ČESKOSLOVENSKÁ SOCIALISTICKÁ REPUBLIKA
(19)

ÚŘAD PRO VYNÁLEZY A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

252811

(11) (B2)

(51) Int. Cl.[4]
B 01 J 21/20

(22) Přihlášeno 31 08 82
(21) PV 6310-82

(40) Zveřejněno 12 03 87

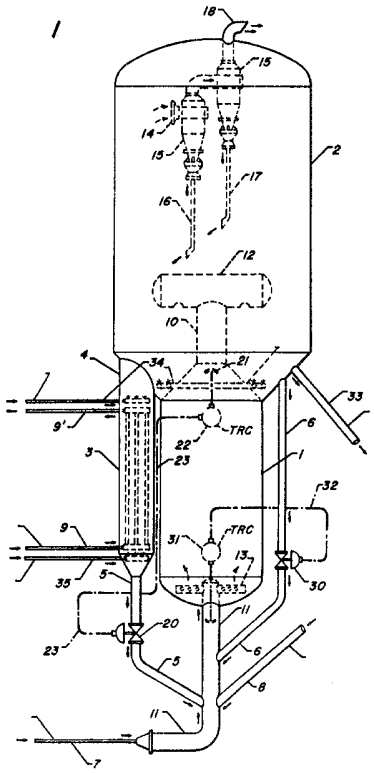
(45) Vydáno 15 07 88

(72) Autor vynálezu
VICKERS ANTHONY GRANVILLE, ARLINGTON HEIGHTS, ILLINOIS,
HAMMERSHAIMB HAROLD U., WESTERN SPRINGS, ILLINOIS,
HEMLER CHARLES LEROY, MOUNT PROSPECT, ILLINOIS (Sp. st. a.)

(73) Majitel patentu
UOP INC. TEN UOP PLAZA ALGONQUIN & MT. PROSPECT ROADS
DES PLAINES, ILLINOIS (Sp. st. a.)

(54) Způsob regenerace fluidního katalyzátoru s usazeným koksem a zařízení k provádění tohoto způsobu

Způsob regenerace fluidního katalyzátoru s usazeným koksem, při kterém se vede regenerační plyn obsahující kyslík, fluidní katalyzátor s usazeným koksem a ochlazený recyklovaný regenerovaný katalyzátor a horký recyklovaný regenerovaný katalyzátor do spodní části spalovací zóny se zředěnou fází, udržované na teplotě dostatečné pro oxidaci koksu a koks se oxiduje, horký kouřový plyn a horký regenerovaný katalyzátor se z horní části spalovací zóny zavádějí do zóny pro regenerovaný katalyzátor, kde se horký regenerovaný katalyzátor odděluje od kouřového plynu, první podíl horkého regenerovaného katalyzátoru se ze zóny pro regenerovaný katalyzátor zavádí do oddělené chladicí zóny, kde se odvádí teplo z horkého regenerovaného katalyzátoru, ochlazený regenerovaný katalyzátor se odvádí z chladicí zóny a zavádí se do spalovací zóny jakožto chladný recyklovaný regenerovaný katalyzátor v množství řízeném teplotou v horní části spalovací zóny se zředěnou fází a druhý podíl horkého regenerovaného katalyzátoru se zavádí do zóny pro regenerovaný katalyzátor jakožto horký regenerovaný katalyzátor do spalovací zóny v množství řízením teplotou spodní části spalovací zóny zředěné fáze a regenerovaný fluidní katalyzátor se odvádí ze zóny pro regenerovaný katalyzátor.



Vynález se týká způsobu regenerace pevného fluidizovatelného katalyzátoru, zvláště krakovacího katalyzátoru, ve formě částic, které jsou dezaktivovány nánosy koksu.

