ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
( 19 )

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

202054
(11) (B2)

(51) Int. Cl.[3]
C 10 L 9/02

/22/ Přihlášeno 08 04 74
/21/ /PV 2516-74/

(40) Zveřejněno 31 03 80

(45) Vydáno 15 03 83

(72) Autor vynálezu BULL WILLIARD CLARE a SCHMID BRUCE KARL, PRAIRIE VILLAGE /Sp. st. a./

(73) Majitel patentu GULF OIL CORPORATION, PITTSBURGH /Sp. st. a./

## (54) Způsob přípravy pevného uhlíkatého paliva



Vynález se týká způsobu přípravy pevného uhlíkatého paliva bez popela solvatací ze vsázky, která se skládá hlavně z uhlí s obsahem popela, aromatického rozpouštědla a proudu plynu obsahujícího kysličník uhelnatý, s proudem plynu obsahujícího vodík nebo bez takového proudu plynu a s přidanou vodou nebo bez ní.

Způsob podle vynálezu zlepšuje zušlechtění uhlíkatých paliv solvatací. Je už známo zušlechťovat pevná uhlíkatá paliva, jako uhlí, lignit, rašelinu a podobně, rozpuštěním alespoň jejich části ve vhodném rozpouštědle při zvýšené teplotě a tlaku a ve vodíkové atmosféře. Nicméně používání těchto způsobů se omezovalo pro ekonomická hlediska s tím spojená a pro jiné potíže na výrobu vysoko specializovaných produktů, například vosků a jiných nízkoobjemových drahých materiálů. Některé z nich se týkaly výroby uhlíkatých paliv s nízkým obsahem popela, kyslíku, síry, v kombinaci s jinými kapalnými a plynnými produkty.

Podle US patentu čís. 3 341 447 se získá uhlíkaté palivo s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry v kombinaci s kapalnými a plynnými vedlejšími produkty, rozpuštěním podstatné části palivové frakce přírodního uhlíkatého paliva ve vhodném rozpouštědle. Všeobecně se rozpouštědlo odvodí od původního nezpracovaného paliva. Je důležité, aby se roztok tvořil při přesně kontrolovaných teplotách, tlakových a atmosférických podmínkách a v poměrně úzkých, přesných mezích udržovacích dob. Tento způsob se osvědčil z hlediska ekonomického a z hlediska výkonu. Přece vznikly potíže při oddělení zbytku popela od roztoku. Navíc, obsah vodíku v kapalném produktu vyrobeném tímto způsobem je nízký a někdy je třeba nebo je žádoucí tento produkt dále hydrogenovat, aby se zlepšila jeho užitková hodnota. Poměrně vysoké výtěžky plynného produktu v porovnání s kapalným snižují ekonomické výhody způsobu. Celkový výtěžek užitečného produktu, který je u všech materiálů všeobecně ekonomicky přijatelný, je nežádoucně nízký při určitých vsazených materiálech, například při lignitech

a u uhlí s malým obsahem živic. Jak bude zřejmé, bylo by žádoucí získat uhlíkové palivo s nízkou popelnatostí, s nízkým obsahem kyslíku a síry při nejvyšších možných výtěžcích z jakéhokoliv materiálu a získat vedlejší produkty co nejužitečnější a nejhodnotnější. Bylo by rovněž velice žádoucí získat tyto materiály s minimálními pracovními potížemi.

Bylo zjištěno, že předcházející a jiné nevýhody dřívějších způsobů se mohou odstranit způsobem podle vynálezu a z přírodních uhlíkatých materiálů se při poměrně vysokých výtěžcích mohou získat uhlíkatá paliva s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry, v kombinaci s hodnotnými vedlejšími produkty, a to při minimálních provozních potížích.

Je proto jedním z cílů vynálezu navrhnout způsob zušlechťování uhlíkatých paliv. Navrhuje se hospodárný způsob výroby paliv s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry z přírodních paliv. Dále se podle vynálezu navrhuje způsob zušlechťování uhlíkatých paliv, při kterém se popel může lépe oddělit. Navrhuje se také způsob zušlechťování uhlíkatých paliv, jehož výtěžkem jsou kapalné produkty s vyšším obsahem vodíku. Dále se navrhuje postup, při kterém se dostávají vyšší výtěžky kapalných vedlejších produktů a při kterém celkový výtěžek výrobku z uhlíkatých materiálů, například lignitu a smolného hnědého uhlí, je značně zvýšený. Jiné cíle a výhody vynálezu budou popsány v dalším.

Podstata způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že se v aromatickém rozpouštědle rozpustí nejméně část uhlíkatého paliva při teplotě v rozmezí od 371 °C do 510 °C a při tlaku v rozmezí od 3 432,327 kPa do 34 323,275 kPa ve styku s kysličníkem uhelnatým v rozmetí od 0,0936 $m^3$ do 2,497 $m^3$ na 1 kg suchého uhlí a s párou v rozmezí od 0,2 do 1,5 $m^3$ na 1 kg suchého uhlí, přičemž relativní viskozita roztoku se zvýší na hodnotu, která je nejméně dvacetinásobkem hodnoty viskozity samotného rozpouštědla, a pak klesá až na dvojnásobek hodnoty viskozity samotného rozpouštědla a rozpouštěcí podmínky se ukončí, když relativní viskozita opět vystoupí, načež se rozpuštěná část uhlí oddělí od roztoku, z roztoku se získá zušlechtěné uhlíkaté palivo a pak se palivo ochlazuje a zpevňuje a z postupu se získá pevné palivo bez popela.

Rozpouštěcí podmínky se výhodně ukončí, když relativní viskozita, která poklesla na hodnotu pod 5, opět vystoupí na hodnotu nad 5.

Podle jiného provedení se rozpouštěcí podmínky ukončí, když relativní viskozita, která poklesla na hodnotu pod 2, opět vystoupí nad 2.

Poměr mezi hmotou rozpouštědla a suchého uhlí se pohybuje v rozmezí od 0,5:1 do 5:1.

Rozpouštědlo má výhodně počáteční bod varu v rozmezí od 30 °C do 371 °C a konečný bod varu v rozmezí od 371 °C do 593 °C.

Uhlí se výhodně nejdříve umele a pak zředí na kaši v rozpouštědle.
Frakce uhlíkatého paliva se rozpustí při teplotě výhodně v rozmezí od 413 °C do 468 °C.
U jiného provedení se rozpustí uhlíkatá palivová frakce uhlí při tlaku v rozmezí od 6 864,655 kPa do 17 161,64 kPa.

Poměr mezi hmotou rozpouštědla a suchého uhlí pohybuje se výhodně v rozmezí od 1,0:1 do 2,5:1.

Vodík může být výhodně obsažen ve vsázce pro uvedený rozpouštěcí krok.

