



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

203141

(11) (B2)

(51) Int. Cl.³
C 10 L 9/08

(22) Přihlášeno 10 01 77
(21) (PV 144-77)
(32)(31)(33) Právo přednosti
od 12 01 76 (648170)
Spojené státy americké

(40) Zveřejněno 30 05 80

(45) Vydáno 15 12 83

(72) (73)

Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

KOPPELMAN EDWARD, ENCINO (Sp. st. a.)

(54) Způsob zušlechťování uhlí lignitického typu

1

Vynález se týká zušlechťování uhlí lignitického typu jako je hnědé uhlí, lignit a polobituminozní uhlí a jeho účelem je zlepšit použitelnost těchto typů uhlí jako pevného paliva.

Pojem "uhlí lignitického typu" zahrnuje řadu poměrně málo kvalitních uhlíkatých materiálů nebo uhlí včetně lignitického uhlí, jež zahrnuje lignit a hnědé uhlí, i polobituminozní uhlí, které se běžně klasifikují jako kvalita A, B a C podle své výhřevnosti.

Lignitické uhlí zahrnuje uhlíkaté podřadné uhlí, které neprošlo dostatečnou geologickou přeměnou, která by jej převedla na jakostní tvrdé uhlí jako je bituminozní uhlí nebo antracit. Lignitické uhlí zahrnuje řadu uhlíkatých materiálů, které leží přibližně mezi rašelínou a polobituminozním uhlím, což je forma lignitu, která leží velmi blízko rašelíně. Technicky je lignit definován jako uhlíkaté materiály, které se nacházejí v ložiskách podobných uhelným ložiskům a kde poměr uhlíku a vodíku leží v rozmezí asi od 11,2:1 do 9,3:1. Polobituminozní uhlí má vyšší stupeň prouhelnění než lignitické uhlí a rozděluje se podle klasifikační soustavy instituce United States Bureau of Mines, uveřejněné v Bulletinu čís. 492, 1951 pod názvem "Způsoby analýzy uhlí a koksu" na kvalitu A, která má za vlhka výhřevnost 25,586 kJ/kg nebo více, avšak méně než 30,238 kJ/kg, na kvalitu B, která má za mokra výhřevnost 22,097 kJ/kg nebo vyšší, avšak nižší než 25,586 kJ/kg, a kvalitu C, která má za vlhka výhřevnost 19,306 kJ/kg nebo vyšší, avšak nižší než 22,097 kJ/kg.

Ve Spojených státech leží velká ložiska lignitického uhlí v severních středních státech, zejména v Severní a Jižní Dakotě a ve Wyomingu, a v menší míře v jižních státech včetně Texasu, zatímco polobituminozní uhlí se nachází hlavně ve Washingtonu, Wyomingu a Coloradu. Tato rozsáhlá ložiska představují možné řešení současné energetické krize a ne-

dostatku paliva. Avšak lignitické uhlí obsahuje po vytěžení 20 až 40 % vlhkosti, z níž se alespoň část musí odstranit, aby toto uhlí bylo vhodné jako palivo. Částečné nebo úplné vysušení vlhkého uhlí lignitického typu má však za následek jeho rozdrobení na malé částice a prach, což přináší problémy spojené nejen se samozápalem, avšak zvyšuje současně obtíže při manipulaci s uhlím během dopravy a překládání do pece. Rozpad paliva při překládání do pece způsobuje, že část paliva propadává roštem pece nebo jej ucpává, takže účinnost spalování se zhorší a dochází ke značným ztrátám potenciální výhřevné hodnoty.