Katalytický krakovací proces s fluidizovatelnou vrstvou se ve velké míře využívá pro konverzi výchozích materiálů, jako jsou vakuové plynové oleje a jiné poměrně těžké oleje na lehčí a hodnotnější produkty. Při fluidním katalytickém krakování se v reakční zóně uvádí do styku výchozí materiál, ať již vakuový plynový olej nebo jiný olej, s jemně rozptýleným katalytickým materiálem nebo s pevným katalytickým materiálem ve formě částic, které se chovají jako kapaliny po smíšení s plynem nebo s párou. Tento materiál má schopnost katalyzovat krakovací reakci, přičemž se na něm ukládá koks, který je vedlejším produktem krakovací reakce. Koks obsahuje vodík, uhlík a jiné látky, jako například síru a snižuje katalytickou aktivitu katalyzátorů. Jednotky pro odstraňování koksu z katalyzátoru, tak zvané regenerační jednotky nebo regenerátory, jsou integrální části jednotek pro fluidní katalytické krakování. V regenerátorech se katalyzátor s nánosem koksu uvádí do styku s plynem obsahujícím kyslík za podmínek, kdy se koks oxiduje a uvolňuje značné množství tepla. Část tohoto tepla uniká z regenerátoru s kouřovým plynem obsahujícím plynné produkty oxidace koksu a zbytek tepla opouští regenerátor spolu s regenerovaným nebo ve velké míře koksu zbaveným katalyzátorem. Regenerátory pracují za nadatmosferického tlaku a jsou často vybaveny turbinami k získání energie, kde expanduje kouřový plyn, odváděný z regenerátoru, a část energie, uvolňovaná při této expanzi, se získá.

Fluidizovaný katalyzátor kontinuálně cirkuluje z reakční zóny do regenerační zóny a zpět do reakční zóny. Vedle svého katalytického působení také převádí teplo z jedné zóny do druhé. Katalyzátor, odcházející z reakční zóny, se označuje jako "vyčerpaný", jelikož je částečně dezaktivovaný nánosem koksu na svém povrchu. Katalyzátor s koksem v podstatě odstraněným se označuje jako "regenerovaný katalyzátor".

Stupeň konverze nástřiku v reakční zóně se řídí teplotou, aktivitou katalyzátoru a množstvím katalyzátoru (například poměrem katalyzátoru k nástřiku). Jestliže je žádoucí zvýšit stupeň konverze, může se zvýšit rychlost cirkulujícího fluidního katalyzátoru z regenerátoru do reaktoru. Jelikož je teplota v regenerační zóně za normálních podmínek vždy vyšší než teplota v reakční zóně, zvýšené zavádění katalyzátoru z teplejší regenerační zóny do chladnější reakční zóny zvyšuje teplotu v reakční zóně. Tato vyšší rychlost cirkulace katalyzátoru je udržitelná prostřednictvím systému, který je uzavřeným okruhem; a vyšší teplota v reaktoru je udržitelná pro zvýšení teploty v reaktoru zvýšenou cirkulací katalyzátoru, přičemž však dochází ke zvýšení vytváření koksu a k jeho zvýšenému ukládání na částicích katalyzátoru. Tato zvýšená produkce koksu ukládajícího se na fluidním katalyzátoru v reaktoru opět vede po jeho oxidaci v regenerátoru ke zvýšenému vývoji tepla. Toto zvýšené vyvíjení tepla v regenerační zóně vede při zavádění katalyzátoru do reakční zóny k vyšší provozní teplotě v reaktoru.

Politicko ekonomická omezení, týkající se tradičních zdrojů surové ropy, nutí používat pro fluidní katalytické krakování jako nástřiku těžších olejů, než bylo dosud běžné. Jednotky pro fluidní katalytické krakování musí nyní zpracovávat suroviny, jako jsou zbytkové oleje a v budoucnosti bude nutno používat jako surovin směsí těžkých olejů a produktů ztekucování uhlí nebo produktů z živičných břidlic.