Zušlechťování se provádí tak, že se nejdříve rozpustí tolik použité části uhlíkatého paliva ve vhodném rozpouštědle, kolik je přiměřené pro dobrý pracovní postup. Jak bude dále blíže vysvětleno, je podstatné, aby se palivová složka uhlíkatého materiálu rozpouštěla při zvýšené teplotě a tlaku a za přítomnosti kysličníku uhelnatého a páry. Zušlechtěné uhlíkaté palivo se poté získá nejdříve oddělením popela, tj. nerozpuštěné části, a poté oddělením

rozpuštěné palivové frakce a rozpouštědla a od všech kapalných a plynných vedlejších produktů, vytvořených při operaci rozpouštění.

Všeobecně lze zušlechťovat způsobem podle vynálezu jakékoliv uhlíkaté palivo na palivo s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry. Způsob je však nejvhodnější pro zušlechťování přírodních uhlíkatých paliv, jako živičnatého a hnědého uhlí s malým obsahem smoly a lignitů. Způsobem podle vynálezu se může zpracovávat uhlíkatý materiál v podstatě v jakémkoliv tvaru nebo rozměru. Nicméně se uhlíkatý materiál nejlépe zpracuje a nejlépe rozpustí, když jeho částečky mají poměrně malý rozměr. Z toho důvodu je výhodné semlít nebo jinak rozmělnit uhlí tak, že 100 % přejde přes síto s 10 oky, přičemž otvor oka síta je 2 mm tak, aby alespoň 50 % hmotnostních prošlo sítem se 40 oky, jejichž otvor je 0,42 mm. U výhodného provedení bude velikost průměru částeček přizpůsobena podle vynálezu v rozmezí od 0,1524 do 0,2032 mm.

Způsobem podle vynálezu se může zpracovat jakýkoliv uhlíkatý materiál, přičemž výhody získané tímto způsobem budou různé, v závislosti na zpracovaném materiálu.

Všeobecně lze použít pro rozpuštění použité palivové části uhlíkatého materiálu jakéhokoliv dosud známého rozpouštědla. Vhodná rozpouštědla jsou vysoko hydrogenované aromatické látky s bodem varu v rozmezí od 93 do 482 °C, například antracénový olej nebo kreosotový olej. Zvlášť výhodné je rozpouštědlo získané extrakcí ze smolného uhlíkatého paliva. V tomto ohledu je třeba poznamenat, že kapalný vedlejší produkt se získá v důsledku rozpouštění vsazeného uhlíkatého materiálu a část tohoto kapalného materiálu se hodí jako rozpouštědlo. Navíc se dostatečné množství takového rozpouštědla vytvoří při extrakci. Vlastnosti takto vyrobeného rozpouštědla se liší v závislosti na spotřebovaném materiálu, ale pro způsob podle vynálezu bude vyhovovat ta část kapalného vedlejšího produktu, která bude mít počáteční bod varu mezi 38 a 371 °C, konečný bod varu od 371 do 593 °C, hustotu asi 1,1 kg.tm$^3$ a poměr uhlíku k vodíku v rozmezí od 1,0:9 do 1,0:0,3.

Při etapě solvatace je podstatné, aby se pro účinné rozpouštění použitelné části paliva zpracovaného uhlíkatého materiálu použilo dostatečného množství rozpouštědla bez vzniku kalu o vysoké viskozitě, u kterého by bylo obtížné, ne-li nemožné, vyzískat rozpuštěnou palivovou frakci. Je proto důležité, aby poměr uhlovodíkového rozpouštědla k zpracovávanému uhlíkovému materiálu byl alespoň 0,5:1. U způsobu podle vynálezu může být poměr uhlovodíkového rozpouštědla k suchému uhlíkatému materiálu 0,5:1 a 5:1. Při vyšším poměru lze sice způsob podle vynálezu také použít, ale neposkytují žádnou funkční výhodu. Navíc používání takových vyšších poměrů bude vyžadovat přídavnou energii pro následnou separaci rozpouštědla ze zušlechtěného uhlíkatého produktu a pro recyklování. Nižší poměr v rámci tohoto úzkého rozmezí je tudíž výhodný.

Palivová frakce způsobu podle vynálezu zpracovávaného uhlíkatého materiálu se rozpustí při teplotě vysoké, aby se solvatace usnadnila, ale ne tak vysoká, aby došlo k přílišnému rozkladu palivové frakce, která se má vyzískat, anebo rozpouštědla používaného při extrakci, anebo při solvataci. Bylo zjištěno, že vhodné jsou teploty v rozsahu od 371 do 510 °C. Při teplotě pod 371 °C je solvatace příliš pomalá pro umožnění dostatečné rekuperace použité palivové frakce. Na druhé straně, při teplotách nad 510 °C se stává rozklad žádaných produktů a rozpouštědla příliš rychlým. Z ekonomického hlediska je žádoucí pro dosažení dobrého výtěžku používání nižších teplot uvedeného rozmezí.

Poněvadž solvatace používané palivové frakce uhlíkatého materiálu se provádí při zvýšené teplotě a za přítomnosti uhlovodíkových materiálů, jejichž bod varu je pod těmito teplotami, je důležité, aby se etapa solvatace provedla při zvýšeném tlaku. Navíc, protože zvýšený tlak zvyšuje solvataci použité palivové frakce uhlíkatého materiálu, je žádoucí uskutečňovat solvataci při zvýšeném tlaku. Všeobecně budou účinné tlaky v rozmezí od 3 432,327 kPa do 34 323,275 kPa. Je třeba poznamenat, že při tlacích pod 3 432,327 kPa bude výtěžek odpopelněného uhlíkatého paliva nízký. Na druhé straně jsou tlaky nad 34 323,275 kPa provozovatelné, ale nedávají u způsobu podle vynálezu žádnou funkční výhodu. Jak bude blíže vysvětle-

no v dalším, je důležité, aby alespoň část tohoto tlaku byla vytvořena plynným materiálem nebo materiály, které by dodávaly ionty produktům vyrobeným způsobem podle vynálezu.

Podstata vynálezu spočívá ve zjištění, že je výhodné, když se část nebo všechna použitá palivová frakce rozpustí v atmosféře obsahující kysličník uhelnatý a páru. Tyto výhody se realizují, když kysličník uhelnatý je přítomný v množství mezi 0,0936 a 2,497 $m^3$ kysličníku uhelnatého na kg suchého uhlí v kombinaci s párou v rozsahu 0,2 až 1,5 kg na kg suchého uhlí. Nicméně není podstatné, aby kysličník uhelnatý a pára byly jediné plynné složky přítomné v plynné fázi při extrakční etapě, a bylo zjištěno, že v mnoha případech je dobré, když je v plynné fázi přítomen také vodík. Použije-li se vodík, je poměr vodíku plus kysličníku uhelnatého k suchému uhlíkatému používanému materiálu v rozsahu od 0,0936 do 2,497 $m^3$ na kg uhlíkatého materiálu a poměr hodnoty páry nebo vody, popřípadě páry a vody k hmotě suchého uhlíkatého materiálu, bude od 0,2:1 do 1,5:1. Použije-li se vodík, bude poměr vodíku ke kysličníku uhelnatému od 0,1:1 do 10,0:1.

