

Vynález se týká způsobu provádění exotermních pochodů s téměř stechiometrickým spalováním hořlavých složek zaváděných materiálů ve fluidním reaktoru s cirkulující fluidní vrstvou s odváděním části pevných látek z cirkulační soustavy, sestávající z fluidního reaktoru, odlučovače a zpětného potrubí a s odváděním spalného tepla, přičemž spalování se provádí kyslíkatými plyny přiváděnými ve dvou dílčích prouděch v rozličné výšce, z nichž nejméně jeden se zavádí jako sekundární plyn do jedné nebo několika nad sebou ležících rovin, poměr objemů fluidizačního plynu a sekundárního plynu se nastavuje na hodnotu v rozmezí 1 : 20 až 2 : 1 a převážná část zaváděného materiálu se přivádí do části prostoru reaktoru prosté prakticky vestaveb pod přívodem sekundárního plynu.

Způsob tohoto typu je popsán v čs. pat. spise č. 212 255 a spočívá v tom, že spalování se provádí dvěma proudy kyslíkatých plynů, zaváděnými do reaktoru v různých výškách, přičemž alespoň jeden z těchto proudů se přivádí do reaktoru v jedné nebo v několika nad sebou ležících rovinách jako sekundární plyn, kde nastavením poměru fluidizačního a sekundárního plynu se nad přívodem sekundárního plynu vytvoří průměrná hustota suspenze 15 až 100 kg.m⁻³, přičemž objemový poměr fluidizačního a sekundárního plynu leží v rozmezí 1 : 20 až 2 : 1 a převážná část uhlíkatého materiálu se zavádí do volného prostoru reaktoru bez vestaveb pod přívodem sekundárního plynu. Spalné teplo se odvádí chladicími plochami nad přívodem sekundárního plynu. Při spalování paliv bohatých na zbytky se tyto zbytky chladí ve fluidním chladiči, kde ohřívají plyn sloužící jako fluidizační a/nebo sekundární plyn ve fluidním reaktoru, takže teplo se vrací do procesu.

Z rakouského pat. spisu č. 164 429 je známý způsob pražení rud ve fluidní vrstvě kyslíkatými plyny, při němž chlazení suspenze plynů a pevných látek probíhá ve fluidním reaktoru a/nebo v odlučovači a část ochlazených pevných látek se zavádí zpátky do fluidní vrstvy. Přitom se pracuje bez oddělení kyslíkatých plynů, potřebných ke spalování a teplota v reaktoru se řídí prostřednictvím chladicích elementů.

Z amerického pat. spisu č. 3 921 590 je známý způsob, při němž spalování probíhá v první fluidní vrstvě, kde rozvířený horký materiál se ve druhé fluidní vrstvě ochladí a z ní zavádí zpátky do první fluidní vrstvy. Při tomto způsobu se ovšem nepracuje s cirkulující, nýbrž s konvenční fluidní vrstvou, která vyvolává značný úbytek tlaku. Obzvláště nevýhodné však je to, že vazba dvou obvyklých fluidních vrstev znemožňuje prakticky provoz s dílčím zatížením, protože při snížení přívodu paliva se musí zvyšovat přebytek vzduchu. To nesmírně zvyšuje objem odpadních plynů a znemožňuje téměř stechiometrické spalování. Z dalšího amerického pat. spisu č. 672 069 je známé chladit pevné látky z fluidní vrstvy plynem ve fluidním chladiči, přičemž se odvádí pouze jejich teplo.

Ukázalo se, že způsob navržený v čs. pat. spise č. 212 255 lze při celkových výkyvech požadovaného výkonu jen obtížně regulovat, protože výkon lze přizpůsobit potřebě změnou hustoty suspenze cirkulující fluidní vrstvy jen v jistých mezích. Účelem vynálezu je proto vypracovat takový způsob, kde by se výkon dal přizpůsobit kolísající spotřebě, aniž by k tomu bylo třeba složitějšího postupu a náročnějšího zařízení.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že nad přívodem sekundárního plynu se nastavením množství fluidizačního a sekundárního plynu vytvoří fluidní vrstva se střední hustotou suspenze 10 až 40 kg . m⁻³, kde odebírané pevné látky se k odvedení převážné části spalného tepla chladí ve fluidním chladiči vířivým plynem přímo a chladivem nepřímo a alespoň dílčí proud ochlazených pevných látek se zavádí zpět do fluidního reaktoru k nastavení konstantní teploty a horký vířivý plyn vystupující z chladiče se zavádí jako sekundární plyn do fluidního reaktoru k podpoře téměř stechiometrického spalování hořlavých složek.