Ke zpracování uhlí lignitického typu za účelem jeho úpravy jako pevného paliva bylo již použito nebo navrženo velké množství postupů. Tyto postupy zahrnují obvykle částečné vysušení uhlí lignitického typu, aby se snížil jeho obsah vlhkosti, a potom briketování nebo aglomeraci materiálu, aby se zvýšila jeho odolnost proti vlivům povětrnosti a proti rozpadání během dopravy, skladování a použití. Dosavadní způsoby zpracování uhlí lignitického typu jsou popsány v amerických patentech číslo 838 281, 1 205 007, 1 219 155, 1 386 472, 1 477 642, 1 508 617, 1556 036, 1 577 902, 1 600 065, 1 698 345, 1 860 890, 1 871 862, 2 672 497, 2 003 400 a 3 723 079.

Velké investiční náklady na briketovací zařízení, značné množství práce při briketování a poměrně vysoká cena poživ a/nebo povlékacích materiálů však brání širšímu průmyslovému využití těchto postupů a prakticky znemožňuje využití rozsáhlých domácích nalezišť uhlí lignitického typu k vyřešení energetické krize.

Způsob podle vynálezu odstraňuje řadu problémů a nevýhod dosavadních postupů, kterými se uhlí lignitického typu zušlechťovala pokud jde o fyzikální strukturu a výhřevnost, aby se zvýšila odolnost proti rozpadu při působení povětrnosti, při manipulaci, skladování a dopravě a aby uhlí bylo vhodným pevným palivem jak samotné, tak ve směsi s kvalitními druhy uhlí jako je černé uhlí.

Způsob podle vynálezu spočívá v tom, že vlhké uhlí lignitického typu se zahřívá v autoklávu pod tlakem 7 až 23 MPa na teplotu 400 až 677 °C, voda a těkavé organické složky se převedou na plynnou fázi a vsázka se poté ochladí na okolní teplotu. Během chlazení se vsázka s výhodou udržuje ve styku s uvolněnou plynnou fází, jejíž kondenzace schopné organické složky se nechají usadit na povrchu zušlechťovaného uhlí; usazenina činí uhlí nehygroskopickým a zvyšuje jeho odolnost proti vlivu povětrnosti a proti oxydaci během dopravy a skladování. Alternativně se plynná fáze odvádí z autoklávu a uvádí se do styku s ochlazenou vsázkou. Plynná fáze neschopná kondenzace se shromažďuje a může se s výhodou použít jako palivo při zušlechťování k zahřívání autoklávu nebo se může prodávat.

Zušlechťený uhelný produkt je obecně černý, tvrdý a lesklý, má vnitřní strukturu, která byla viditelně transformována z původního uhlí lignitického typu a má zvýšenou výhřevnost, která leží obecně v rozmezí od 27,912 asi do 31,401 kJ/kg. Naproti tomu tuhé lignitické uhlí bez úpravy má ve výtěžené formě výhřevnost asi 16,282 kJ/kg, zatímco po odstranění vlhkosti má výhřevnost asi 23,958 do 27,679 kJ/kg.

Způsob podle vynálezu je použitelný pro zušlechťování uhlí lignitického typu včetně hnědého uhlí, lignitu a polobituminózního uhlí, které leží mezi rašelínou a bituminózním uhlím a které se nachází v ložiskách podobných ložiskům kvalitního uhlí. Uhlí lignitického typu ve výtěžené formě bez úpravy obsahují obvykle 20 až 40 % vlhkosti a mohou se použít přímo bez jakékoliv předběžné úpravy kromě prosátí jako vsázka do autoklávu. Obvykle je výhodné provést prosátí a/nebo rozdrčení výtěženého uhlí lignitického typu, aby se odstranily větší shluky, čímž se zjednoduší manipulace se vsázkou a zvýší se stupeň naplnění a autoklávu. Velikost a tvar částic uhlí lignitického typu však nejsou kritické pro dosažení výhod, které přináší způsob podle vynálezu.

K určitému snížení obsahu vlhkosti v uhlí lignitického typu může dojít v důsledku působení povětrnosti během skladování uhlí před jeho zavedením do autoklávu. Podle vynálezu lze však rovněž uhlí lignitického typu prát a odstranit z něj nadměrnou vlhkost dřív, než se vloží do autoklávu. Obvykle však je uhlí lignitického typu zaváděné do autoklávu ve formě odpovídající vytěžené vlhkosti.