Délka doby, po kterou budou rozpouštědlo a uhlíkaté palivo při teplotě pochodu ve styku, se bude měnit od 3 do 180 minut. Optimální doba setrvání bude ovšem pro každý uhlíkatý materiál různá. Všeobecně bude viskozita roztoku při zpracovávání uhlíkatého materiálu zpočátku s časem růst, poté bude klesat a pak opět stoupat, když se doba prodlouží. Separace nerozpustné části uhlíkatého materiálu z roztoku a rekuperace rozpuštěné palivové části z roztoku bude nejlepší, když viskozita směsi z reakční nádoby bude mít nízkou hodnotu. Za tím účelem je žádoucí, aby se pokračovalo v udržování styku rozpouštědla a uhlíkatého materiálu při provozní teplotě tak dlouho, dokud viskozita nezačne klesat, ale přerušit kontakt dříve, než začne viskozita opět stoupat tak, že by bylo obtížné pracovat se směsí vystupující z reakční nádoby. Viskozita roztoku v rozpouštěcí nádobě se může použít jako vodítko pro určení nejvhodnější doby etapy extrakce a toto se může vhodně provést ve vztahu k poměrné viskozitě roztoku vytvořeného v rozpouštěcí nádobě. Uvedená relativní viskozita je poměr viskozity roztoku v nádobě k viskozitě rozpouštědla. Tento poměr se může nastavit určením viskozity roztoku i rozpouštědla při stejných podmínkách, přičemž při různých teplotách se mohou dostat různé hodnoty. Proto pojem "relativní viskozita" znamená poměr viskozity roztoku při 99 °C a viskozity rozpouštědla taktéž při 99 °C.

Při extrakční etapě viskozita roztoku zpočátku stoupá, následuje její pokles a pak druhý vzrůst. Odpovídající mírou roste i "relativní viskozita", poté klesne a vzroste podruhé. Všeobecně bude "relativní viskozita" zpočátku stoupat k hodnotě nad 20, dříve než začne klesat při pokračování v době styku. Tato hodnota bude ovšem poněkud záviset na druhu zpracovávaného uhlíkatého materiálu a na druhu rozpouštědla používaného při solvataci. Ve všech případech se nicméně dosáhne při počátečním růstu alespoň hodnoty 20. Po tomto vzrůstu poklesne "relativní viskozita" na hodnotu pod 10 a všeobecně na hodnotu hodně pod 5, dříve než se zase začne zvyšovat. Směsi z rozpouštěcí nádoby s relativní viskozitou méně než 10 se mohou zpracovávat způsobem podle vynálezu a může se z nich získat uhlíkaté palivo s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry. Extrakce proto bude pokračovat, dokud relativní viskozita roztoku z rozpouštěcí nádoby je menší než 10, ale extrakce se přeruší dříve, než relativní viskozita projde svým minimem a pak se zvýší na 10 nebo i více. U výhodného provedení se bude v solvataci pokračovat, dokud relativní viskozita roztoku v rozpouštěči nedosáhne hodnoty 5 nebo méně, ale přeruší se předtím, než se opět zvýší na hodnotu 5. U ještě výhodnějšího provedení se etapa solvatace přeruší, když relativní viskozita dosáhne hodnoty 1,5 až 2.

Rozpouštění palivové části zpracovávaného uhlíkatého materiálu se způsobí depolymerací jeho složek o poměrně vysoké molekulové hmotě a že po proběhnutí této depolymerace za přítomnosti vodíkových iontů se vytvořené volné radikály neutralizují vodíkovými ionty, čímž se zabrání repolymeraci volných radikálů. Neutralizované volné radikály, jakož i jiné produkty rozkladu jsou poté rozpustné v rozpouštědle a mohou být odpařováním nebo jinou operací z rozpouštědla rekuperovány.

Při solvatační etapě se vytvoří nebo uvolní jiné materiály než ty, které jsou rozpustné

v rozpouštědle. K takovým látkám patří sirovodík, kysličník uhličitý, metan, propan, butan a jiné vyšší uhlovodíky a tyto materiály budou obsahovat část atmosféry rozpouštěcí nádoby. Nicméně obecně, jejich přítomnost nebude škodlivě působit na solvataci uhlíkového materiálu. Nicméně má být dbáno toho, aby se zabránilo vytvoření těchto látek do té míry, aby se partiální tlak kysličníku uhelnatého a páry popřípadě vodíku, zmenšil na neúčinné hodnoty. Tyto materiály mohou být odděleny obvyklými prostředky od jakéhokoliv recyklovaného plynu. Při etapě solvatace se navíc spotřebuje vodík extrahovací etapou uhlíkatého materiálu v množství mezi 0,5 až 4,0 % hmotnostními počátečního suchého dodávaného uhlí a toto množství má být hotové, jestliže se plynná fáze recykluje a přítomnost vodíku je potřebná od počátku. Navíc se asi 5 až 50 mol. % kysličníku uhelnatého a páry přemění na vodík při etapě solvatace a i toto množství má být hotové, použije-li se recyklování plynu. Po solvatační etapě způsobu podle vynálezu se uhlíkaté palivo s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry může z roztoku rekuperovat. Tato rekuperace bude obecně zahrnovat: separaci nerozpuštěné části použitého uhlíkatého materiálu z roztoku, separaci kysličníku uhelnatého, páry a vodíku a jiných plynných složek přítomných v systému z roztoku, separaci uhlíkatého paliva s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry a separaci všech plynných a kapalných vedlejších produktů. Způsob a pořadí těchto separací není pro vynález rozhodující a způsob podle vynálezu může být prováděn v jakémkoliv pořadí, které bude dávat zušlechtěné palivo bez nerozpuštěné části použitého uhlíkatého materiálu. Nicméně, obecně bude výhodné nejdříve snížit tlak na hodnotu vhodnou pro separaci nerozpuštěného dílu použitého uhlíkatého materiálu z roztoku a poté oddělit z kapalných a pevných složek plynné složky a pak pevné složky - nerozpuštěný díl použitého uhlíkatého materiálu - z kapaliny. Zušlechtěné uhlíkaté palivo s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry se pak může vhodným způsobem rekuperovat z roztoku.

Frakcionovaná destilace rozpouštěcí fáze se pak může použít pro získání kapalných vedlejších produktů a pro oddělení jakýchkoliv rozpuštěných nebo unášených plynů.

Obecně se pro separaci rozpouštěného dílu použitého uhlíkatého paliva z roztoku může použít jakýkoliv vhodný způsob, například filtrace a odstředění. Spolu s některými z těchto způsobů bude práce obecně žádoucí podrobit vyzískanou pevnou látku sušící etapě, aby se z ní vyzískalo unášené rozpustidlo. Usušená pevná látka ze separace odstřeďováním, anebo usušený koláč z filtru má konečnou výhřevnost do 16 282,47 kJ/kg.