Způsobem podle vynálezu lze výkon reaktoru rychle a spolehlivě přizpůsobit požadovaným změnám výkonu a exotermní pochod lze provádět s velkým prosazeným množstvím při velmi stálé teplotě. Konstantní teploty se dosahuje bez změny hustoty suspenze jen zpětným zaváděním ochlazených pevných látek, čímž je dána možnost rychlé změny výkonu při zachování stabilního průběhu reakce. V důsledku zařazení fluidního chladiče, který pracuje s velkou hustotou suspenze a odvádí převážnou část spalného tepla, se může hustota suspenze ve fluidním reaktoru udržovat na nízké hodnotě 10 až 40 kg.m⁻³, takže úbytek tlaku v celé soustavě je velmi malý, a regulovat výkon zpětným zaváděním ochlazených pevných látek do fluidního reaktoru. K tomu přistupuje skutečnost, že ohřátý plyn z fluidního reaktoru se využívá k téměř stechiometrickému spalování, takže horké odcházející plyny neobsahují prakticky kyslík.

Spaliny odcházející z reaktoru lze chladit běžným způsobem ve spalínovém kotli. Podle vynálezu je však účelné je ochladit zavedením pevných látek, které byly ochlazené ve fluidním chladiči. Pevné látky, které se pak znovu od spalín oddělí, se poté zavádějí zpátky do fluidního chladiče, takže i jejich teplo se využije.

S výhodou se podle vynálezu po ochlazení spalín jeden dílčí proud ochlazených pevných látek zavádí do reaktoru přímo a další dílčí proud nepřímě. Z fluidního reaktoru se pak pevné látky, které mají spalnou teplotu, vedou znovu do fluidního chladiče.

Jako fluidizačního plynu lze použít prakticky jakéhokoliv plynu, který neovlivňuje nepříznivě složení spalín, např. netečných plynů jako jsou kouřové plyny, dusík a vodní pára. K intenzifikaci spalování je však podle vynálezu účelné zavádět do reaktoru dílčí proud kyslíkatých plynů jako fluidizační plyn. Podle vynálezu může být tedy fluidizačním plynem netečný nebo kyslíkatý plyn. V prvním případě je nezbytné zavádět kyslíkatý plyn jako sekundární plyn nejméně ve dvou nad sebou ležících rovinách, ve druhém případě stačí zavádění sekundárního plynu v jediné rovině, třebaže i tady lze rozdělit sekundární plyn do několika rovin. V každé rovině je výhodný větší počet přírodních otvorů pro sekundární plyn.

Podle vynálezu je velmi výhodné, když se tuhé látky odebírané z cirkulační soustavy chladí v protiproudu k chladivu ve fluidním chladiči. Spalné teplo se přitom odevzdává poměrně malému množství chladiwa a vyrábí se přehřátá vodní pára, kterou lze ekonomicky využít.

Princip cirkulující fluidní vrstvy spočívá v tom, že na rozdíl od "klasické" fluidní vrstvy, kde je hustá fáze oddělena zřetelným skokem hustoty od plynového prostoru nacházejícího se nad ní, je rozložení hustoty částic bez přesně určené mezní vrstvy a neexistuje skok mezi hustotou husté fáze a nad ní se nalézajícím prachovým prostorem, přičemž však se koncentrace tuhých látek uvnitř reaktoru zdola nahoru stále zmenšuje.

Při definování provozních podmínek pomocí Froudova a Archimedova čísla vycházejí tyto oblasti:

$$0,1 \leq \frac{3}{4} \cdot \frac{u^2}{g \times d_k} \cdot \frac{\rho_g}{\rho_k} \leq 10$$

popřípadě

$$0,1 \leq Ar \leq 100$$

přičemž

$$A = \frac{d^3 \cdot g \cdot (\rho_k - \rho_g)}{\rho_g \cdot \nu^2}$$

Přitom značí: u relativní rychlost m.s^{-1}

Ar Archimedovo číslo

g hustota plynu kg.m^{-3} k hustota částčky pevné látky kg.m^{-3} d_k průměr kulovité částčky m kinematická viskozita $\text{m}^2.\text{s}$ g gravitační zrychlení m.s^{-2}