Autokláv k zušlechťování uhlí může být jakéhokoliv typu za toho předpokladu, že vydrží potřebné teploty a tlaky; v následujícím popise je uváděno zpracování uhlí po vsázkách, je však samozřejmé, že způsob podle vynálezu lze rovněž provádět kontinuálně. V autoklávu se ze zušlechťovaného uhlí při vysokých teplotách a tlaku vypaří voda a některé organické složky, které vytvoří plynnou fázi. Při tom dochází k tepelné přeměně chemické struktury a/nebo k rozkladu některých sloučenin obsažených v uhlí, což je doprovázeno vznikem dalších plynů složek, jež rovněž vytvoří plynnou fázi. Bylo pozorováno, že při použitých vysokých teplotách a tlacích dochází mezi molekulami vody a plynými uhlovodíky a/nebo tuhým lignitickým uhelným materiálem k reakci s vyvíjením plynů, takže vznikají další plyné uhlovodíky, které mají rovněž hodnotu jako palivo.

Třebaže během zpracování v autoklávu jsou žádoucí teploty alespoň 400 °C, výhodnější jsou teploty kolem 538 °C, poněvadž při nich je rychlost odpařování a tepelného rozkladu a tepelné přeměny chemické struktury vyšší, takže doba prodlevy materiálu v autoklávu může být kratší a zvýší se účinek zpracování v autoklávu. Teplota zpracování v autoklávu může být až 677 °C, avšak teploty nad tuto hodnotu jsou obvykle nežádoucí, poněvadž při nich dochází k příliš vysokému vzniku plynů neschopných kondenzace.

Obzvláště uspokojujících výsledků bylo dosaženo při použití teplot v rozmezí od 538 do 649 °C a tlaků od 13,78 do 20,67 MPa. Maximální použitelný tlak může být až 23 MPa. Tlaky nad tuto hodnotu jsou nežádoucí, protože náklady na výrobu tlakových nádob schopných odolávat tak vysokým tlakům jsou příliš vysoké, a mimo to se při použití vyšších tlaků nedosahuje podstatného zlepšení postupu.

Doba prodlevy a zahřívání uhlí lignitického typu v autoklávu se mění v závislosti na konkrétním vztahu teploty, tlaku a doby, který se reguluje v rozmezí shora uvedených parametrů tak, aby došlo v podstatě k úplnému odpaření vlhkosti a k vypaření některých těkavých organických složek a současně k řízené tepelné změně chemické struktury uhlí.

Podstata tepelné změny struktury není přesně vysvětlena, předpokládá se, že však sestává ze dvou nebo ještě většího počtu současných chemických reakcí, které probíhají mezi produkty pyrolýzy a plynu, jež jsou obsaženy v komůrkové struktuře lignitického materiálu. Výsledkem těchto reakcí měnících chemickou strukturu jsou jednak změny fyzikálních charakteristik, které mají za následek, že částice jsou odolnější proti absorpci vlhkosti a proti drolení, a jednak změny chemických charakteristik, které mají za následek zvýšení poměru uhlíku a vodíku a snížení obsahu síry a kyslíku, jak bylo zjištěno při konečné analýze zušlechťovaného uhlí.

Potřebná doba zahřívání se zmenšuje, zvyšuje-li se teplota a tlak v autoklávu. Opačně je potřebí delší doba zahřívání v autoklávu, použije-li se nižších teplot a tlaků. Obvykle vyhovuje doba zahřívání od 15 min asi do 1 hod. při teplotách v rozmezí od 482 do 649 °C a tlacích 13,78 až 20,67 MPa.