Plynné složky mohou být separovány z kalu obsahujícího nerozpuštěnou část použitého uhlíkatého materiálu buď před separací pevné látky, anebo současně s ní. Po separaci mohou být plyny podrobeny jakémukoliv následnému zpracování, jako čištění, za účelem odstranění kyselých plynných složek a poté se mohou recyklovat nebo podle potřeby použít pro jiné účely. Použije-li se recyklování plynu, dojde zpočátku často k vytvoření vodíku v důsledku reakce kysličníku uhelnatého s párou. Toto počáteční vytvoření vodíku přece při ustáleném provozu není škodlivé při pracovních parametrech v rozmezí, jak bylo výše uvedeno, a koncentrace kysličníku uhelnatého a páry v rozpouštěcí nádobě se může lehce udržovat v rámci výše uvedených provozních limitů.

Když se rozpuštěná část použitého uhlíkatého materiálu od roztoku oddělila, může se vyzískat uhlíkaté palivo s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry jakýmkoliv vhodným způsobem, například destilací při vakuu, anebo bouřlivým odpařováním. Při jakémkoliv způsobu se nicméně rozpustidlo a jiné kapaliny s nižším bodem varu v něm se nacházející oddělí v důsledku toho, že jejich teplota bude nad bodem varu nejvýše vroucí složky z jejich řad.

Zušlechtěné uhlíkaté palivo s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry se může získat jako kapalina nebo jako pevná látka, podle způsobu, který se použije pro její separaci z rozpouštědla a podle toho může být i používáno. Když se zušlechtěné palivo získá jako kapalina, může být ochlazováním přeměněno na tuhé.

Způsob podle vynálezu má řadu výhod proti dřívějším způsobům, u kterých se použije jedině vodík, potřebný při solvataci. Výhody se budou ovšem měnit podle druhu zpracovávaného

uhlíkatého materiálu. Když se zušlechťuje způsobem podle vynálezu například živičné uhlí, je výtěžek všech produktů - plyn, kapalina a zušlechtěné palivo - z použitého materiálu často v podstatě tentýž, jako ten, který se dostane při použití samotného vodíku. Separace nerozpuštěné části použitého uhlíkatého materiálu z roztoku je ovšem značně zlepšena a v důsledku toho je potřebné menší filtrační zařízení pro separaci. Když se živičné uhlí zušlechťuje způsobem podle vynálezu, je výtěžek hodnotnějšího kapalného produktu zvýšený při odpovídajícím poklesu méně hodnotného plynného produktu a obsah vodíku je ve všech produktech značně vyšší. Když se na druhé straně zpracovává způsobem podle vynálezu hnědé uhlí s malým obsahem živic, realizují se znovu výše uvedené výhody uvedené pro smolné uhlí. Celkový výtěžek hodnotných produktů se navíc značně zvýší v celém rozsahu normálně používaných provozních podmínek. Podobně zpracovává-li se způsobem podle vynálezu lignit, realizují se obecně všechny uvedené výhody a dostane se zušlechtěné palivo s menším obsahem síry.

K uvedeným výhodám přistupují další, když se solvatace provádí v atmosféře kysličníku uhelnatého a vody a v mezích výše uvedené koncentrace se nepřidává žádný reakční produkt ať s vodíkem nebo bez něj. Jak bylo zjištěno, přidání vodíku v rozmezí výše specifikovaných koncentrací bude dávat zušlechtěné palivo s menším obsahem popela než palivo obdržené při použití samotného vodíku. Poněvadž směsi vodíku a kysličníku uhelnatého jsou obecně levnější než čistý vodík nebo čistý kysličník uhelnatý, vzniká další ekonomická výhoda, spojená s použitím třísložkové směsi.

Poněvadž přítomnost vodní páry je při solvataci podle vynálezu podstatná, nebylo by výhodné sušit uhlíkatý materiál před jeho zpracováním. V tomto ohledu je třeba poznamenat, že mnohé uhlíkaté materiály, které mohou být způsobem podle vynálezu zušlechtěny, obsahují všechnu vodu pro toto zpracování potřebnou a nebude potřebné při jejich zpracování přidávat páru nebo vodu nebo oboje.

Vynález bude blíže vysvětlen na podkladě přiloženého výkresu, který znázorňuje proudový diagram jednoho provedení vynálezu, při kterém se uhlíkatý materiál zušlechťuje plynulým způsobem.

Jak je znázorněno na výkrese, jemně umletý uhlíkatý materiál se dává do míchadla 1 prvním potrubím 2, kde se s vhodným rozpouštědlem rozředí na řídkou kaši. Rozpouštědlo se přivádí druhým potrubím 3. Po zředění uhlíkatého materiálu na kaši se z míchadla 1 třetím potrubím 4 dopraví do předehřívače 5 a do rozpouštěcí nádoby 6 čtvrtým potrubím 7. V předehřívači 5 se kaše ohřeje na žádanou rozpouštěcí teplotu a zůstane v rozpouštěcí nádobě 6, pokud se žádaná část použitého uhlíkatého materiálu nerozpustila. Je důležité, aby se solvatace uskutečnila v atmosféře kysličníku uhelnatého a páry a aby uhlíkatý materiál byl s těmito složkami ve styku po celou dobu, kdy je při zvýšené teplotě. Z tohoto důvodu je důležité, aby se kaše smíchala s plynem před svým průchodem předehřívače 5. U znázorněného provedení se žádaný plyn přivádí pátým potrubím 8 a smíchá se s kaší v třetím potrubí 4.

Plyn přiváděný do předehřívače 5 může být čistý kysličník uhelnatý, když je v uhlí dosti vody pro vytvoření žádané vodní páry, anebo to může být směs kysličníku uhelnatého a páry, anebo směs kysličníku uhelnatého, páry a vodíku, když se k uhlí přidává voda. V přiváděném plynu mohou být ovšem přítomny jiné plynné složky, a to tehdy, když se používá recyklovaný plyn, anebo se používají nečisté zdroje plynu. Po ukončení solvatace se rozpouštědlo, obsahující nerozpuštěný díl použitého uhlíkatého materiálu, odvede z rozpouštěcí nádoby 6 šestým potrubím 9 do filtru 10. Jak bylo řečeno, mohou se zde použít i jiné způsoby separace, nicméně byl shledáván vyhovujícím pro vypuštění tlaku vhodně adaptovaný obvyklý rotační tlakový filtr. U znázorněného provedení se separace plynných složek a nerozpuštěné části použitého uhlíkatého materiálu provádí ve filtru 10 současně.