Spalovací teploty lze při způsobu podle vynálezu libovolně nastavovat od nízkých teplot, které leží blízko nad mezí zápalnosti, až po velmi vysoké teploty, které jsou omezeny měknutím zbytků spalování nebo při použití inertního fluidního materiálu jeho měknutím. V praxi leží toto teplotní rozmezí asi mezi 450 až 1300 °C. I při nízkých teplotách spalování, které mohou být z rozličných důvodů účelné, je možné udržovat stálou teplotu a téměř stechiometrické spalování. Protože teplo vznikající při spalování se odvádí převážně ve vířivém chladiči, má pouze podřadný význam přestup tepla na chladicí registry uvnitř reaktoru, který předpokládá dostatečně vysokou hustotu suspenze. Odběr tepla ve fluidním chladiči probíhá za podmínek, které způsobují extrémně velký přestup tepla, zhruba v rozsahu 400 až 500 W/($\text{m}^2.\text{°C}$). Daří se to proto, že fluidní chladič může pracovat za optimálních podmínek, zejména s vysokou hustotou suspenze. Nepříznivé vlivy jako dodatečné spalování, přehřívání a koroze, které je třeba při obvyklém chlazení ve fluidním reaktoru brát v úvahu, jsou u způsobu podle vynálezu vyloučeny. K provozu fluidního chladiče s hustou suspenzí je sice třeba fluidizační plyn pod vyšším tlakem; protože však poměr množství plynů, přiváděných jako fluidizační plyn do fluidního reaktoru a do fluidního chladiče, lze nastavit na hodnotu 4:1 až 1:1, s výhodou na 2,5:1, představuje plyn o vyšším tlaku jen poměrně malý podíl průměrně asi 30 %, nebo méně, přivádí-li se do reaktoru sekundární plyn nepocházející z fluidního chladiče. Zhruba 70 % nebo přiměřeně více kyslíkatých plynů potřebných ke spalování lze přivádět do reaktoru s poměrně nízkým tlakem. Jako chladiivo slouží ve fluidním chladiči s výhodou voda, která jej opouští ve formě páry.

Rozdělení plynů obsahujících kyslík, potřebných k spalování hořlavých složek zaváděného materiálu, ve dva dílčí proudy, přiváděné v odlišné výšce způsobuje, že spalování probíhá ve dvou stupních. Tím nastává měkké spalování, to znamená bez místního přehřívání, což zabraňuje tvoření škraloupů a kromě toho se omezuje vznik kyslíků dusíku na hodnoty pod 100 ppm. Protože v dolním reaktorovém prostoru pod přívodem sekundárního plynu nejsou žádné vestavby, nastává v něm okamžitě rovnoměrné rozdělení zaváděného materiálu. Rychlé promísení s horkým materiálem ve vznosu navíc zajišťuje dobré zapálení. Použití materiálu v jemnozrnné podobě se středním průměrem zrn 30 až 250 μm a tím i s velkým povrchem umožňuje krátké reakční doby. Fluidní reaktor může mít obdélníkový, čtvercový nebo kruhový průřez. Dolní část reaktoru může být kuželová, což je obzvláště výhodné při velkém průřezu reaktoru a při použití inertního fluidizačního plynu. Rychlost plynu v reaktoru nad přívodem sekundárního plynu činí při normálním tlaku zpravidla víc než 5 m.s^{-1} . a může dosahovat až 15 m.s^{-1} . Poměr průměru k výšce reaktoru by měl být zvolen tak, aby doba prodlevy plynu trvala 0,5 až 8,0 s, zejména 1 až 4 s.

Obecně je výhodné opatřit chladicími plochami stěny fluidního reaktoru. Chladicí plochy ve volném prostoru reaktoru jsou sice možné, ale mají jen podřadný význam a

mohou zejména při nízké výhřevnosti paliv zcela odpadnout. Pokud existují chladicí plochy, je výhodné vytvořit je jako trubkové stěny chlazené nuceným oběhem, s roztečí trubek 150 mm, zejména 250 až 500 mm. Osy trubek by přitom měly být rovnoběžné se směrem proudění suspenze plynu a tuhé látky, aby se eroze omezila na minimum. Chladicí plochy v reaktoru mají jen podřadný význam a působí pouze stabilizačním účinkem na reakční soustavu.

Aby se při spalování uhlíkatých materiálů omezil obsah síry ve spalínách, je výhodné uskutečňovat spalování za přítomnosti jemnozrnných odsířovacích prostředků, jako je vápno, dolomit a jiné. Odsířovací prostředky, které by měly mít také zhruba zrnitost pevného uhlíkatého materiálu, jsou zaváděny nejjednodušším způsobem a to společně s ním. Tento postup lze volit i tehdy, když se spaliny chladí ochlazenou pevnou látkou. Stálá teplota, dosahovaná způsobem podle vynálezu, působí pozitivně i na odsířování, protože schopnost pohlcovat síru je u odsířovacího prostředku závislá na teplotě a dá se tedy nastavit na konstantní hodnotu. Jemná zrnitost odsířovacího prostředku tuto výhodu doplňuje, protože poměr povrchu k objemu je pro rychlost vazby oxidu síry, danou v podstatě rychlostí difúze, obzvláště příznivá.

Při daných rozměrech reaktoru lze dosáhnout zvýšení výkonu tím, že spalování se provádí se vzduchem obohaceným kyslíkem a/nebo pod tlakem, zejména až do 2 MPa.

Materiál se do fluidního reaktoru zavádí jednou nebo několika tryskami, s výhodou pneumatickým dmycháním. V důsledku dobrého příčného mísení stačí poměrně malý počet trysek a při menších rozměrech reaktoru dokonce jediná dmyhací tryska. Způsob podle vynálezu je vhodný zejména pro spalování materiálů obsahujících uhlík, jako jsou všechny druhy uhlí, uhelné výpěrky, popelé, živičné břidlice, topné oleje atd. Při použití topného oleje, jako materiálu obsahujícího uhlík, je nutné vytvořit pomocné lože, např. z jemnozrnného písku, vápence nebo dolomitu či jiných nerostných látek. Další oblastí použití je pražení rozličných sulfidických rud nebo rudných koncentrátů. Obsahují-li použité materiály značné množství zbytků, pak se přebytečné množství po průchodu fluidním chladičem ze soustavy vypustí.