Chemická povaha a molekulová hmotnost nástřiku do jednotek pro fluidní katalytické krakování ovlivňují množství koksu usazeného na vyčerpaném katalyzátoru. Obecně čím vyšší je molekulová hmotnost, čím vyšší je množství Conradsonova uhlíku, čím vyšší je nerozpustný podíl v heptanu a čím vyšší je poměr uhlíku k vodíku, tím vyšší je množství koksu na vyčerpaném katalyzátoru. Také vysoký obsah vázaného dusíku, například v olejích z živičných břidlic, zvyšuje obsah koksu na vyčerpaném katalyzátoru. Zpracovávání stále těžších a těžších nástřiků a zvláště zpracování deasfaltovaných rop nebo přímo zpracování zbytků surové ropy z destilace za atmosferického tlaku, obecně označovaných jako redukovaná surová ropa, způsobuje zvýšení všech nebo alespoň některých uvedených charakteristik a tím způsobuje zvyšování množství koksu na vyčerpaném katalyzátoru.

Toto zvýšené množství koksu na vyčerpaném katalyzátoru vede ke spalování většího množství koksu v regenerátoru na hmotnostní jednotku cirkulujícího katalyzátoru. Teplo se odvádí z regenerátoru jednotek pro fluidní katalytické krakování prostřednictvím kouřového plynu a hlavně proudem horkého regenerovaného katalyzátoru. Vzrůst obsahu koksu na vyčerpaném katalyzátoru zvyšuje rozdíl teplot nezi reaktorem a regenerátorem a také teplotou regenerovaného katalyzátoru. K udržování určité teploty v reaktoru je proto třeba snížit množství cirkulujícího katalyzátoru. Takové snížení rychlosti cirkulujícího katalyzátoru, které je nutné pro vyšší teplotní rozdíl mezi reaktorem a regenerátorem, vede ke snížení konverze, protože je nutno pracovat při vyšší teplotě v reaktoru k udržení konverze na žádaném stupni. Tím dochází ke změně ve struktuře výtěžku, která může avšak nemusí být žádoucí v závislosti na tom, jaký produkt se má vyrobit.

Teplota při katalytickém fluidním krakování je také omezena tím, že nesmí docházet k nepříznivému ovlivnění katalyzátoru a jeho katalytické účinnosti. Obecně za použití moderních, běžně dostupných katalyzátorů pro proces katalytického fluidního krakování se teploty regenerovaného katalyzátoru udržují zpravidla pod 732,2 °C, jelikož ztráty katalytické účinnosti by byly velmi značné při teplotě kolem 760,0 až 787,8 °C. Jestliže se poměrně běžná redukovaná surová ropa, například odvozená od arabské surové ropy, dávkuje do běžných jednotek pro katalytické fluidní krakování a pracuje se při teplotě potřebné pro vysokou konverzi na lehčí produkty, například podobné plynovému oleji, je teplota v regenerátoru 871,1 až 982,2 °C. To by byla pro katalyzátor příliš vysoká teplota, bylo by zapotřebí velmi drahého konstrukčního materiálu a byla by možná mimořádně nízká rychlost cirkulace katalyzátoru.

Je proto běžné v případech zpracovávání materiálů, které vedou k nadměrně vysokým teplotám v regenerátoru, vybavovat regenerátor prostředky pro odvádění tepla z regenerátoru, které umožňují snížení teploty v regenerátoru a snížení teplotního rozdílu mezi reaktorem a regenerátorem.

Běžným známým způsobem pro odvádění tepla jsou hady vyplněné chladivem v regenerátoru, přičemž tyto hady jsou ve styku buď s katalyzátorem, ze kterého se koks odstraňuje, nebo s kouřovým plynem těsně před odváděním kouřového plynu z regenerátoru. Například Medlin a kol., americký patentový spis číslo 2 819 951, McKinney, americký patentový spis číslo 3 990 992 a Vickers, americký patentový spis číslo 4 219 442 popisují katalytické fluidní krakování za použití dvojité regenerátorové zóny s chladicími hady namontovanými do druhé zóny. Chladicí hady musejí být vždy vyplněny chladivem a tak odnímat teplo z regenerátoru i při nastartování jednotky, kdy je takové odvádění tepla zvláště nežádoucí, jelikož se metalurgický materiál hadů může poškodit působením vysokých teplot v regenerátoru (732,2 °C) bez chladiva, které slouží k jejich udržování v poměrně chladném stavu. Ze druhé zóny se také odvádí katalyzátor před vypouštěním kouřového plynu ze systému a druhá zóna obsahuje katalyzátor v husté fázi (Medlin a kol. a Vickers) nebo ve zředěné fázi (McKinney). Chladivo, protékající hady, absorbuje teplo a odvádí ho z regenerátoru.

