



FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

270 257

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
F 23 C 11/02

(21) PV 1847-86.N  
(22) Přihlášeno 17 03 86

(40) Zveřejněno 13 10 89  
(45) Vydáno 12 03 91

(75) Autor vynálezu MAJER JAROSLAV akademik, BRATISLAVA  
PETRÁČEK MARTIN RNDr.,  
PETRÁČEK MILOSLAV ing., BRNO

(54) Způsob spalování paliv a odpadů ve vrstvě pohybujících se částic

(57) Vrstva částic paliva nebo odpadů se ve spalovacím prostoru profukuje plynem o nižší rychlosti, než je prahová rychlost fluidizace, v rozsahu  $0,05 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$  až  $2,0 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ , přičemž částice spalované se mechanicky míchají s částicemi nespálitelnými. Působením kombinace mechanických sil a proudícího plynu se jak spálitelné, tak nespálitelné částice regulovatelnou rychlostí plynule posouvají směrem k výstupu popelu a nespálitelných částic ze spalovacího zařízení.

Vynález se týká způsobu spalování paliv a odpadů ve vrstvě pohybujících se částic.

Důsledky neustálého růstu spotřeby energií zásadně mění dosavadní představy o sortimentu a kvalitě surovinových zdrojů. Úvahy o stále stoupajících zpracovatelských kapacitách kapalných paliv, zejména nízkosírných a lehkých rop, nelze z řady důvodů uskutečnit a pozornost se obrací k těžbě a zpracování nízkovýhřevných pevných paliv, zejména hnědého uhlí, s vysokým obsahem hlušiny, síry a dalšími negativními parametry, spojenými s těžbou a zpracováním, jejichž výhodou je, že jsou v tuzemsku k dispozici a že jejich těžbu nemohou ohrozit nebo ovlivnit žádné externí zásahy. Světová energetická krize se dotkla téměř všech průmyslových států světa a obrátila pozornost především na surovinové zdroje domácí, bez ohledu na okolnosti těžby, potíže s dopravou, zpracováním a také bez ohledu na ekologické dopady. Ložiska těchto paliv jsou v současné době exploatována jen z nutnosti.

Zpracování těchto surovin, tj. jejich spálení za účelem získání tepla a elektrické energie, se dosud provádí v kotlech v pevné vrstvě. Palivo se obvykle mechanicky drtí a předupravuje na částice žádaných velikostí. Přesto je spalování v pevné vrstvě obtížné a někdy neproveditelné bez použití přídavných kapalných nebo plyných paliv. Spalování tímto způsobem má řadu nevýhod, vznikají spečené útvary uhlí i popelovin, vynášení nespalitelných zbytků není uspokojivě vyřešeno, provoz v těchto podmínkách se spokojuje se spálením paliva bez toho, že by sledoval nebo ovládal tvorbu plyných sloučenin, zejména kysličníků síry.

Jsou také známy způsoby spalování těchto paliv a odpadků, obsahujících nespalitelné podíly, ve vrstvě expandované proudícím plynem, kde částice paliva se pohybují volně, přičemž tento systém se při vhodných fyzikálních podmínkách chová jako kapalina. Tyto fluidní procesy zajišťují sice spálení méně hodnotných paliv s malou výhřevností, neodstraňují však řadu negativních jevů, které procesy fluidního spalování provázejí. Fluidní procesy pracují s rychlostí plyné fáze nad prahovou rychlostí fluidizace. Teprve nad touto rychlostí začne vrstva paliva expandovat a částice se dostávají do volného a jen geometrií spalovacího zařízení omezovaného pohybu. Vezmeme-li v úvahu strukturu mechanicky předupraveného, například drceného paliva, jedná se o fluidizaci heterogenní směsi částic od prachové frakce až po částice největší. Rychlost plyné fáze je však i pro expanzi vrstvy prachové frakce a její fluidizaci vysoká, protože rychlost oxydačního procesu je spojena se vznikem vysokých teplot a neúměrného tepelného namáhání konstrukce spalovacího zařízení. Síra, která je obsažena v uhlí, prochází chemickým procesem a vznikají z ní jednak plyné sloučeniny, které společně s kouřovými plyny opouštějí zařízení, jednak se váže na odpady pevné fáze, popeloviny nebo aditivы vložené do procesu. Je samozřejmou snahou potlačit co nejvíce vznik plyných sirných kysličníků a sloučenin dusíku nebo dalších sloučenin a zabránit jejich úniku do ovzduší a v tomto smyslu ovládat chemismus procesu. Způsob chemické konverze je závislý na rychlosti spalování. Je možné dostat v jistém stupni heterogenní vrstvu do vznosu a expanze, tedy do stavu, ve kterém je každá částice ve volném pohybu a v dokonalém kontaktu s ovzdušným kyslíkem. Spalování zde probíhá bez problémů, s vysokou intenzitou, ale při těchto podmínkách již nelze vůbec ovládat procesy chemických reakcí tak, aby probíhaly podle optimálních možností, to je za minimalizace vzniku plyných složek, zejména kysličníků síry a dusíku, které unikají do ovzduší a působí obrovské ekologické škody. Žádaný a vítaný přesun vzniklých sirných sloučenin a jejich vazba na složky pevné fáze, ať již na popeloviny nebo na aditivы, by měl velký dopad na množství exhalátů a následný vznik nízkokoncentrované kyseliny sírové, která jako tzv. kyselý déšť se stává v současné době předmětem soustředěné pozornosti nejen ekologů, ale i obyvatelstva na celém světě.