Jak je znázorněno, plyny odcházejí horem sedmým potrubím 11 do pračky 12 plynu, kde se oddělí jakékoliv nežádoucí složky. Zpracovávaný plyn pak odchází osmým potrubím 13 a všechen nebo jeho část se odvětrává devátým potrubím 14 nebo se recykluje do předehřívače 5

přes páté potrubí 8. Jakékoliv potřebné doplňkové plyny lze pak přivádět potrubím 15. Je zřejmé, že nerozpuštěná část přiváděného uhlíkatého materiálu se uloží na filtrační desce a lze ji odvést vedením 16. Filtrační desku lze pak zpracovat jakýmkoliv vhodným způsobem za účelem rekuperace absorbovaného rozpouštědla nebo jiných materiálů. Může například projít otočným bubnovým sušákem 17 a pak se odvede vedením 18. Rozpouštědlo nebo jakýkoliv vyzískaný materiál se může rekuperovat desátým potrubím 20 a dále přes druhý předehřívač 21, v němž se roztok ohřeje na teplotu vhodnou pro separaci odpařování ve vakuu, a tak se dvanáctým potrubím 22 vede do vakuového odpařováku 23, který ovšem může být ohřát, jak je žádáno. Ve vakuovém odpařováku 23 se odpaří rozpouštědlo a jiné kapalné látky a odvedou se třináctým potrubím 24 do destilační kolony 25, kde se oddestilují. Tím se může vyzískat jakýkoliv počet produktů. U znázorněného provedení se rekuperované rozpouštědlo vede čtrnáctým potrubím 26 a může se recyklovat druhým potrubím 3 do míchadla 1. Lehčí kapalné materiály se odvedou patnáctým potrubím 28 z paty destilační kolony 25 a tímto potrubím se mohou z procesu odvést.

U znázorněného provedení se zušlechtěný produkt s nízkým obsahem popela, kyslíku a síry vyzíská z vakuového odpařováku 23, z něhož se odvede jako kapalina šestnáctým potrubím 29. Kapalný produkt se pak může ochladit, ztužit a odvést z procesu jakýmkoliv vhodným prostředkem, např. vodou chlazeným dopravníkem 30.

U výhodného provedení se způsob podle vynálezu použije pro zušlechtění uhlíkatého materiálu ze skupiny složené zahrnující lignity, druhy hnědého uhlí s nízkým obsahem živic, živičné druhy hnědého uhlí a zušlechťování se provádí nepřetržitě. U výhodného provedení se používaný uhlíkatý materiál nejdříve semele tak, aby přibližně 80 % propadlo standardním sítem s 200 oky, přičemž otvor ok je 0,074 mm, a pak se zředí na kaši s rozpouštědlem odvozeným z uhlíkatého materiálu s počátečním bodem varu od 204 do 316 °C a s konečným bodem varu od 427 do 538 °C. Výhodně bude poměr rozpouštědla k suchému uhlí v přiváděné kaši od 1,0 : 1 až 2,5 : 1. Pak se kaše smíchá s plynnou směsí obsahující vodík a kysličník uhelnatý. Výhodně se ke 100 l kaše přidá 8,9 až 89 $m^3$ těchto plynů. Je-li třeba, přidá se ke kalu také vodní pára tak, aby poměr vody k suchému uhlí byl 0,5 : 1 až 1 : 1. Poměr vodíku ke kysličníku uhelnatému bude v rozmezí od 0,3 : 1 do 4 : 1. Poté se kal ohřeje a teplota solvatace je v rozmezí od 413 do 468 °C a solvatace se provede při tlaku 6 864,655 kPa až 17 161,63 kPa. Rychlost kapaliny v reakční oblasti bude výhodně v rozsahu 0,5 až 3,0, tj. 0,5 až 3,0 objemů reakční oblasti.

Vynález bude v dalším blíže ilustrován na základě příkladů, které však vynález neomezují.

P ř í k l a d 1

V tomto příkladu se semlelo smolné uhlí tak, že 100 % hmotnostních prošlo standardním sítem se 100 oky, jejichž otvor byl 0,149 mm, a pak se zředilo na kaši směsí vody a vysoko aromatického rozpouštědla. Poměr rozpouštědla k suchému uhlí v kaši byl 2 : 1. Poměr vody k suchému uhlí byl 0,25 : 1. Kaše se ohřála v atmosféře obsahující 50 % molárních kysličníku uhelnatého a 50 mol. % vodíku při počátečním tlaku 10 296,971 kPa a byla držena při těchto podmínkách po dobu 30 minut. Při 425 °C byl vytvořený tlak 26 085,69 kPa. Po dobu trvání 30 min se 94,1 % hmotnostního palivové frakce použitého uhlíkatého materiálu rozpustilo ve vysoce aromatickém rozpouštědle nebo se jinak přeměnilo na kapalný nebo plynný materiál o nižší molekulové hmotě.

Po době působení 30 min se rozpuštěný díl použitého uhlíkatého materiálu oddělil filtrací od rozpouštědla a plynné látky se odpařovaly tak, aby se získal roztok obsahující zušlechtěné uhlíkaté palivo. Zušlechtěné uhlíkaté palivo se pak rekuperovalo vakuovou destilací rozpouštědla a jiných kapalných produktů a jeho výtěžek byl 48,7 % hmotnostního, vztaženo na počátečně dodávané množství uhlí. Získal se kapalný produkt vroucí v rozmezí 38 až 427 °C a s výtěžkem 25 % hmotnostních, vztaženo na počáteční množství uhlí, a plynný pro-

dukt obsahující uhlovodíky, s výtěžkem 1,4 % hmotnostních, vztaženo na počáteční množství uhlí. Poměr vodíku k uhlíku v zušlechtěném uhlíkovém palivu byl 0,73 : 1, zatímco v kapalném produktu byl 0,86 : 1. Separace nerozpuštěné části použitého uhlíkatého materiálu z roztoku se provedla laboratorním filtračním zařízením za 1 hod.

P ř í k l a d 2

Opakoval se pochod podle příkladu 1, s tím rozdílem, že se smolné hnědé uhlí ohřálo na teplotu 425 °C v atmosféře čistého vodíku a ponechalo se tak po dobu 30 min. Počáteční tlak byl 10 296,971 kPa. Při tomto pochodu se rozpustilo 96,6 % hmotnostního palivové frakce použitého uhlíkatého materiálu a dostalo se zušlechtěné uhlíkaté palivo při výtěžku 48,3 % hmotnostního z uhelné vsázky.

Na druhé straně se získal kapalný produkt vroucí mezi 38 a 427 °C a při výtěžku pouze 18 % hmotnostních, vztaženo na uhelnou vsázku, zatímco se obdržel plynný produkt při výtěžku 9 % hmotnostních, obsahující uhlovodíky. Poměr vodíku k uhlí byl u zušlechtěného paliva pouze 0,60 : 1, zatímco u kapalného paliva byl poměr 0,82 : 1. Separace nerozpuštěné části použitého uhlíkatého materiálu z roztoku trvala pro stejný objem v laboratorním filtračním aparátu za stejných podmínek čtyři hodiny.

