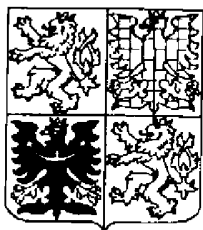


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(22) 11.11.86
(32) 13.11.85
(31) 85/3540206
(33) DE
(40) 15.12.94

(21) 8153-86.P

(13) A3

5(51)

B 01 J 8/08
B 01 J 8/26
B 01 J 6/00
C 04 B 2/10
C 04 B 7/43
F 27 B 15/00

(71) METALLGESELLSCHAFT AKTIENGESELLSCHAFT,
Frankfurt am Main, DE;

(72) Broedermann Paul dipl. ing., Wehrheim, DE;
Sauer Harald dr. ing., Frankfurt am Main, DE;
Stockhausen Werner dipl. ing., Bad Vilbel, DE;

(54) Způsob provádění reakcí za vysokých teplot

(57) Způsob spočívá v tom, že se předehtává pevná látka vede od
spodu ve směru proudění přes plamen hořáku, nacházející
se ve spodní části dopravní dráhy. Potom se nechá pro-
běhnout dostatečně dlouhou reakční zónou a po ukončení
reakce se při nezměněném směru proudění dále ve směru
proudění zařazeným přídatkem chladícího prostředku chladí
alespoň na teplotu, při které se dosáhne sypkosti. Výhodně
se pevná látka zahřívá v cirkulující vířivé vrstvě a kyslíka-
tým fluidizačním plynem a kyslíkatým sekundárním plynem
za použití odpadních plynů z dopravní dráhy. Pevná látka
oddělená od plynu se chladí ve chladiči s vířivou vrstvou.

Vynález se týká způsobu provádění reakcí za vysokých teplot mezi horkým plynem a přehřátými pevnými látkami, které při vysokoteplotním zpracování ztrácejí svoji sypkost, ve v podstatě avislé dopravní dráze s následujícím chlazením a oddělováním od plynu.

Při reakcích za vysokých teplot se pevné látky zahřívají na teploty, které leží nad teplotami, při kterých pevné látky ztrácejí svoji sypkost. Jednotlivé částice se shlukují, navzájem se slepují nebo k sobě přilnou a/nebo tvoří usazeniny na vnitřních stěnách reaktoru, popřípadě trubkových vedení. Příčinou ztráty sypkosti může být průběh reakce pevné látky s plynnou fází nebo s jinými součástmi. Výše uvedené problémy mohou nastat při pálení, popřípadě slinování například oxidu hlinitého, vápence, dolomitu, magnetitu a cementu.

Jsou známy různé způsoby a zařízení, které mají za cíl uvedené procesně technické těžkosti řešit.

Tak například vyplývá z postupu podle DT-13 č. 23 82 7e3 mimo jiné, že se v první zóně předehřívá materiál zahřívá ve druhé zóně průchozem přes plamen, na konečnou teplotu, přičemž do této druhé zóny se přivádí proud vzduchu obklopující plamen, který má chránit stěny plamenného prostoru před tvorbou usazenin. Toto opatření má obzvláště tu nevýhodu, že nezamíteným mísením proudu vzduchu, přiváděného do druhé zóny, s dříve na dostatečně vysokou teplotu zahřátou suspenzí plyn/povnná látka, dochází k ochlazení ještě předtím, než je reakce na vysoké teploty dokončena. To znamená, že není zaručeno, že je k dispozici skutečně potřebná doba prodlení při vysoké teplotě.

V způsobu a zařízení pro tepelné zpracování jemnozrnného materiálu podle DT-PS č. 23 46 584 s předehřívací zónou, kalcinační zónou, sintrovací zónou a chladicí zónou, se alespoň jedna část kalcinovaného materiálu před vstupem do sintrovací zóny podrobí zvláštnímu tepelnému zpracování pro vytěkání součástí tvořících fázi taveniny. Tento stav techniky je přirozeně použitelný pouze v takových případech, u kterých je získání schopnosti smáčení docílitelné vytěkáním součástí tvořících fázi taveniny. V ostatních případech se tím nedá vyloučit, že při sliňování v zóně suspenzí

reakce v důsledku obrácení suspenze plyn/pevná látka nemohou vznikat usazeniny. Nevýhodná je kromě toho pří-
datná reakční zóna.