Podle známého stavu techniky se při katalytickém fluidním krakování používá také husté nebo zředěné fáze regenerovaného fluidního katalyzátoru v zóně k odvádění tepla nebo se používá k ochlazování horkého regenerovaného katalyzátoru před jeho vracením do regenerátoru výměníků tepla mimo regenerátor. Jako příklady takového řešení se uvádějí Harper, americký patentový spis čísto 2 970 117, Owens, americký patentový spis číslo 2 873 175, McKinney, americký patentový spis číslo 2 862 798, Watson a kol., americký patentový spis číslo 2 515 156, Berger, americký patentový spis číslo 2 492 948 a Watson, americký patentový spis číslo 2 506 123. Alespoň jeden ze shora uvedených amerických patentových spisů (Harper) uvádí, že rychlost vracení ochlazeného katalyzátoru do regenerátoru se má řídit teplotou regenerátoru (husté fáze katalyzátoru).

Podobně jako základní myšlenka odstraňování tepla z regenerátoru katalytického fluidního krakovacího procesu, není základní myšlenka vnitřního a vnějšího recyklování katalyzátorových částic v procesu katalytického fluidního krakování jako taková nová. Příklady takových řešení, kdy se regenerovaný katalyzátor horký recykluje zpět do spalovací zóny uvádí například Vickers, americký patentový spis číslo 4 219 442, Cross a kol., americký patentový spis číslo 4 211 637 a 4 035 284, Varady, americký patentový spis číslo 4 167 492, Pulak, americký patentový spis číslo 3 953 175, Strother, americký patentový spis číslo 3 898 050, Conner a kol., americký patentový spis číslo 3 893 812, Pulak, americký patentový spis číslo 4 032 299, Pulak, americký patentový spis číslo 4 033 728 a Pulak americký patentový spis číslo 4 065 269. Alespoň dva z těchto amerických patentových spisů (Vicker, číslo 4 219 442 a Gross a kol. číslo 4 211 637) uvádějí, že se rychlost zavádění horkého regenerovaného katalyzátoru do spalovací zóny má řídit teplotou regenerátoru.

Žádný ze shora uvedených patentových spisů však nepopisuje jedinečnou kombinaci podle vynálezu zahrnující regenerátor fluidního katalyzátoru s usazeným koksem se spalovací zónou se zředěnou fází, odváděcí zónu, oddělený chladič katalyzátoru a recyklování jak ochlazeného regenerovaného katalyzátoru tak horkého regenerovaného katalyzátoru, které se řídí podmínkami ve spalovací zóně a vstupními teplotami katalyzátoru do spalovací zóny. Touto kombinací podle vynálezu se dosahuje pružnosti a účinnosti operace, jakých podle známého stavu techniky nebylo dosahováno.