Z uvedeného je zřejmé, že když se etapa solvatace provede v atmosféře obsahující páru, kysličník uhelnatý a vodík, dojde ke značnému vzrůstu výtěžku kapalného produktu bez toho, že by klesl výtěžek zušlechtěného uhlíkatého paliva a obsah vodíku hlavních produktů je značně vyšší. Navíc je zřejmé, že když se etapa solvatace provede v atmosféře páry, kysličníku uhelnatého a vodíku, nerozpuštěná část použitého uhlíkatého materiálu se může filtrací odstranit lépe.

P ř í k l a d 3

V tomto příkladu se mlelo živičné uhlí, obsahující 3,58 % hmotnostního, na velikost zrna propadávajícího ze 100 % hmotnostních standardním sítem majícím 100 ok, otvor ok 0,149 mm, a poté se zředilo na kaši ve vysoce aromatickém rozpouštědle s počátečním bodem varu 288 °C a s konečným bodem varu 427 °C. Poměr rozpouštědla k palivové frakci uhlíkatého materiálu byl 2,4 : 1. Poté se kal zpracovával v jednotce s nepřetržitým prouděním při teplotě 425 °C, v atmosféře obsahující vodní páru, kysličník uhelnatý a vodík při tlaku 6 864,655 kPa. Hodinová prostorová rychlost kapaliny v reakční oblasti, tvořené předehřívákem a rozpouštěcí nádobou byla 0,8, tj. 0,8 objemu reakční oblasti, zatímco v plynu byla 225, tj. 225 objemů reakční oblasti. Hmotnostní poměr páry k uhlí v palivové frakci byl 0,3 : 1 a molární poměr vodíku ke kysličníku uhelnatému byl 1 : 1. Při těchto podmínkách se 87 % hmotnostních použité palivové frakce uhlí rozpustilo ve vysoce aromatickém rozpouštědle a dostalo se zušlechtěné uhlíkaté palivo při výtěžku 54,8 % hmotnostního, vztaženo na počáteční množství uhlí. Obsah síry v zušlechtěném palivu byl 0,8 % hmotnostního.

P ř í k l a d 4

Opakoval se pochod podle příkladu 3, s tím rozdílem, že solvatace použité palivové frakce uhlíkatého materiálu se uskutečnila v atmosféře čistého vodíku. Přitom se rozpustilo 90 % hmotnostních palivové frakce v aromatickém rozpouštědle a získalo se zušlechtěné uhlíkaté palivo při výtěžku 47,1 % hmotnostního, vztaženo na počáteční množství uhlí. Obsah síry v tomto produktu byl ovšem 1,02 % hmotnostního.

Porovnání příkladů 3 a 4 jasně ukazuje, že když se palivová frakce živičného hnědého uhlí rozpustí v atmosféře obsahující páru, kysličník uhelnatý a vodík, je obsah síry produktu značně menší než při použití pouze vodíku. To je zvlášť významné v poslední době zdůrazněného používání paliv s nízkým obsahem síry v elektrárnách a v jiných průmyslových zařízeních.

Příklad 5

V tomto případě se semlelo uhlí s malým obsahem živic na takový rozměr částic, že 100 % hmotnostních prošlo standardním sítem se 65 oky, jejichž otvor je 0,23 mm. Poté se uhlí rozředilo na kaši směsí vody a vysoce aromatického rozpouštědla, s počátečním bodem varu 288 °C a s konečným bodem varu 427 °C. Poměr rozpouštědla k suchému uhlí v kalu byl 2 : 1. Hmotnostní poměr vody k suchému uhlí v kalu byl 0,4 : 1. Poté se kaše ohřívala na 400 °C v atmosféře obsahující 50 molárních % kysličníku uhelnatého a 50 molárních % vodíku a ponechala se stát po dobu 30 min. Počáteční tlak v reaktoru byl 10 296,971 kPa. Při působení po dobu 30 min se 76,9 % hmotnostního palivové frakce uhlí rozpustilo v roztoku. Po 30 minutách se nerozpuštěná část filtrací oddělila. Poté se získalo z roztoku destilací ve vakuu rozpouštědla a jiných kapalných produktů zušlechtěné uhlíkaté palivo, při výtěžku 42 % hmotnostních, vztaženo na počáteční množství uhlí. Dále se získal kapalný produkt s počátečním bodem varu 38 °C a konečným bodem varu 427 °C, při výtěžku 11,4 % hmotnostního, vztaženo na počáteční množství uhlí.

Příklad 6

Opakoval se pochod podle příkladu 5, s tou výjimkou, že se solvatace uskutečnila při teplotě 50 °C v atmosféře čistého vodíku a byla nepřetržitá po dobu 0,4 min. Přitom se v rozpouštědle rozpustilo 67 % hmotnostních palivové frakce s nízkým obsahem živic a dostalo se zušlechtěné uhlíkaté palivo při výtěžku pouze 34,7 % hmotnostního, vztaženo na počáteční hmotu uhlí. Výtěžek celkového kapalného produktu byl méně než 1 % hmotnostní, vztaženo na počáteční hmotu uhlí.

Příklad 7

V tomto příkladu se semlelo hnědé uhlí s malým obsahem živic na velikost zrna, z něhož 100 % hmotnostních propadlo standardním sítem se 65 oky, jejichž velikost otvoru je 0,23 mm, a poté se zředilo na kaši směsí vody a vysoce aromatického rozpouštědla s počátečním bodem varu 288 °C a s konečným bodem varu 427 °C. Poměr hmoty rozpouštědla k hmotě suchého uhlí v kalu byl 2 : 1. Kaše se poté ohřála na 400 °C, v atmosféře s 50 mol. % kysličníku uhelnatého a 50 mol. % vodíku, a ponechala se za těchto podmínek po dobu 30 min. Počáteční tlak v rozpouštěcí nádobě byl 10 286,971 kPa. Za 30 minut se 92 % hmotnostních palivové frakce uhlí s nízkým obsahem živic rozpustilo v rozpouštědle. Po době 30 min se nerozpuštěná část použitého uhlíkatého materiálu oddělila filtrací od roztoku. Získalo se zušlechtěné uhlíkaté palivo destilací ve vakuu rozpouštědla a ostatních kapalných látek. Zušlechtěné uhlíkové palivo se získalo při výtěžku 58 % hmotnostních, vztaženo na počáteční hmotu uzlí. Zároveň se získal kapalný produkt, který měl počáteční bod varu 38 °C a konečný bod varu 427 °C, při výtěžku 17,6 % hmotnostního, vztaženo na počáteční hmotu uhlí.