Účelem předloženého vynálezu
tedy je vypracování způsobu provádění reakcí za vyso-
kých teplot mezi horkým plynem a předem předehřátými pev-
nými látkami, který by neměl uvedené známé nevýhody,
dovoloval by bezporuchové vedení reakce a který by byl
univerzální a jednoduše proveditelný.

Uvedený úkol byl vyřešen vy-
pracováním způsobu podle vynálezu pro provádění reak-
cí za vysokých teplot s pevnými látkami, které za vy-
sokoteplotního zpracování ztrácejí svoji sypkost, při
kterém se vřehotí pevné látky nejprve ohřejí, potom se
ohřáté pevné látky podrobí vysokoteplotnímu zpracování
horkým plynem ve v podstatě svislé dopravní dráze a
nakonec se ochladí a oddělí od plynu, jehož podstata
spočívá v tom, že se předehřátá pevná látka vnáší od-
spodu ve směru proudění přes plamen hořáku, nacházejí-
cího se ve spodní části dopravní dráhy, nechá se projít
dostatečně dlouhou reakční zónou a po ukončení reakce
při nezměněném směru proudění se dále ve směru proudě-
ní zařazeným předávkem chladicího prostředku chladí
alespoň na teplotu, při které se dosáhne sypkosti.

Pevné výchozí látky se mohou zahřívat v cirkulující vířivé vrstvě, do které se přivádí fluidizační plyn obsahující kyslík a sekundární plyn obsahující kyslík. Výhodně se pevná výchozí látka zahřívá za použití odpadních plynů z dopravní dráhy.

Pevná látka, oddělená po reakci od plynu, se výhodně dodatečně chladí v chladiči s vířivou vrstvou. Může se dodatečně chladiť tepelnou výměnou s plyny obsahujícími kyslík, které se po svém ohřátí zavádějí do stupně zahřívání pevné výchozí látky a/nebo vysokoteplotní reakce pevné látky.

Pro zahřívání pevné výchozí látky v cirkulující vířivé vrstvě se výhodně používá jako fluidizační plyn plyn obsahující kyslík, nepřímo ohřátý v chladiči s vířivou vrstvou, a jako sekundární plyn obsahující kyslík se používá ~~plyn~~ odpadní plyn z dopravní dráhy.

Výhody způsobu podle vynálezu spočívají v tom, že vnášením pevné látky spodem a ve směru proudění, jakož i ^{odděleným} ~~separáčním~~ přidavkem chladícího prostředku při nezměněném směru proudění prochází suspenze plynu a pevné látky kritickou reakční fází mezi zahřátím na vysokou teplotu a ochlazením na teplotu, do-

volující bezproblémovou manipulaci se suspenzí plyn/pevná látka, bez pohybu a tím bez možnosti tvorby usazenin. Přidáním ^{odděleným} ~~speciálním~~ přísávkem chladičního prostředku se dá exaktně nastavit při požadované vysoké teplotě doba prodloužení správná pro dané požadavky.

Střední rychlost plynu v dopravní dráze je třeba nastavit tak, aby se dosahovalo vysoké relativní rychlosti mezi pevnou látkou a stěnou. Částečně bývá střední rychlost plynu v rozmezí 2 až 10 m/s (užíváno jako rychlost v prázdné trubce).

Vstup předehřáté pevné látky do dopravní dráhy bývá účelně ve formě suspenze plyn/pevná látka přes střed kruhovitěho hořáku, který pracuje například s plynem jako palivem. Tento typ přivádění pevné látky sází na prakticky okamžité reakci na požadovanou teplotu. Tato teplota leží v závislosti na používaném materiálu a požadovaných výsledcích v rozmezí 1300 až 1700 °C , výhodně 1400 až 1500 °C .

Délka dopravní dráhy se řídí podle doby prodloužení, závislé na požadovaném typu reakce. Zpravidla je dostatečná doba několika málo sekund, takže délka dopravní dráhy činí maximálně 20 m , všeobecně 5 až 15 m .

Chlazení potřebné po ukončení reakce při vysokých teplotách se může provádět plynými, kapalnými nebo pevnými chladícími prostředky. Jejich přidávání se může dít takovým způsobem, že se dosáhne rychlého smíchání se suspenzí plynu a pevné látky a vyloučí se kontakt se stěnami dopravní dráhy. Obzvláště účelné je přidávání v tangenciálním směru s vysokou rychlostí kolmo $\perp$ nebo pod úhlem až 60° proti nebo se směrem proudění.