Jsou známa zařízení pro fluidní spalování paliv, kde zpracovávaná předupravená surovina - nízkovýhřevné uhlí - je zpracovávána jako tříděné frakce v několika stupních, v oddělených zařízeních s různými podmínkami pro vedení procesu a různými rychlostmi plynu. Pomineme-li nevýhody vedení procesu v několika spalovacích zařízeních, zůstává stále otevřenou záležitostí zejména nemožnost ovládat chemismus procesu, potlačit vysoké namáhání konstrukcí teplotami spalovacích procesů, likvidace tvorby spečených krust, které narušují proces nebo jej mohou úplně zastavit, zajistit vynášení nespalitelných podílů a popela bez přerušování procesu a snížit značný úlet popílku s kouřovými plyny a exhaláty.

To jsou jen některé nedostatky fluidních systémů při zpracování uhlí, kdy heterogenost částic je poměrně malá vzhledem k možnosti poměrně dokonalé mechanické předúpravy. Při zpracování dřevních odpadů na místě těžby nebo při konečném zpracování dřeva vzniká směs pilin, kusů kůry, třísek a štípů, větví a jiných odpadů nejrozličnějšího složení a velikostí. Zde je snad ještě reálná představa o úspěšné mechanické předúpravě a přijatelných podmínkách pro provádění fluidních procesů. Uvážíme-li však složení a velikost komponent městských odpadů ve všech potenciálních variantách, kde se objevuje zcela neomezený sortiment spalitelných složek právě tak jako nespalitelných, bohatý výběr produktů z umělých hmot stejně jako sklo, železný šrot, kameny, textilie atp., nelze o fluidním procesu uvažovat. Spalování odpadů tohoto druhu není dáno jen možností získat spálením spalitelných částí odpadů energií, je současně důležitým procesem sterilizačním, jelikož zbytky jídel, konzervy se zbytky původního obsahu, kosti a řada dalších vytvářejí podmínky vhodné pro bioproceny zcela nežádoucího druhu a nebezpečné lidskému zdraví. Spalováním odpadu se dosáhne snížení objemu částic až na jednu třetinu původního objemu odpadu, což je zřejmým přínosem. Procesy spalování tohoto druhu probíhají v rotujících pecích, horizontálních válcových konstrukcích vyložených vyzdívkou, s nevýhodami pohybující se velké hmotností rotujících částí se zranitelností pohybující se vyzdívky, ve kterých je problematické ovládání rychlosti hoření a optimalizace tvorby exhalátů.

K požadavku na dokonalé, ale regulovatelné spálení přistupuje několik dalších technických problémů, jako je kontinuální vynášení popelovin, vynášení nespalitelných zbytků všeho druhu, rozrušování tvořících se struskových koláčů a potlačení dalších nežádoucích jevů, spojených s chemismem procesu a podmínkami spalování.

Také výhodné použití aditivů pro zvýšení vazby sloučenin síry a dalších složek vyžaduje jejich rovnoměrné rozložení ve vrstvě pohybující se částic, která vzhledem k různým velikostem částic nemá rovnoměrné rozložení a větší a těžší částice zůstávají na roštu.