Vynález je podrobněji vysvětlen na příkladech provedení v souvislosti s výkresy, kde značí obr. 1 schéma způsobu podle vynálezu se zpětným zaváděním ochlazených pevných látek do fluidního reaktoru, obr. 2 schéma způsobu s přímým a nepřímým zpětným zaváděním ochlazené pevné látky a obr. 3 schéma způsobu s přímým a nepřímým zpětným zaváděním a s předehříváním kyslíkatého plynu.

Ve schématu na obr. 1 je naznačen fluidní reaktor 1, spalínový kotel 2, elektrofiltr 3, předehřívák 4 kyslíkatého plynu a fluidní chladič 5 se čtyřmi chladicími komorami.

Hořlavá látka se zavádí pneumaticky tryskou 6 do fluidního reaktoru 1, kde se vytváří a udržuje fluidní vrstva přidáváním fluidizačního plynu z potrubí 7 a sekundárního plynu z potrubí 8. Ve zmíněném stavu se dvoustupňově spalují hořlavé složky obsažené v přiváděném materiálu. Převážná část zbytků spalování se z reaktoru 1 vynáší současně s plyny a odděluje se od plynů v cyklonovém odlučovači 9. Spaliny se pak dostanou přes spalínový kotel 2, kde se ochlazují na teplotu vhodnou pro navazující odlučování prachu do elektrofiltru 3 a konečně přes předehřívák 4 kyslíkatého plynu do nenaznačeného komína.

Předehřátý kyslíkatý plyn se přivádí do reaktoru 1 zčásti jako sekundární plyn potrubím 8, zčásti jako fluidizační plyn potrubím 7 a zčásti jako dopravní plyn k pneumatickému přívodu materiálu tryskou 6.

Pevné látky oddělené v cyklonovém odlučovači 9 se znovu přivádějí potrubím 10 do reaktoru 1; současně se z reaktoru 1 odvádí potrubím 11 pevná látka a zavádí se

do fluidního chladiče 5, v němž postupně prochází čtyřmi komorami, které jsou opatřeny průchozími chladicími registry 12, zasahujícími do jednotlivých komor. Při průchodu pevné látky se její volné teplo předává zčásti napájecí vodě přiváděné do chladicích registrů 12, přičemž se vyrábí pára, zčásti se předává fluidizačním plynům přiváděným potrubím 13. Vyrobená pára se odvádí k vhodnému využití. Ochlazená pevná látka, která se odebírá pomocí vynášecího orgánu 14 z fluidního chladiče 5, se vrací zčásti potrubím 15 do reaktoru 1. Přebytek pevných látek, jehož množství odpovídá při konstantních provozních podmínkách nespalitelnému zbytku vnášeného materiálu, se odvádí potrubím 16. Ohřátý plyn, vystupující ze čtyř komor fluidního chladiče 5 a shromážděný pod jeho poklopem, se vede společně s dílčím proudem plynu, pocházejícím z předehříváku 4, jako sekundární plyn potrubím 8 do reaktoru 1.

Ve schématu na obr. 2 jsou naznačeny shodné prvky jako na obr. 1, a to fluidní reaktor 1, elektrofiltr 3 a fluidní chladič 5 se čtyřmi chladicími komorami.

Přivádění pevné látky tryskou 6, fluidizačního plynu a sekundárního plynu, potrubími 7, 8, spalování, vynášení i odlučování pevné látky probíhá shodně jako ve schématu z obr. 1. Pevná látka odebíraná potrubím 11 se chladí ve fluidním chladiči 5, přičemž se vyrábí pára a ohřátý sekundární plyn a poté se vynášecím orgánem 14 odebírá z fluidního chladiče 5 a zčásti se odvádí potrubím 16.

Dílčí proud pevných látek, který má být zaváděn zpět do fluidního reaktoru 1, se však rozděluje na dva dílčí proudy, z nichž jeden se přivádí do reaktoru 1 přímo potrubím 15. Druhý dílčí proud přichází z potrubí 17 od fluidního chladiče 5 do spalínového potrubí 18, vedoucího do elektrofiltru 3, kde chladí spaliny, vytvoří s nimi suspenzi a v elektrofiltru 3 se odděluje. Odloučená pevná látka se pak dostává potrubím 10 do odváděcího potrubí 20 pro spaliny z cyklonového odlučovače 9, kde pevná látka předběžně chladí spaliny a přijímá další teplo. Poté se pevná látka odděluje v dalším cyklonovém odlučovači 21 a zavádí spádovým potrubím 22 do fluidního reaktoru 1.