V návaznosti na chlazení pod kritickou teplotu probíhá rozdělování suspenze plynu a pevné látky konvenčním způsobem, například v cyklonovém odlučovači.

Zahřívání pevné látky, podrobované reakci ze vysoké teploty, může probíhat ~~zahříváním~~ libovolným způsobem. Obzvláště výhodné se jeví zahřívání, které je všeobecně také spojené s chemickou reakcí, v takzvané cirkulující vířivé vrstvě.

Cirkulující vířivá vrstva se vyznačuje na rozdíl od klasické vířivé vrstvy, ~~přičemž~~ u které je zahuštěná fáze oddělená od nad ní se nacházejícího plynového prostoru značným hustotním gradientem, tím, že stavy rozdělení se vyskytují bez definované hraniční vrstvy. Hustotní gradient mezi zahuštěnou fází a nad ní se nacházejícím prachovým prostorem zde neexistuje,

avšak uvnitř reaktoru se koncentrace pevné fáze plynule snižuje ~~šedla~~ nahoru. V podrobnostech pro provoz cirkulujících vířivých vrstev se odkazuje na publikaci L. Reth a kol. "Wirbelschichtprozesse für die Chemie und Hüttenindustrie, die Energieumwandlung und den Umweltschutz", Chem. Ing. Techn. 55 (1983), č. 2, str. 87 až 93, jakož i na DT-PS č. 17 67 628 popřípadě patent US č. 3 579 316.

Výhoda cirkulující vířivé vrstvy spočívá ve vysokém prosazení na průřez reaktoru, jakož i v možnosti nastavení doby prodloužení zahřívání pevné látky tak vysoké, že je chemická reakce, spojená se zahříváním, prakticky ukončená. Při způsobu podle předloženého vynálezu potom probíhá pouze jediná vysokoteplotní reakce, to znamená, že ^{neprobíhají} ~~se nekonají~~ prakticky žádné reakce, které by byly proveditelné na nižší teplotní úrovni.

Po odloučení pevné látky vystupující z dopravní dráhy probíhá běžně další chlazení. K tomu slouží dosud běžně známé chladiče, obzvláště ale chladiče s vířivou vrstvou.

Výhodné provedení způsobu podle předloženého vynálezu spočívá v tom, že se ~~tento~~

vysokoteplotní zpracování ~~takovým způsobem~~ v celkovém procesu zahřívání pevné látky a následujícím ochlazování integruje, ^{takže} ~~se~~ jednotlivé proudy plynu mohou nacházet použití střídavě. Například se může ve chladiči předehřívát kyslíkatý plyn, který se potom používá ve stupni zahřátí a/nebo vysokoteplotního zpracování. Dále se může například odpadní plyn z dopravní dráhy používat v zóně zahřívání.

Optimální vedení celkového procesu spočívá v tom, že zahřívání zpracovávaného materiálu se provádí v cirkulující vířivé vrstvě, která je opatřena předehříváčem pracujícím s odpadním plynem, a následující chlazení probíhá v chladiči s vířivou vrstvou s více za sebou protékajícími chladičími komorami. Chlazení pevné látky může probíhat přímo a/nebo nepřímo plyny obsahujícími kyslík, které mohou potom být přiváděny do dopravní cesty jako ~~ž~~ nosný plyn a/nebo do cirkulující vířivé vrstvy jako fluidizační plyn. Fluidizační plyny používané v chladiči s vířivou vrstvou se mohou konečně použít v dopravní cestě jako chladičí medium, odpadní plyny z dopravní cesty v cirkulující vířivé vrstvě jako sekundární plyn.

Předložený vynález je blíže objasněn na základě obrázku a následujícího příkladu.

Obrázek představuje proudové
schéma zapojení výše uvedeného typu.

Zpracovávaný materiál se přes
dýchovací zařízení 1 přivádí do posledního venturiho
výměníku 2 (ze strany plynu), značným teplem odpadní-
ho plynu se zahřeje a v cyklonovém odlučovači 3 se od
plynu oddělí. Potom se zavádí dopravním zařízením 4
do dalšího předehřívacího systému, který sestává ze dru-
hého venturiho výměníku 5 s přiřazeným druhým cyklo-
novým odlučovačem 6 a z třetího venturiho výměníku 7
s třetím cyklonovým odlučovačem 8.