Zvýšení tlaku uvnitř autoklávu se s výhodou dá provádět tak, že se reguluje množství uhlí lignitického typu přiváděné do autoklávu v závislosti na vnitřním objemu autoklávu s přihlédnutím k obsahu vlhkosti vsázky tak, že při zahřátí vsázky na zvýšenou teplotu vyšší vznikající plyná fáze, která obsahuje přehřátou páru a těkavé organické sloučeniny, tlak v autoklávu na požadovanou hodnotu. Podle potřeby lze přídatně zvýšit tlak autoklávu zaváděním tlakových neoxydačních nebo redukčních plynů.

Po zpracování v autoklávu se nechá autokláv ochladit buď vzduchem nebo chladicí kapalinou, např. chladicí vodou, na teplotu pod hodnotu, při které se zušlechtný uhlíkatý produkt může vystavit působení vzduchu bez škodlivého účinku. Obvykle je přiměřené ochladit autokláv na teplotu asi pod 149 °C. Ochlazení autoklávu na teploty blízké se 100 °C nebo pod tuto hodnotu je obvykle nežádoucí, protože kondenzovaná voda z plynné fáze smáčí zušlechtný uhlíkatý produkt, zvyšuje jeho obsah vlhkosti a snižuje tedy jeho výhřevnost.

Během chlazení odpařené organické složky včetně poměrně těžkých uhlovodíkových frakcí a dahtů kondenzují jako první při postupném chladicím cyklu a ukládají se na povrchu a v pórech lignitického uhlí, takže vytvoří povlak, který je velice výhodný tím, že zušlechtné uhlí je odolnější proti vlivům povětrnosti a proti rozpadání a nepohlcuje vlhkost, když je skladováno ve vlhké okolní atmosféře. Jakmile se dosáhne potřebné chladicí teploty, vypustí se zbývající plynná fáze z autoklávu a shromažďuje se jako vhodné plynné palivo, které lze použít přímo v postupu nebo prodat jako hotový výrobek.

Zušlechtný uhlíkatý produkt má obvykle černý lesklý vzhled, což dále potvrzuje vnitřní tepelnou transformaci z původně matné struktury lignitického uhlí, které tvoří původní vsázku. Zbytkový obsah vlhkosti ve zušlechtném produktu leží obvykle v rozmezí od 1 do 5 hmot. procent.

Podle alternativního provedení způsobu podle vynálezu se při skončeném zpracování v autoklávu uvolní vysoký tlak uvnitř autoklávu při pracovní teplotě, a uhlovodíkové složky vzniklé kondenzací a organické plynné složky neschopné kondenzace se odebírají jako vedlejší plynné palivo. Při této alternativě dochází pouze k nepatrnému ukládání odpařených organických složek na zušlechtném produktu. Nicméně má tento uhlíkatý produkt tepelné transformovanou strukturu, má lepší výhřevnost a vyšší odolnost proti vlivům povětrnosti a rozpadávání.

V rámci vynálezu lze rovněž provádět dvoustupňové zpracování v autoklávu a povlékání; plynná fáze odebíraná z autoklávu se při stejné teplotě zavádí do druhé chladicí komory, do které byl přemístěn zušlechtný uhlíkatý produkt z předchozího zpracování v autoklávu za účelem chlazení, a plynná fáze se uvede do styku s ochlazenou vsázkou. Obvykle se vsázka chladí na teplotu asi pod 260 °C a většinou na teplotu asi 149 °C nebo nepatrně nižší. Horší plynná fáze, přicházející do styku s ochlazenou vsázkou, způsobí kondenzaci složek schopných kondenzace na ochlazené vsázce, takže na produktu vznikne povlak a dojde k jeho impregnaci. Zbývající nezkondenzovaná plynná fáze se odebírá jako plynné palivo. Chlazení zušlechtné vsázky se provádí za neoxydačních podmínek a může se s výhodou provádět tak, že se vsázka přímo převede z autoklávu do utěsněné chladicí komory, která souvisí s autoklávem přes vhodnou soustavu ventilů.

K vysvětlení způsobu podle vynálezu slouží následující příklady. Je samozřejmé, že tyto příklady pouze vysvětlují použití různých dob zahřívání, teplot a tlaků a neomezují nijak rozsah vynálezu.