Při postupu podle schématu na obr. 2 se neprovádí předhřívání fluidizačního plynu určeného pro fluidní reaktor 1. Kromě toho se proud sekundárního plynu pocházející z fluidního chladiče 5 a přiváděný potrubím 8 do fluidního reaktoru 1 zesiluje dalším, nepředehřátým kyslíkatým plynem, který se přivádí potrubím 23.

Způsob podle schématu na obr. 3 se odlišuje od obr. 2 pouze tím, že kyslíkatý plyn se za elektrofiltrem 3 předehřívá v předehříváku 4.

Příklad 1 - podle schématu z obr. 1

Ve fluidním reaktoru 1 o půdorysu 1×1 a výšce 12 m byly spalovány uhelné lupky se vzduchem. Reaktor 1 neměl chladicí plochy. Tryskou 6 bylo pneumaticky zaváděno 7 tun za hodinu uhelných lupků o výhřevnosti $H_u = 3,2 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ a středním průměrem zrna 0,2 mm pomocí 700 Nm^3 za hodinu vzduchu o teplotě 250°C . Do reaktoru 1 bylo dále potrubím 7 přiváděno 4000 Nm^3 za hodinu vzduchu o teplotě 250°C jako fluidizační plyn. Jako sekundární plyn sloužil vzduch v množství 4200 Nm^3 za hodinu, zahřátý na 268°C a zaváděný do reaktoru 1 potrubím 8. Střední hustota suspenze v reaktoru 1 pod potrubím 8 pro přívod sekundárního plynu činila $200 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a v prostoru nad ním $15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Teplota v celém cirkulačním systému, vytvořeném z fluidního reaktoru 1, cyklonového odlučovače 9 a z potrubí 10, byla kolem 800°C .

Z reaktoru 1 bylo potrubím 11 přiváděno 17,6 tun za hodinu horkých nehořlavých látek do fluidního chladiče 5, který měl čtyři komory a spojené chladicí registry 12 ponořené do jednotlivých komor, s chladicí plochou 82 m^2 . Jako fluidizační plyn sloužilo v chladiči 5 2500 Nm^3 za hodinu vzduchu, který se zahřál na 280°C a byl přiváděn

do reaktoru 1 jako sekundární plyn. Ochlazená tuhá látka byla vynášena z fluidního chladiče 5 o teplotě 100 °C.

K nastavení teploty 800 °C v cirkulačním systému byl přiváděn zpět potrubím 15 do reaktoru 1 dílčí proud 11,6 tun za hodinu pevných látek.

Ve fluidním chladiči 5 bylo při střední koncentraci materiálu 500 kg.m⁻³ dosaženo součinitele přestupu tepla 400 W/(m² . °C) a plochami chladicích registrů 12 odvedeno 3,5 . 10⁶W pro výrobu syté páry o tlaku 6 MPa.

K ochlazování spalín vystupujících z cyklonového odlučovače 9 sloužil spalínový kotel 2, v němž se teplota spalín snížila na 300 °C. S touto teplotou byly spaliny přiváděny do elektrofiltru 3 a do předehříváku 4, v němž bylo ohřáto 6400 Nm³ za hodinu vzduchu z 50 °C na 250 °C při ochlazení spalín na 155 °C. Z ohřátého vzduchu sloužilo 1700 Nm³ za hodinu jako další sekundární vzduch, 4000 Nm³ za hodinu jako fluidizační plyn a 700 Nm³ za hodinu jako dopravní plyn.

Příklad 2 - podle schématu z obr. 2

Byl spalován pyrit vzduchem ve fluidním reaktoru 1 podle příkladu 1, který je na stěně nad přívodem sekundárního plynu opatřen chladicí plochou o 20 m².

Tryskou 6 bylo pneumaticky 0,2 m nad roštem zaváděno 3,1 tun za hodinu pyritu s výhřevností $H_u = 6,4 \text{ MJ.kg}^{-1}$ a 47 hmot. % síry se středním průměrem zrna 0,08 mm pomocí 300 Nm³ za hodinu vzduchu. Pro fluidní reaktor 1 sloužilo 2500 Nm³ za hodinu vzduchu jako fluidizační plyn, přiváděný potrubím 7, a 4400 Nm³ za hodinu vzduchu jako sekundární plyn, přiváděný potrubím 8. Střední hustota suspenze pod přívodem sekundárního plynu činila 150 kg.m⁻³ a v prostoru nad ním 20 kg . m⁻³.

Potrubím 11 bylo vynášeno 17,2 tun za hodinu výpražků (v podstatě Fe₂O₃) a ochlazen ve fluidním chladiči 5, který měl čtyři komory a průchozí chladicí registry 12, vyčnívající do jednotlivých komor, s chladicí plochou 68 m². K fluidizaci sloužilo 1700 Nm³ za hodinu vzduchu, který se ohřál na 300 °C a byl přiváděn potrubím 8 do reaktoru 1 jako sekundární plyn. Teplota výpražků vynesných vynášecím orgánem 14 byla kolem 100 °C.