Z třetího cyklonového odluč-
vače 8 se pevná látka savádí do cirkulačního systému,
sestavujícího z reaktoru 10 s vířivou vrstvou, zpět-
ného cyklonu 11 a zpětného vedení 12. Reaktor 10
s vířivou vrstvou se zásobuje vedením 13 palivem, ve-
dením 14 fluidizačním plynem a vedením 15 sekundár-
ním plynem.

Po dostatečně dlouhé době
prodlení se zahřátý materiál přivádí vedením 16 do
spodní oblasti dopravní dráhy 17 a vnáší se do pla-
mene hořáku, ve kterém se spaluje palivo, přiváděné ve-
dením 18 a kyslíkatý plyn (vedení 19). Během dopřed-
ného pohybu

suspenze plynu a pevné látky ve spodní části dopravní dráhy 17 probíhá reakce při vysoké teplotě, po jejímž ukončení se provádí ochlazení pomocí plynu, přiváděného vedením 20. Po dostatečném ochlazení při nezměněném směru proudění se suspenze pevné látky a plynu vynáší vynášecím vedením 21 a v cyklonovém odlučovači 22 se rozděluje. Pevná látka se vede do chladiče 23 s vířivou vrstvou a odloučený plyn vedením 15 jako sekundární plyn do reaktoru 10 s vířivou vrstvou.

Chladič 23 s vířivou vrstvou je rozdělen na více za sebou zařazených komor, protékajících uvedenou pevnou látkou a má celkem tři chladicí oddělení. Ve směru toku pevné látky v prvním nejteplejším oddělení se kyslík obsahující plyn ohřívá a odvádí se potom vedením 19 do dopravní dráhy 17. Ve druhém oddělení se provádí zahřívání kyslík obsahujícího plynu, přiváděného vedením 14 do reaktoru 10 s vířivou vrstvou. Ve třetím chladicím oddělení probíhá konečné ochlazení pevné látky pomocí chladicí vody, která je přiváděna vedením 24 a odváděna vedením 25. Ochlazený produkt se odvádí vynášecím zařízením 26. Proud fluidizačního plynu, použitého v chladiči 23 s vířivou vrstvou, se odvádí vedením 20 jako chladicí medium do dopravní dráhy 17.

P ř í k l a d

Je třeba převést hydroxid hlinitý vlhký po filtraci na vysoce pálený oxid hlinitý.

Hydroxid hlinitý o vlhkosti 12 % hmotnostních a o teplotě 60°C se v množství 8,69 tun za hodinu přivádí přes dávkovací zařízení 1 do venturiho výměníku 2. Výměnou tepla s plyny odváděnými z druhého cyklonového odlučovače 6, které mají teplotu 390°C , nastává zahřátí hydroxidu hlinitého na teplotu 160°C , přičemž uvedené plyny se ochladí asi na stejnou teplotu.

Pomocí dopravního zařízení 4 se předehřátý hydroxid hlinitý uvede ve druhém venturiho výměníku 5 do kontaktu s odpadními plyny ze třetího cyklonového odlučovače 8, které mají teplotu 510°C . Při tom nastává zahřátí pevné látky na teplotu 390°C a ochlazení plynu na stejnou teplotu. Po oddělení plynu a pevné látky ve druhém cyklonovém odlučo-

vači 6 se zavádí pevná látka do třetího venturiho výměníku 7, kde se smísí s odpadními plyny o teplotě 1150°C z cirkulující vířivé vrstvy. V důsledku dokonalého smísení vzniká suspenze plynu a pevné látky o teplotě 510°C . Po dalším oddělení plynu a pevné látky ve třetím cyklonovém odlučovači 8 se přivádí pevná látka do cirkulující vířivé vrstvy.

Do reaktoru 10 s vířivou vrstvou, tvořícího cirkulující vířivou vrstvu, se vedením 14 přivádí 2000 Nm^3 za hodinu fluidizačního vzduchu o teplotě 580°C (pocházejícího ze druhého oddělení chladiče 23 s vířivou vrstvou), vedením 15 se přivádí 4800 Nm^3 za hodinu sekundárního vzduchu o teplotě 1020°C (pocházejícího z cyklonového odlučovače 22) a palivovým vedením 13 se přivádí 390 Nm^3 za hodinu zemního plynu. Takto se dosáhne teploty 1150°C , která je prakticky konstantní v celém cirkulačním systému, tvořeném reaktorem 10 s vířivou vrstvou, zpětným cyklonem 11 a zpětným vedením 12.