Příklad 8

Opakoval se pochod podle příkladu 7, s tím rozdílem, že rozpuštění se provádělo v atmosféře čistého vodíku a při teplotě 425 °C. Přitom se pouze 73 % hmotnostních frakce uhlíkatého materiálu rozpustilo ve vysoce aromatickém rozpouštědle. Výtěžek zušlechtěného uhlíkatého paliva byl jen 53 % hmotnostních, vztaženo na počáteční množství uhlí, zatímco výtěžek kapalného produktu byl menší než 1 % hmotnostní, vztaženo na počáteční množství uhlí.

Porovnání příkladů 5, 6, 7 a 8 jasně ukazuje, že když se uhlí s nízkým obsahem živic zušlechťuje způsobem podle vynálezu, v atmosféře obsahující páru, kysličník uhelnatý a vodík, získá se vyšší procento jeho palivové frakce a výtěžek zušlechtěného uhlíkatého paliva spolu s kapalným vedlejším produktem se značně zvýší.

Příklad 9

V tomto příkladu se mlel lignit na rozměr částeček tak, že 100 % hmotnostních propadávalo standardním sítem se 65 oky, jejichž otvor byl 0,23 mm, a pak se zředil na kaši, směsí vody a vysoce aromatického rozpouštědla s počátečním bodem varu 288 °C a s konečným bodem varu 427 °C. Poměr hmoty rozpouštědla k hmotě suchého uhlí v kalu byl 2 : 1 a poměr hmoty vody k suchému uhlí byl 1 : 1. Poté se kal ohřál na teplotu 410 °C v atmosféře čistého kysličníku uhelnatého a ponechal se za těchto podmínek 10 min. Počáteční tlak v rozpouštěcí nádobě byl 6 864,655 kPa. Za dobu setrvání 10 min se rozpustilo v aromatickém rozpouštědle přes 95 % hmotnostních palivové frakce lignitu. Po 10 min se nerozpuštěná část použitého lignitu od roztoku filtrací oddělila a pak se destilací ve vakuu vyzískalo z roztoku zušlechtěné uhlíkaté palivo. Dostal se kapalný produkt, mající počáteční bod varu 38 °C a konečný bod varu 427 °C při výtěžku 24 % hmotnostních, vztaženo na počáteční množství uhlí, a dále se obdržel plynný produkt obsahující uhlovodíky, při výtěžku 1,6 % hmotnostního.

Obsah síry zušlechtěného uhlíkatého paliva byl pouze 0,13 % hmotnostního.

Příklad 10

Opakoval se postup podle příkladu 9 s tím rozdílem, že solvatace se provedla při teplotě 425 °C v atmosféře čistého vodíku. Při tomto pochodu se pouze 85 % hmotnostních palivové frakce lignitu rozpustilo v aromatickém rozpouštědle. Výtěžek kapalného vedlejšího produktu s počátečním bodem varu 38 °C a s konečným bodem varu 427 °C byl pouze 4 % hmotnostní, vztaženo na počáteční množství uhlí, zatímco se obdržel plynný produkt obsahující uhlovodíky s výtěžkem 8 % hmotnostních. Obsah síry zušlechtěného uhlíkatého paliva byl 0,37 % hmotnostního.

Příklad 11

V tomto příkladu se semlel lignit, obsahující 31 % hmotnostních vody na velikost zrna, která z 100 % hmotnostních propadla standardním sítem se 65 oky - světlost ok 0,23 mm - a poté se zředil na kaši s vysoce aromatickým rozpouštědlem s počátečním bodem varu 288 °C a s konečným bodem varu 427 °C. Poté se kaše smíchala s proudem plynu tvořeného s čistým kysličníkem uhelnatým a ohříval se po dobu 30 min na 425 °C. Přidalo se dosti plynu, aby vznikl v rozpouštěcí nádobě počáteční tlak 6 864,655 kPa.

Za dobu setrvání 30 min se více než 90 % hmotnostních palivové frakce lignitu v rozpouštědle rozpustilo. Po 30 min se nerozpuštěná část uhlíkového materiálu filtrací oddělila od roztoku. Poté se destilací ve vakuu, za účelem odstranění rozpouštědla a jiných s ním sdružených kapalin, vyzískalo zušlechtěné uhlíkaté palivo, při výtěžku 31,8 % hmotnostního, vztaženo na suché uhlí. Přitom se současně obdržel kapalný produkt, který měl počáteční bod varu 38 °C a konečný bod varu 427 °C, při výtěžku 32,8 % hmotnostního, vztaženo na počáteční hmotu uhlí, a plynný produkt obsahující uhlovodíky při výtěžku 7 % hmotnostních, vztaženo na hmotu uhlí.

Příklad 12

Opakoval se pochod podle příkladu 11, s tím rozdílem, že kal se smíchal s proudem plynu obsahujícího 50 molárních % vodíku a 50 molárních % kysličníku uhelnatého. Při tomto pochodu se opět rozpustilo více než 90 % hmotnostních palivové frakce lignitu ve vysoce aromatickém rozpouštědle. Výtěžky zušlechtěného uhlíkatého paliva, kapalných a plynných vedlejších produktů byly v podstatě stejné jako výtěžky předcházejícího pochodu a poměry vodíku k uhlí se významně neměnily. Obsah popela zušlechtěného uhlíkatého paliva byl nicméně značně menší, totiž 0,12 % hmotnostního oproti 0,45 % hmotnostního.

Příklad 13

Opakoval se pochod podle příkladu 12 s tou výjimkou, že se kal smíchal s proudem plynu obsahujícího čistý vodík. Při tomto pochodu se pouze 59 % hmotnostních palivové frakce lignitu rozpustilo v aromatickém rozpouštědle a výtěžek všech produktů byl značně snížený a jejich obsah vodíku byl značně nižší. Nerozpuštěná část lignitu byla oddělena od roztoku mnohem pomaleji.

Porovnání příkladů 9, 10, 11, 12 a 13 jasně ukazuje, že při zušlechťování lignitu způsobem podle vynálezu za přítomnosti páry a kysličníku uhelnatého nebo páry, kysličníku uhelnatého a vodíku je přeměna vsazeného materiálu značně vyšší a výtěžek žádoucích produktů je značně zvýšen. Navíc je výtěžek kapalných vedlejších produktů značně vyšší, když se solvatace provede za přítomnosti kysličníku uhelnatého a páry nebo kysličníku uhelnatého, páry a vodíku, než když se použije samotný vodík, bez jakéhokoliv poklesu výtěžku zušlechtěného uhlíkatého paliva. Tyto příklady také ukazují, že obsah vodíku v produktech je obecně vyšší, když se použije směs plynů, než když se použije samotný vodík, a že obsah síry zušlechtěného uhlíkatého paliva je značně nižší. Dále je z porovnání příkladů zřejmé, že když se použije směsi páry, kysličníku uhelnatého a vodíku, je obsah popela v zušlechtěném uhlíkatém palivu nižší. Dále je z porovnání těchto příkladů zřejmé, že když použitý uhlíkatý materiál obsahuje dostatečné množství vody, není potřebné přidávat při operaci solvatace páru.