Z vynesných výpražků bylo 2,5 tun za hodinu přímo vráceno potrubím 15, do reaktoru 1. Další dílčí proud 12,5 tun za hodinu z chladiče 5 byl zaváděn potrubím 17 do plynového potrubí 18. Tím byly spaliny ochlazené na teplotu 350 °C, přípustnou s ohledem na rosný bod kyseliny. Pevné látky byly po odloučení v elektrofiltru 3 odváděny potrubím 10 a 20 do cyklonového odlučovače 21 a po opětném odloučení vráceny spádovým potrubím 22 do reaktoru 1. Zpětným zaváděním pevných látek byla v celém cirkulačním systému, vytvořeném z reaktoru 1, cyklonového odlučovače 9 a z potrubí 10, udržována teplota 900 °C.

Potrubím 16 bylo vynášeno 2,2 tun za hodinu přebytečných výpražků se zbytkovým obsahem síry kolem 0,5 % hmot.

Ve fluidním chladiči 5 činila hustota suspenze 500 kg.m⁻³. Při součiniteli přestupu tepla 400 W/(m² . °C) bylo odvedeno 3,4 . 10⁶W energie pro výrobu syté páry o tlaku 6 MPa.

Na chladicích plochách reaktoru 1 vznikala při součiniteli přestupu tepla 90 W/(m² . deg) sytá pára rovněž o tlaku 6 MPa, odpovídající hodinovému množství tepla 1,2 . 10⁶W. Z celkového hodinového množství tepla 5,6 . 10⁶W získaného pražením pyritu bylo tudíž využito 4,6 . 10⁶W na výrobu syté páry.

Příklad 3 - schéma z obr. 3

Ve fluidním reaktoru 1 podle příkladu 1 byl spalován olej se vzduchem. Jako fluidní hmoty bylo použito vápence se středním průměrem zrn 0,1 až 0,2 mm. Tryskou 6 bylo zaváděno 0,73 tun za hodinu topného oleje o výhřevnosti 41 MJ.kg^{-1} a obsahu 3,4 % hmot. síry. Jako fluidizační plyn bylo použito 3700 Nm^3 za hodinu vzduchu o teplotě 165°C a jako sekundárního plynu 4800 Nm^3 za hodinu vzduchu o teplotě 220°C . Střední hustota v reaktoru 1 v prostoru pod přívodním potrubím 8 sekundárního plynu činila 150 kg.m^{-3} a v prostoru nad ním 15 kg.m^{-3} . Teplota v celém cirkulačním systému, vytvořeném z fluidního reaktoru 1, cyklonového odlučovače 9 a z potrubí 10, byla kolem 850°C .

Potrubím 11 bylo vynášeno 37,9 tun za hodinu fluidní hmoty a zaváděno do fluidního chladiče 5, který byl opatřen čtyřmi komorami s průchozími chladicími registry 12 vyčnívajícími do chladicích komor, s chladicí plochou 159 m^2 . Odváděným teplem, které odpovídalo hodnotě $8 \cdot 10^6 \text{ W}$, byla vyráběna sytá pára o tlaku 6 MPa a fluidní hmota byla ochlazována na 100°C . Při množství fluidizačního plynu 2300 Nm^3 za hodinu činila ve fluidním chladiči 5 hustota suspenze 500 kg.m^{-3} a součinitel přestupu tepla $400 \text{ W/(m}^2.\text{C}^\circ)$.

Pro nastavení teploty v oběhovém systému bylo potrubím 15 vráceno 11,9 t/h pevných látek z fluidního chladiče 5 do fluidního reaktoru 1. K ochlazení spalin bylo použito 26 tun za hodinu pevných látek. Toto množství bylo zaváděno společně s 68 kg za hodinu páleného vápna potrubím 17 do plynového potrubí 18. Tím se spaliny ochladily na 200°C a tuhé látky se úměrně zahřály, načež byly odděleny v elektrofiltru 3 s předběžným odlučovačem a tuhé látky byly potrubím 10 přiváděny do plynového potrubí 20, kde byly spalinami z reaktoru 1 předehřáty na 410°C . Po oddělení tuhých látek a plynu v cyklonovém odlučovači 21 byly tuhé látky zaváděny spádovým potrubím 22 do fluidního reaktoru 1.