Předmětem vynálezu je tudíž způsob regenerace fluidního katalyzátoru s usazeným koksem, vyznačený tím, že se vede regenerační plyn obsahující kyslík, fluidní katalyzátor s usazeným koksem a ochlazený regenerovaný katalyzátor a horký recyklovaný regenerovaný katalyzátor do spodní části spalovací zóny se zředěnou fází, udržované na teplotě dostatečné pro oxidaci koksu a koks se oxiduje, horký kouřový plyn a horký regenerovaný katalyzátor se z horní části spalovací zóny zavádějí do zóny pro regenerovaný katalyzátor, kde se horký regenerovaný katalyzátor odděluje od kouřového plynu, první podíl horkého regenerovaného katalyzátoru se ze zóny pro regenerovaný katalyzátor zavádí do oddělené chladicí zóny, kde se odvádí teplo z horkého regenerovaného katalyzátoru, ochlazení regenerovaný katalyzátor se odvádí z chladicí zóny a zavádí se do spalovací zóny jakožto chladný recyklovaný regenerovaný katalyzátor v množství řízeném teplotou v horní části spalovací zóny se zředěnou fází a druhý podíl horkého regenerovaného katalyzátoru se zavádí do zóny pro regenerovaný katalyzátor jakožto horký regenerovaný katalyzátor do spalovací zóny v množství řízeném teplotou spodní části spalovací zóny zředěné fáze a regenerovaný fluidní katalyzátor se odvádí ze zóny pro regenerovaný katalyzátor.

Způsob i zařízení podle vynálezu mohou mít různé modifikace a obměny. Jsou blíže objasněny pomocí připojených výkresů:

na obr. 1 je vertikální řez regenerační jednotkou zahrnující spalovací komoru 1, komoru 2 pro regenerovaný katalyzátor, chladicí zónu se sestupným prouděním, výměník tepla 3 první recyklovací potrubí 4, potrubí 5 pro odvádění katalyzátoru z výměníku tepla a druhé recyklovací potrubí 6;

na obr. 2 je v podstatě stejné zařízení jako na obr. 1, s tou vyjimkou, že je chladicí zóna znázorněna jako "vzestupná".

Stejné součásti mají na obou výkresech stejné vztahové značky. Výkresy mají zařízení podle vynálezu toliko objasňovat a nemají ho nijak omezovat.

Způsob podle vynálezu tedy zahrnuje spalování regenerační ve spalovací zóně, kde se spaluje koks usazený na katalyzátoru v reakční zóně za vzniku horkého kouřového plynu a horkého regenerovaného katalyzátoru, shromažďování regenerovaného katalyzátoru a jeho oddělování od kouřového plynu, chlazení části horkého regenerovaného katalyzátoru v zóně odebírání tepla, využití ochlazeného regenerovaného katalyzátoru a využití části horkého

regenerovaného katalyzátoru pro řízení teploty ve spalovací zóně a použití katalyzátoru a regenerační plynné směsi. Výrazem horký regenerovaný katalyzátor se vždy míní katalyzátor opouštějící spalovací zónu, která má teplotu 704,4 až 760,0 °C a výrazem chladný regenerovaný katalyzátor se míní regenerovaný katalyzátor opouštějící chladicí zónu a mající teplotu přibližně o 111,1 °C nižší, než má teplotu horký regenerovaný katalyzátor.

Na zařízení podle obr. 1 a 2 se regenerační plyn, kterým může být vzduch nebo jiný plyn obsahující kyslík, vede potrubím 7 (nebo potrubím 7' podle obr. 2) a mísí se s katalyzátorem s nánosem koksu, přiváděným potrubím 8, přičemž se druhým recyklovacím potrubím 6 zavádí horký regenerovaný katalyzátor a potrubím 5 se zavádí ochlazený regenerovaný katalyzátor. Všechny tyto produkty se vedou do směšovacího potrubí 11. Vzniklá směs katalyzátoru s usazeným koksem, regenerovaného katalyzátoru a regeneračního plynu se zavádí dovnitř do spalovací komory 1 v jejím nejspodnějším místě směšovacím potrubím 11 a distributorem 13. Katalyzátor s nánosem koksu zpravidla obsahuje přibližně hmotnostně 0,1 až 5 % koksu. Koks sestává převážně z uhlíku, může však obsahovat přibližně hmotnostně 5 až 15 % vodíku jakož i síru a jiné látky. Regenerační plyn a vnesený katalyzátor stoupají směrem vzhůru ze spodní části spalovací komory 1 do její horní části ve formě zředěné fáze. "Zředěnou fází" se vždy míní směs katalyzátoru a plynu obsahující méně než 400 kg/m^3 katalyzátoru a "hustou fází" se vždy míní směs obsahující alespoň 400 kg/m^3 katalyzátoru. Jak směs katalyzátoru a plynu stoupá spalovací komorou 1, uvolňuje se teplo spalováním uhlíku na katalyzátoru a absorbuje se nyní poměrně uhlíku prostým, čili regenerovaným katalyzátorem.