Ačkoliv vynález byl popsán a vysvětlen ve vztahu k jeho speciálním provedením, je zřejmé, že se hodí pro různé obměny.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob přípravy pevného uhlíkatého paliva bez popela solvatací ze vsázky, která sestává hlavně z uhlí s obsahem popela, aromatického rozpouštědla a proudu plynu obsahujícího vodík nebo bez takového proudu plynu a s přidanou vodou nebo bez ní, vyznačený tím, že v aromatickém rozpouštědle se rozpustí uhlíkaté palivo při teplotě v rozmezí od 371 °C do 510 °C a při tlaku v rozmezí od 3 432,327 kPa do 34 323,275 kPa ve styku s kysličníkem uhelnatým v rozmezí od 0,0936 $m^3$ do 2,497 $m^3$ na 1 kg suchého uhlí a s párou v rozmezí od 0,2 do 1,5 kg na 1 kg suchého uhlí, přičemž relativní viskozita roztoku se zvýší na hodnotu, která je nejméně dvacetinásobkem hodnoty viskozity samotného rozpouštědla, a pak klesá až na dvojnásobek hodnoty viskozity samotného rozpouštědla a rozpouštěcí podmínky se ukončí, když relativní viskozita opět vystoupila, načež se nerozpuštěná část uhlí oddělí od roztoku, z roztoku se získá zušlechtěné uhlíkaté palivo a pak se palivo ochlazuje a zpevňuje a z postupu se získá pevné palivo bez popela.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že rozpouštěcí podmínky se ukončí, když relativní viskozita, která poklesla na hodnotu pod 5, opět vystoupí na hodnotu nad 5.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že se rozpouštěcí podmínky ukončí, když relativní viskozita, která poklesla na hodnotu pod 2, opět vystoupí na hodnotu nad 2.

4. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že se poměr mezi hodnotou rozpouštědla a suchého uhlí pohybuje v rozmezí od 0,5 : 1 do 5 : 1.

5. Způsob podle bodu 4, vyznačený tím, že rozpouštědlo má počáteční bod varu v rozmezí od 38 °C do 371 °C a konečný bod varu v rozmezí od 371 do 593 °C.

6. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že uhlí se nejdříve umele a pak se zředí na kaši v rozpouštědle.

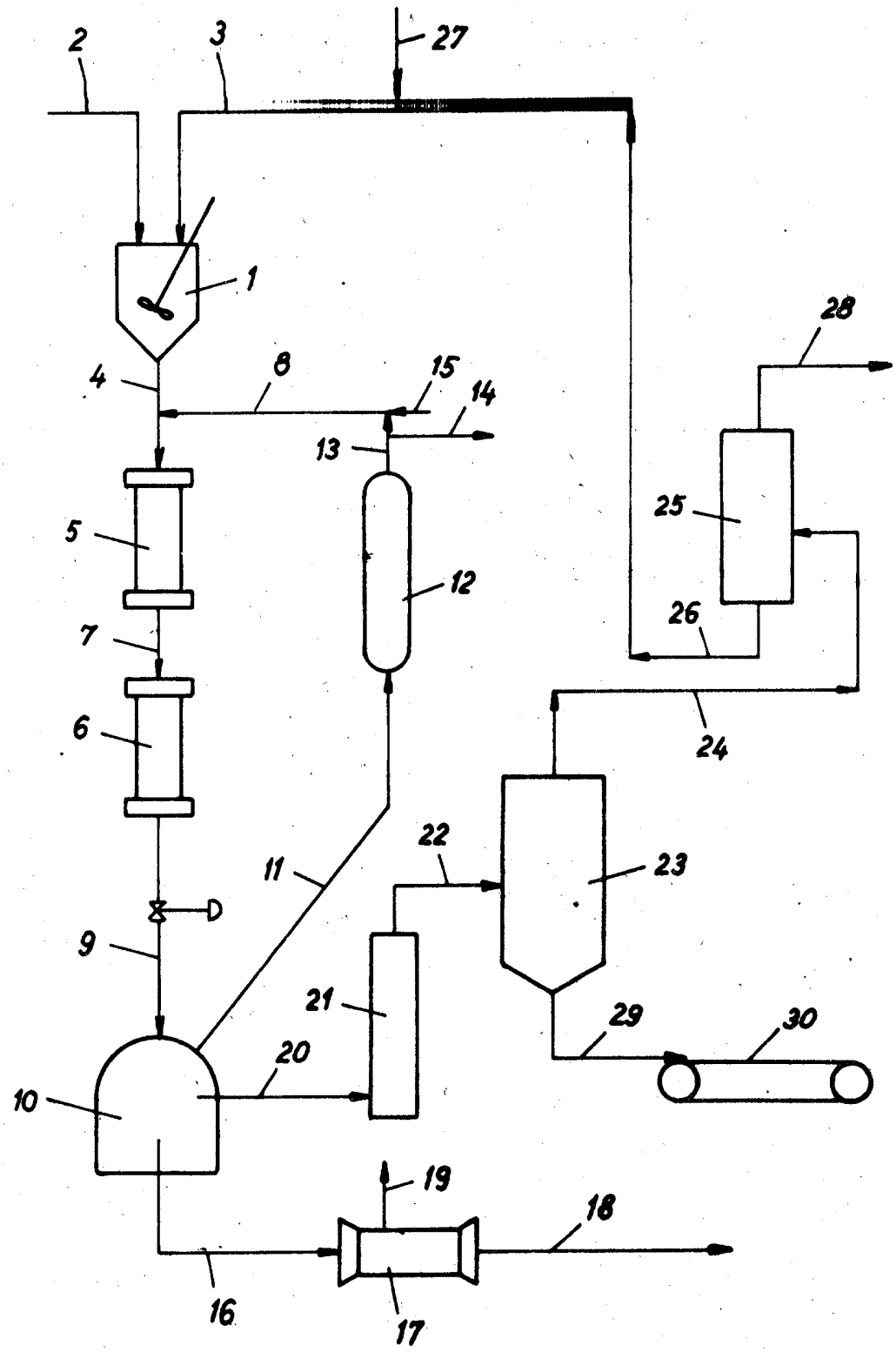
7. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že uhlíkatá palivová frakce se rozpustí při teplotě v rozmezí od 413 do 468 °C.

8. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že uhlíkatá palivová frakce uhlí se rozpustí při tlaku v rozmezí od 6 864,655 kPa do 17 161,64 kPa.

9. Způsob podle bodu 8, vyznačený tím, že poměr mezi hmotou rozpouštědla a suchého uhlí se pohybuje v rozmezí od 1,0 : 1 do 2,5 : 1.

1 list výkresů

Severografia, n. p., závod 7, Most


2
3
27
1
28
4
8
15
14
13
25
5
12
7
26
6
24
11
22
23
9
21
29
30
10
20
19
18
16
17