Spaliny vystupující z elektrofiltru 3 s teplotou 200°C byly v následujícím předehříváku 4 ohřátím vzduchu na 165°C ochlazeny na 120°C . Obsah síry ve spalinách odpovídal stupni odsíření 90 %.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob provádění exotermních pochodů s téměř stechiometrickým spalováním hořlavých složek zaváděných materiálů ve fluidním reaktoru s cirkulující fluidní vrstvou s odběrem části pevných látek z cirkulační soustavy a s odváděním spalného tepla, přičemž spalování se provádí kyslíkatými plyny přiváděnými ve dvou dílčích proudcích v rozličné výšce, z nichž nejméně jeden se zavádí v nejméně jedné rovině jako sekundární plyn, kde poměr objemů fluidizačního plynu a sekundárního plynu se nastavuje na hodnotu v rozmezí 1 : 20 až 2 : 1 a převážná část zaváděného materiálu se přivádí do volného prostoru reaktoru pod rovinou přívodu sekundárního plynu, vyznačený tím, že nad rovinou přívodu sekundárního plynu se nastavením množství fluidizačního a sekundárního plynu vytvoří fluidní vrstva se střední hustotou suspenze 10 až 40 kg.m^{-3} a odebírané pevné látky se k odvedení převážné části spalného tepla chladí ve fluidním chladiči vířivým plynem přímo a chladičem nepřímo a alespoň dílčí proud ochlazených pevných látek se zavádí zpět do fluidního reaktoru

k nastavení konstantní teploty, zatímco horký vířivý plyn vystupující z chladiče se zavádí jako sekundární plyn do fluidního reaktoru.

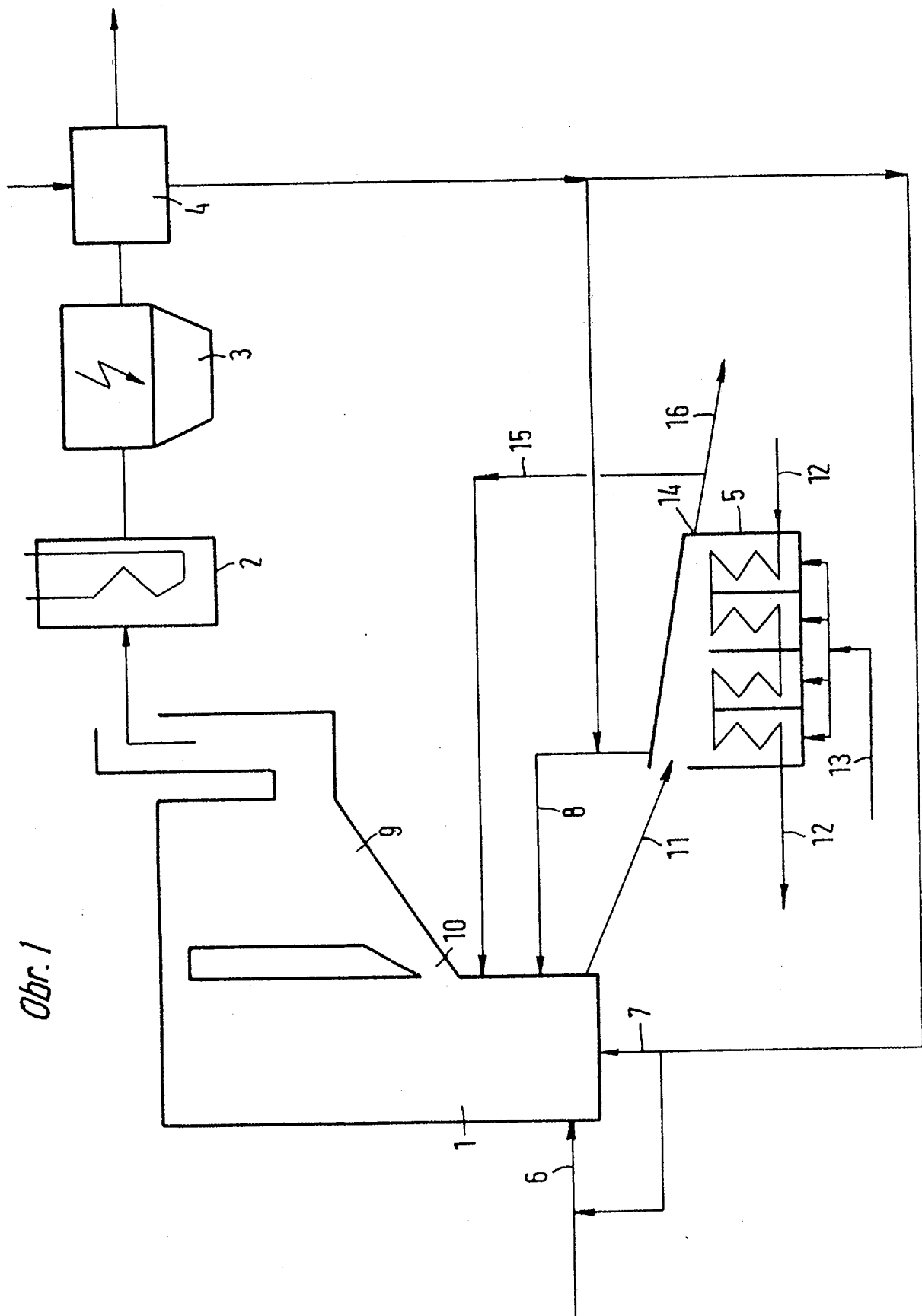
2. Způsob podle bodu 2, vyznačený tím, že pevné látky ochlazené ve fluidním chladiči se zavádějí do spalín odváděných z reaktoru k jejich ochlazení.