Stoupající proud katalyzátoru a plynu prochází potrubím 10 a dopadá na povrch desky 12, přičemž se mění směr dopadajícího proudu. V oboru je dobře známo, že se při dopadu proudu obsahujícího fluidizované částice, na nějaký povrch, odchyluje směr proudu o určitý úhel a to může vést k oddělení části pevného materiálu, obsaženého v dopadajícím proudu. Dopadání proudu katalyzátoru a plynu na povrch desky 12 způsobuje, že téměř veškerý, horký, regenerovaný katalyzátor ze spalovací zóny se odděluje od kouřového plynu a spadá na dno komory 2 pro regenerovaný katalyzátor. Komorou 2 pro regenerovaný katalyzátor může být konicky tvarovaná prstencová nádoba nebo komora 2 pro regenerovaný katalyzátor může mít jakýkoliv jiný vhodný tvar. Plynné produkty oxidace a nadbytek regeneračního plynu, neboli kouřový plyn a velmi malé množství neodděleného regenerovaného horkého katalyzátoru prochází komorou 2 pro regenerovaný katalyzátor a vstupem 14 se dostává do separačního prostředku 15.

Takovými separačními prostředky 15 mohou být cyklonové separátory, jak je schematicky znázorněno na vyobrazeních, nebo to mohou být jakákoliv jiná vhodná zařízení pro oddělování katalyzátoru ve formě částic z proudu plynů. Katalyzátor, oddělený od kouřového plynu, spadá na dno komory 2 pro regenerovaný katalyzátor potrubím 16 a 17. Kouřový plyn se z komory 2 pro regenerovaný katalyzátor odvádí potrubím 18 a pak se může bezpečně zpracovávat v připojených systémech pro získání energie. Při uspořádání komory 2 pro regenerovaný katalyzátor nad spalovací komorou 1 ve srovnání s provedením, kdy směs plynu a katalyzátoru se zavádí do poměrně husté fáze k odvádění tepla, je výhodné, že se podstatně snižuje zatěžování regenerátorových cyklonů a že se v podstatě eliminují velké ztráty katalyzátoru při katalytickém krakovacím procesu s fluidizovanou vrstvou.

Při provedení zařízení podle vynálezu podle obr. 1 se první část odděleného katalyzátoru v komoře 2 pro regenerovaný katalyzátor vede ve formě husté fáze prvním recyklovacím potrubím 4 dolů chladicí zónou obsahující výměník tepla 3. První recyklovací potrubí 4 je napojeno na horní část výměníku tepla 3. Výměník tepla 3 sestává s výhodou z pláště a z trubky vertikálně orientované, kde dochází k přenosu tepla z katalyzátoru prostřednictvím stěn trubky do prostředí k přenosu tepla, jako je například voda, která se zavádí do výměníku tepla potrubím 9 a 9'. Katalyzátor může proudit buď vně nebo uvnitř trubek. Při provedení podle obr. 1 proudí katalyzátor vně trubek výměníku tepla a teplosměnné médium proudí uvnitř trubek. V potrubí 5 k odvádění katalyzátoru z výměníku tepla 3 je řídicí ventil 20. Připojený řídicí systém zahrnuje teplotní čidlo 21 v horní části spalovací komory 1, prostředky 22 pro řízení teploty, které ve spojení s teplotním čidlem 21 vyvíjejí výstupní signál, přenášený řídicími

prostředky 23 k řídicímu ventilu 20, čímž se řídicí ventil 20 nastavuje v souhlase s teplotou v horní části spalovací komory 1, a tak se řídí proudění katalyzátoru z výměníku tepla zpět do spalovací komory 1. Zařízení může mít ještě neznázorněné přídavné řídicí prostředky pro řízení proudění katalyzátoru, které řídí proudění katalyzátoru do výměníku tepla 3 a z tohoto výměníku tepla, jako jsou prostředky pro řízení množství katalyzátoru ve výměníku tepla řízením proudění katalyzátoru vstupním ventilem pro katalyzátor do výměníku tepla v závislosti na rozložení tlaku katalyzátoru ve výměníku tepla 3.