P ř í k l a d 1

Lignitické uhlí z naleziště v Zepu v Severní Dakotě, které má průměrný obsah vlhkosti asi 32 hmot. % a je břidlicové barvy, se prosévá, aby kusová vsázka měla velikost částic pod 12,7 mm. Množství 6,64 g se vloží do tlakové nádoby z nerezavé oceli, která má vnitřní komoru délky 76 mm a kruhový průřez s průměrem 15,87 mm a tloušťku stěny asi 6,35 mm. Konce tlakové nádoby se uzavřou šroubovými spojkami, aby se vsázka v komoře utěsnila. Tlaková nádoba nebo autokláv se uloží do topné komory zahřáté na 538 °C a po předehřátí trvajícím 5 min se udržuje na této teplotě po dobu 30 min. Po skončeném zpracování se tlaková nádoba vyjme z pece a ochladí vodovodní vodou na teplotu místnosti, načež se víko odstraní, aby se uvolnil vnitřní tlak, vsázka se vyjme a mírně vysuší vzduchem, aby se odstranila povrchová voda. Zušlechtný produkt váží 4,98 g, takže ztráta tvoří 25 %, a má průměrnou výhřev-

nost 29,187 kJ/kg. Zušlechtěný produkt má tmavou barvu a lesklý vzhled.

P ř í k l a d 2

Způsobem popsaným v příkladě 1 se zpracovává vsázka z lignitického uhlí o hmot. 4,81 g, která se zahřívá na teplotu 399 °C po celkovou dobu 60 min. Po skončeném zpracování se tlaková nádoba vyjme a ochladí na vzduchu na teplotu okolí, potom se víko nádoby sejme k uvolnění tlaku zbytkových plynů a produkt se vyjme. Produkt váží 3,5 g, což představuje ztrátu 27,3 hmot. %, a má výhřevnost 26,361 kJ/kg.

P ř í k l a d 3

Zkušební postup popsaný v příkladě 1 se opakuje s použitím lignitické vsázky o hmot. 5,91 g, která se zahřívá po celkovou dobu 60 min. v peci při teplotě 468 °C. Pak se tlaková nádoba ochladí pod vodovodní vodou na teplotu místnosti a otevře se, aby se uvolnil zbytkový tlak plynů. Zušlechtěný produkt váží 4,1 g, což představuje ztrátu asi 30 %, a má výhřevnost 27,319 kJ/kg.

P ř í k l a d 4

Zkušební postup z příkladu 1 se opakuje s lignitickou vsázkou o hmot. 5,1 g, která se po pětiminutovém předehřátí udržuje na teplotě 399 °C po dobu 30 min. Po skončeném zpracování se tlaková nádoba vyjme a nuceně ochladí vodovodní vodou na teplotu místnosti, načež se víko sejme k uvolnění tlaku zbytkových plynů. Získá se 4,52 g zušlechtěného produktu, což představuje ztrátu 11,3 % váh., přičemž produkt má výhřevnost 23,113 kJ/kg.

P ř í k l a d 5

Zkušební postup popsaný v příkladě 1 se opakuje s lignitickou vsázkou hmot. 5,67 g, která se zahřívá po celkovou dobu 60 min. v peci udržované na teplotě 538 °C, načež se ochladí vodovodní vodou na teplotu místnosti a pak se sejme víko k uvolnění zbytkového tlaku. Získá se celkové množství 3,58 g zušlechtěného produktu, což představuje ztrátu 36,8 %, přičemž produkt má výhřevnost 29,712 kJ/kg.

