvádí do styku s prací kapalinou sestávající z uhlovodíků a nejvýše 5 hmot. procent vody o teplotě 200 až 300 °C v množství 0,5 až 6 litrů Nm³ surového plynu, přičemž uhlovodíky prací kapaliny mají nejme-

ně v 70 % podílu teplotu varu nad 350 °C, a výhřevný plyn se odtahuje s obsahem prachu nejvýše 10 mg na Nm³.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že prací kapalina pro rychlopromývací stupeň obsahuje nejvýše 2 hmot. % vody.

3. Způsob podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že uhlovodíky prací kapaliny mají zejména nejméně v 85 % podílu teplotu varu nad 350 °C.

4. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačený tím, že hrubý čistící stupeň sestává nejméně z jednoho cyklónu.

5. Způsob podle bodů 1 až 4, vyznačený tím, že rychlopromývací stupeň sestává nej-

méně z jedné pračky Venturiho nebo pračky s radiálním prouděním.

6. Způsob podle bodů 1 až 5, vyznačený tím, že při výstupu surového plynu z hrubého čistícího stupně s teplotou nad 350 °C se surový plyn před zavedením do rychlopromývacího stupně chladí.

7. Způsob podle bodů 1 až 6, vyznačený tím, že plyn po výstupu z rychlopromývací-

ho stupně se chladí společně nejméně s částí prací kapaliny nepřímou výměnou tepla.

8. Způsob podle bodů 1 až 7, vyznačený tím, že lehčí fáze z odlučovače dehtu, s malým obsahem tuhých látek, se znovu používá jako prací kapalina v rychlopromývacím stupni.

1 list výkresů