3. Způsob podle bodu 1 a 2, vyznačený tím, že po ochlazení spalín se jeden dílčí proud ochlazených pevných látek zavádí do reaktoru přímo a další dílčí proud nepřímo.

4. Způsob podle bodů 1 až 3, vyznačený tím, že do reaktoru se zavádí dílčí proud kyslíkatých plynů jako fluidizační plyn.

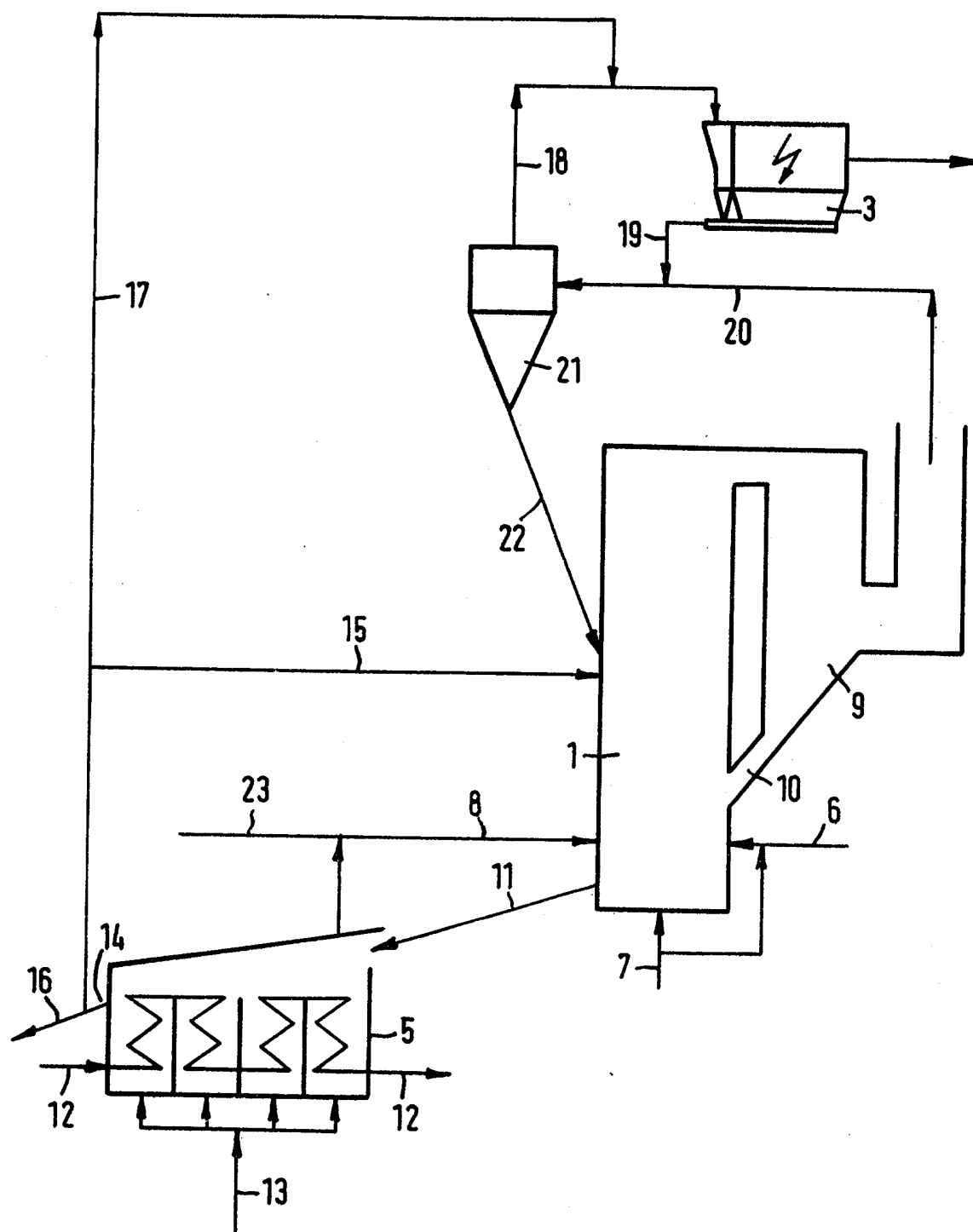
5. Způsob podle bodů 1 až 4, vyznačený tím, že tuhé látky odebírané z cirkulační soustavy se chladí ve fluidním chladiči vířivým plynem a výměnou tepla s chladičí kapalinou, vedenou v protiproudu.

3 výkresy



Обр. 1

Obr. 2



Obr. 3