Je známo zařízení, kombinující volný pohyb částic silami procházejícího plynu a silami působenými rotujícími mechanismy, kde pod účinkem míchadla se celý expandovaný systém volně se pohybujících částic posouvá směrem k výstupu ze zařízení. Jeho úprava na podmínky procesů spalování paliv a odpadů v pohybující se vrstvě částic, zejména volba rozsahu rychlosti plynu v oblasti pod prahovou rychlostí fluidizace a provedení posuvu částic od vstupu k výstupu tak, aby jen nespalitelné částice byly vynášeny ze zařízení zatímco spalitelné shoří, není známo.

Nevýhody popsaných fluidních systémů spalování pevných paliv odstraňuje způsob spalování podle vynálezu, který je aplikovatelný i na jiné procesy, zejména na spalování zbytků a odpadů různého druhu. Jeho podstatou je, že spalovaná vrstva částic se ve spalovacím prostoru profukuje plynem s rychlostí nižší než je prahová rychlost fluidizace v limitu  $0,05 \text{ } 2,0 \text{ m.s}^{-1}$  přičemž se spalované částice spolu s nespalitelnými mechanicky míchají a působením kombinace mechanických sil a/nebo proudícího plynu

přesouvají současně regulovatelnou rychlostí směrem k výstupu popela a nespalitelných částic.

Výhodou použití způsobu podle vynálezu je zejména minimalizace tvorby plyných exhalátů, vazba vznikajících sloučenin na aditivy nebo popeloviny, dokonalé spálení paliva při ovladatelných teplotních podmínkách, vynášení nespalitelných podílů a popela průběžně během procesu, zamezení tvorby krust a koláčů a zpracování heterogenních směsí částic paliva a odpadů v jednokomorovém systému.

Zpracovávaná vrstva paliva nebo odpadu se vystaví působení plynů nebo par nebo jejich směsi za mechanického míchání otáčejících se nebo kývajících mechanismů, takže volný pohyb částic jak spalitelných, tak nespalitelných, je dosahován kombinací těchto dvou silových složek. Přitom je vrstva částic unášena regulovatelnou rychlostí prostorem, kde probíhá spalovací proces tak, že každá částice je vystavena stejné fyzikální a/nebo chemické expozici a že za tuto dobu dojde ke spálení všech spalitelných částic pevné fáze nebo alespoň většiny spalitelných částic, jestliže je to výhodné z ekonomických nebo ekologických důvodů. Rychlost plyné fáze, spolupůsobící volný pohyb částic, je taková, aby odpovídala optimálním podmínkám fyzikálních a/nebo chemických procesů, spojených se spalováním pevné fáze za podmínek co nejmenší tvorby plyných kysličníků síry, dusíku a dalších, a co největšímu přesunu těchto reakcí na složky pevné fáze, popeloviny, aditivy nebo jiné látky, přidávané buď na začátku, nebo v průběhu procesu do spalovaného paliva. Rychlost plynu je menší než prahová rychlost fluidizace. Její hodnota se bude pohybovat v rozmezí 0,01 až 1,0 prahové rychlosti fluidizace středních frakcí a její horní limit bude  $2,0 \text{ m.s}^{-1}$ .

Způsob podle vynálezu je schopen zajistit zpracování i značně heterogenní směsi částic, jelikož u něho nedochází k separaci větších těžších částic k roštu nebo dnu prostoru spalovacího zařízení, ve kterém spalovací proces probíhá. Protože při spalování směsi malých, větších a velkých částic paliva se předpokládá, že prahové a malé částice vyhoří dříve, uvažuje se s dalším dávkováním paliva i v průběhu procesu jednak pro homogenizaci rychlosti reakce, jednak pro možnost její intenzifikace. Postup podle vynálezu umožňuje zpracování i značně heterogenních směsí v jednodušším procesu.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob spalování paliv a odpadů ve vrstvě pohybujících se částic, vyznačující se tím, že vrstva pohybujících se částic se ve spalovacím prostoru profukuje plynem o nižší rychlosti, než je prahová rychlost fluidizace v rozsahu rychlosti od  $0,05 \text{ m.s}^{-1}$  do  $2 \text{ m.s}^{-1}$ , přičemž se provádí mechanické míchání spalovaných částic spolu s nespalitelnými a dále působením mechanických sil a proudícího plynu se provádí jejich přesun směrem k výstupu popelu a nespalitelných částic.