P ř í k l a d 6

Zkušební postup popsaný v příkladě 1 se opakuje s lignitickou vsázkou hmot. 5,58 g, která se po pětiminutovém předehřívání udržuje na teplotě 538 °C po dobu 30 min, načež se tlaková nádoba vyjme a nuceně ochladí vodovodní vodou na teplotu místnosti. Pak se sejme víko nádoby, aby se uvolnil tlak zbytkových plynů, a získá se zušlechtěný uhlíkatý produkt hmot. 3,39 g, což představuje ztrátu 39 %, přičemž naměřená výhřevnost produktu je 27,959 kJ/kg.

P ř í k l a d 7

Zkušební postup popsaný v příkladě 1 se opakuje s lignitickou vsázkou hmot. 5,67 g, která se po pětiminutovém předehřátí udržuje po dobu 30 min. na teplotě 538 °C. Tlaková nádoba se pak vyjme a nuceně ochladí vodovodní vodou na teplotu místnosti, pak se sejme víko k uvolnění tlaku zbytkových plynů a z nádoby se vyjme zušlechtěný lignitický produkt o hmot. 3,71 g, což představuje váhovou ztrátu 34,5 %. Produkt má naměřenou výhřevnost 29,384 kJ/kg.

P ř í k l a d 8

Zkušební postup popsaný v příkladě 1 se opakuje s lignitickou vsázkou hmot. 5,23 g, která se po předběžném pětiminutovém předehřátí udržuje po dobu 30 min. na teplotě 538 °C. Horká tlaková nádoba se vyjme z pece a při stejné teplotě 540 °C se z ní sejme víko, aby se uvolnil vnitřní tlak. Zušlechtěný uhlíkatý produkt má hmot. 2,9 g, což představuje ztrátu

44 %, a má výhřevnost 27,484 kJ/kg.

P ř í k l a d 9

Zkušební postup popsany v příkladě 1 se opakuje, avšak lignitická vsázka se nejprve předběžně suší vzduchem, aby se obsah vlhkosti snížil asi na 14 %. Naplněná a utěsněná tlaková nádoba se po pětiminutovém předehřátí udržuje na teplotě 538 °C po dobu 30 min, načež se nuceně ochladí vodovodní vodou na teplotu místnosti. Z původní vsázky 5,75 g se získá 4,2 g zušlechtěného uhlíkatého materiálu, což představuje ztrátu asi 27 %. Naměřená výhřevnost produktu je 26,358 kJ/kg.

P ř í k l a d 10

Postup popsany v příkladě 9 se opakuje s předehřátou lignitovou vsázkou, která obsahuje přibližně 14 % vlhkosti a má celkovou hmot. 5,97 g. Po pětiminutovém předehřátí se vsázka udržuje po dobu 30 min. na teplotě 538 °C, pak se vyjme a ochladí vzduchem. Když teplota tlakové nádoby klesne asi na 177 °C, sejme se z ní víko, aby se uvolnil tlak zbytkových plynů. Získá se produkt hmot. 4,1 g, což je ztráta 31 %. Zušlechtěný uhlíkatý produkt má výhřevnost 28,835 kJ/kg.

P ř í k l a d 11

Zkušební postup popsany v příkladě 1 se opakuje s lignitickou vsázkou obsahující asi 30 % vlhkosti, která se po pětiminutovém předehřátí udržuje na teplotě 538 °C po dobu 30 min. Celková hmotnost vsázky je 5,64 g. Po dokončeném zpracování v autoklávu se tlaková nádoba vyjme a ochladí na vzduchu jako v příkladě 10 na teplotu kolem 177 °C, načež se sejme víko, aby se uvolnil zbytkový tlak. Získá se 3,33 g zušlechtěného uhlíkatého produktu, což představuje ztrátu 40 %, přičemž naměřená výhřevnost produktu je 30,187 kJ/kg.

P ř í k l a d 12

Zkušební postup popsany v příkladě 1 se opakuje s lignitickou vsázkou hmot. 5,4 g, která se po pětiminutovém předehřátí udržuje na teplotě 538 °C po dobu 15 min. Pak se tlaková nádoba vyjme a ochladí na vzduchu asi na 177 °C, načež se z ní sejme víko, aby se uvolnil vnitřní tlak. Získá se 3,52 g zušlechtěného uhlíkatého produktu, což představuje ztrátu 34,8 %, a produkt má výhřevnost 29,138 kJ/kg.