Po střední době prodlení asi 20 minut, během které se oxid hlinitý úplně kalciňuje, se odpovídající množství pevné látky přivádí vedením 16 do dopravní dráhy 17 a pomocí plamene ho-

řádku, popřípadě spalin z hořáku se zahřeje na teplotu 1400°C . Hořák je zásobován 110 Nm^3 za hodinu zemního plynu a 1200 Nm^3 za hodinu vzduchu o teplotě 650°C (pocházejícího z prvního oddělení chladiče 23 s vířivou vrstvou).

Po asi čtyřech sekundách je reakce za vysoké teploty ukončena. Přivedením 3500 Nm^3 za hodinu vzduchu o teplotě 470°C (pocházejícího z druhého oddělení chladiče 23 s vířivou vrstvou) se suspenze plynu a pevné látky ochladí. Takto nastává ochlazení suspenze na teplotu 1020°C , při které je zaručena dostatečná sypkost pevné látky. Suspenze plynu a pevné látky se potom rozděluje v cyklonovém odlučovači 22, plyn v množství 4800 Nm^3 za hodinu se odvádí jako sekundární plyn do reaktoru 10 s vířivou vrstvou a pevná látka se odvádí do chladiče 23 s vířivou vrstvou.

Ve chladiči 23 s vířivou vrstvou se pevná látka ochlazuje v několika odděleních na konečnou teplotu 80°C .

K tomu slouží, uvažováno ve směru proudění pevné látky, ~~první oddělení~~ v prvním od-

dělení 1200 Nm³ za hodinu vzduchu, ~~zahřívajícího se~~ ^{zahřívajícího se} na teplotu 650 °C, ve druhém oddělení 2000 Nm³ za hodinu vzduchu, ~~zahřívajícího se~~ ^{zahřívajícího se} na teplotu 680 °C a ve třetím oddělení 20 m³ za hodinu vody, která se zahřeje z 35 °C na 65 °C. Plynné proudy se, jak bylo již dříve uvedeno, vracejí zpět do procesu.

Produkce při uvedeném postupu činí 5 t za hodinu oxidu hlinitého s povrchem BET 3 m²/g.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob provádění reakcí za vysokých teplot s pevnými látkami, které při zpracování za vysokých teplot ztrácejí svoji sypkost, při kterém se výchozí pevné látky nejprve ohřejí, potom se ohřáté pevné látky podrobí vysokoteplotnímu zpracování horkým plynem ve v podstatě svislé dopravní dráze a nakonec se ochladí a oddělí od plynu, v y z n a ě u j í c í s e t í m , že se předeheřtá pevná látka vnáší odspodu ve směru proudění přes plamen hořáku, nacházejícího se ve spodní části dopravní dráhy, nechá se projít dostatečně dlouhou reakční zónou a po ukončení reakce při nezměněném směru proudění se dále ve směru proudění zařazeným přídavkem chladícího prostředku chladí alespoň na teplotu, při které se dosáhne sypkosti.

2. Způsob podle ^{nároku} ~~č. 1~~ , v y z n a ě u j í c í s e t í m , že se pevné vý-

chozí látky zahřívají v cirkulující vířivé vrstvě, do které se přivádí fluidizační plyn obsahující kyslík a sekundární plyn obsahující kyslík.

3. Způsob podle ^{nároku} bodů 1 a 2 ,
v y z n a ě u j í c í s e t í m , že se pevná vý-
chozí látka zahřívá za použití odpadních plynů z do-
pravní dráhy.
4. Způsob podle ^{nároku} bodů 1 až 3 ,
v y z n a ě u j í c í s e t í m , že se pevná lát-
ka oddělená od plynu dodatečně chladí v chladiči s ví-
řivou vrstvou.
5. Způsob podle ^{nároku} bodů 1 až 4 ,
v y z n a ě u j í c í s e t í m , že se pevná lát-
ka dodatečně chladí tepelnou výměnou s plyny obsahují-
cími kyslík, které se po svém zahřátí zavádějí do stup-
ně zahřívání pevné výchozí látky a/nebo vysokoteplot-
ní reakce pevné látky.
6. Způsob podle ^{nároku} bodů 1 až 5 ,
v y z n a ě u j í c í s e t í m , že se pro za-
hřívání pevné výchozí látky v cirkulující vířivé vrst-
vě používá jako fluidizační ^{plyn} plyn obsahující kyslík,

neplímo chlazený v chladiči s vřítkou vrtvou, a jako sekundární plyn obsahující kyslík se používá odpadní plyn z dopravní dráhy.

Nastupuje :

K⁷