Ve všech shora uvedených příkladech s výjimkou příkladu 9 a 10 je tlak uvnitř autoklávu nebo tlakové nádoby během zpracování asi 13,78 až 18,60 MPa. V příkladech 9 a 10, kde vsázka byla částečně vysušena, je vypuštěný tlak v rozmezí od 6,89 do 9,65 MPa. Vztah doby, teploty a tlaku v příkladech 1 až 12 má vliv na výhřevnost zušlechtěného uhlíkatého produktu, vyjádřenou jako kJ/kg, takže výhřevnost je funkcí těchto proměnných, které lze do určité míry i uvést do souvislosti s hmot. ztrátou získaného produktu oproti vsázce. Tyto údaje podávají jasný důkaz o vlivu vzájemné závislosti doby, teploty a tlaku na tepelnou změnu struktury vsázky a na uvolnění vlhkosti a těžkých organických složek, čímž vzniká zušlechtěné palivo, jehož výhřevnost se blíží výhřevnosti bituminozního uhlí.

Zušlechtěné uhlíkaté produkty získané při zkouškách popsanych v příkladech 1 až 12 byly rovněž podrobeny zkouškám vlhkosti, aby se určila jejich hygroskopičnost, které ukazují jejich odolnost proti působení povětrnosti, jsou-li vystaveny po delší dobu okolním atmosférickým podmínkám. Ve všech případech, kdy vsázka byla nuceně chlazená, byl zušlechtěný uhlíkatý produkt vysušen na vzduchu horkým vzduchem k odstranění zbytkové povrchové vody, pak byl odvážen a vložen do vlhčicí komory udržované na teplotě 20 až 30 °C, která měla relativní vlhkost asi 90 %. Výsledky některých z těchto zkoušek jsou uvedeny v tabulce 1, kde je rovněž uvedena doba uložení vzorku ve vlhčicí komoře a procento zvýšení nebo úbytku hmotnosti.

T a b u l k a 1

Výsledek zkoušek vlhkosti

Příklad	Celková doba hod.	Procento zvýšení/úbytku hmotnosti
1	262	0 %
3	221	-4 %
8	221	+3 %
9	77	+1 %
12	42	+0,3 %

Z údajů v tabulce je zřejmé, že uhlíkatý produkt je zušlechtěn nejen pokud jde o výhřevnost, nýbrž že je i poměrně stabilní a nehygrokopický, což dokazuje vysokou odolnost proti pohlcování vlhkosti i přes poměrně nízký obsah vlhkosti, který je v zušlechtěném produktu v rozmezí 1 až 5 hmot. %.

P ř í k l a d 13

Zkušební postup popsany v příkladě 11 se opakuje se vsázkou polobituminozního uhlí z naleziště v Colstrip, která váží 6,71 g, uvede se během 5 min. na teplotu 538 °C a potom se na ní udržuje po celkovou dobu 30 min. Po skončeném zpracování v autoklávu se tlaková nádoba ochladí na 149 °C, načež se odšroubuje víko a uvolní zbytkový tlak. Získá se produkt o hmot. 3,99 g, což představuje ztrátu 40,9 %. Zušlechtěný uhelný produkt má výhřevnost 30,068 kJ/kg. Tento produkt byl srovnáván s kontrolním vzorkem nezpracovaného polobituminozního uhlí z naleziště v Colstrip, a to jak v neupravené formě, tak ve formě bez vlhkosti; srovnávací údaje uvedené v tabulce 2 ukazují zvýšení výhřevnosti a snížení obsahu síry a kyslíku, které je důsledkem zpracování v autoklávu.

T a b u l k a 2

	Srovnávací údaje			
	Polobituminozní uhlí z naleziště Colstrip, Montana			
	Kontrolní vzorek		Zpracovaný vzorek	
	bez úpravy	prostý vlhkosti	bez úpravy	prostý vlhkosti
Vlhkost (hmot. %)	16,8	0	1,9	0
Výhřevnost (kJ/kg)	22,420	26,947	30,068	30,650
Konečná analýza				
C	56,3	67,7	77,2	78,7
H	2,90	3,49	2,95	3,01
S	1,30	1,56	1,38	1,41
N	0,78	0,94	1,06	1,08
O	28,9	14,5	5,3	3,5
Popel	9,78	11,8	12,1	12,3

Třebaže údaje v tabulce 2 ukazují zlepšenou jakost zpracovaného uhlí proti uhlí původnímu, nezdůrazňují pokles obsahu síry, ke kterému během zpracování došlo. Tento pokles obsahu síry lze dokázat sledováním obsahu síry během jednotlivých fází zpracování. 45,36 kg polobituminozního uhlí bez úpravy obsahuje 0,59 kg síry. Toto uhlí se přemění na 26,81 kg zušlechtěného produktu, který obsahuje 1,38 hmot. % neboli 0,37 kg síry. To ukazuje, že 0,22 kg neboli 37 hmot. % síry ze 45,36 kg uhlí bez úpravy se odstraní způsobem zpracování podle vynálezu.

Příklad 14

Zkušební postup popsáný v příkladě 11 se opakuje se vsázkou 5,90 g lignitu z naleziště Buleah, Severní Dakota, která se zahřívá během 10 min. na teplotu 538 °C a potom se udržuje na této teplotě po celkovou dobu 30 min. Po skončeném zpracování v autoklávu se nádoba ochladí na 149 °C, načež se odšroubuje víko a uvolní se zbytkový tlak. Získá se produkt 3,25 g, což představuje váhovou ztrátu 44,9 % oproti vsázce, Zušlechtený lignitový produkt má výhřevnost 30,350 kJ/kg. Tento produkt byl srovnáván s kontrolním vzorkem nezpracovaného lignitu ze stejného naleziště, a to jak bez úpravy tak ve formě zbavené vlhkosti; výsledky ukazuje tabulka 3.

Tabulka 3

	Srovnávací údaje			
	Lignit z naleziště Buleah, Severní Dakota		Zpracovaný vzorek	
	Kontrolní vzorek bez úpravy	prostý vlhkosti	bez úpravy	prostý vlhkosti
Vlhkost (hmot. %)	24,25	0	2,85	0
Výhřevnost (kJ/kg)	19,601	25,877	30,350	31,238
Výsledná analýza				
C	49,7	65,6	76,5	78,7
H	2,76	3,64	3,14	3,23
S	1,21	1,6	0,77	0,79
N	0,58	0,77		
O	34,8	19,3	10,6 ^x	8,6 ^x
Popel	6,91	9,12	9,03	9,27

x O + N jsou uvedeny společně jako O.

Třebaže v předchozím textu byla popsána konkrétní provedení způsobu podle vynálezu, je samozřejmé, že tento způsob lze různé obměňovat a měnit, aniž by se překročil rámec vynálezu.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob zušlechťování uhlí lignitického typu, vyznačující se tím, že vlhké uhlí lignitického typu se zahřívá v autoklávu pod tlakem 7 až 23 MPa na teplotu 400 až 677 °C, voda a těžké organické složky se převedou na plynnou fázi a vsázka se poté ochladí na okolní teplotu.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že zahřívání se provádí po dobu 15 min. až 1 hod.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že během chlazení se vsázka udržuje ve styku s uvolněnou plynnou fází, jejíž kondenzace schopné organické složky se nechají usadit na povrchu zušlechteného uhlí.

4. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že plynné fáze se odvádí z autoklávu a uvádí se do styku s ochlazenou vsázkou.

5. Způsob podle bodu 1, vyznačující se tím, že chlazení vsázky se provádí v neoxidační atmosféře.