Při provedení podle obr. 1 se katalyzátor ze dna výměníku tepla 3 odvádí potrubím 5 a zavádí se do spodní části spalovací komory 1 směšovacím potrubím 11. Do směšovacího potrubí 11, které je znázorněno ve svislém uspořádání, se zavádí také vyčerpaný katalyzátor z reaktoru potrubím 8 a již shora zmíněný horký katalyzátor druhým recyklovacím potrubím 6. Do směšovacího potrubí 11 se také potrubím 7 zavádí regenerační plyn a veškerá promíšená směs se pak zavádí do spalovací komory 1. Směs regeneračního plynu a katalyzátoru se distributorem 13 zavádí do spodní části spalovací komory 1. Zařízení ovšem může být také uspořádáno tak, že se regenerační plyn a katalyzátorové podíly zavádějí přímo do spalovací komory 1 bez nutnosti použití směšovacího potrubí. Horký, regenerovaný katalyzátor se vrací do reaktoru pro katalytický krakovací proces s fluidizovanou vrstvou potrubím 33. Fluidizační plyn se může zavádět potrubím 34 a 35.

Provedení zařízení podle vynálezu podle obr. 2 je ve všech podrobnostech stejné jako podle obr. 1 s tou výjimkou, že výměník tepla je proveden jako systém, ve kterém katalyzátor stoupá na rozdíl od provedení podle obr. 1, kde katalyzátor klesá. První recyklovací potrubí 4 je napojeno na dno výměníku tepla 3 a řídicí ventil 20 je umístěn v prvním recyklovacím potrubí 4 a nikoliv v potrubí 5 pro odvádění katalyzátoru. Při provedení podle obr. 2 se tedy katalyzátor zavádí na dno pláště výměníku tepla 3 a fouká se nebo se vede ve formě zředěné fáze pláštěm za využití regeneračního plynu zaváděného potrubím 7', které je napojeno na dno pláště. Potrubím 5 se z výměníku 3 vypouští katalyzátor rovněž do směšovacího potrubí 11, do kterého ústí potrubí 8 pro vyčerpaný katalyzátor a druhé recyklovací potrubí 6 pro horký regenerovaný katalyzátor jakož i potrubí 7 pro regenerační plyn.

Pro provádění způsobu podle vynálezu je důležité množství horkého regenerovaného katalyzátoru, to znamená druhého podílu katalyzátoru, který se zavádí přímo z komory 2 pro regenerovaný katalyzátor do směšovacího potrubí 11. Druhé recyklovací potrubí 6, které je napojeno na dno komory 2 pro regenerovaný katalyzátor, spojuje komoru 2 pro regenerovaný katalyzátor se směšovacím potrubím 11, kde se všechny složky do spalovací komory 1 mísí. Teplota se ve směšovacím potrubí 11 může kontrolovatelně udržovat řízením množství druhého podílu katalyzátoru v druhém recyklovacím potrubí 6 v závislosti na teplotě ve spodní části. Tento řídicí systém by mohl zahrnovat řídicí ventil 30, umístěný ve druhém recyklovacím potrubí 6, teplotní čidla ve směšovacím potrubí 11, prostředky k řízení teploty 31 s nastavováním v závislosti na teplotních čidlech a vytvářející výstupní signál a prostředky 32 k přenosu výstupního signálu k druhému řídicímu ventilu, přičemž tento druhý řídicí ventil je nastaven podle teploty ve směšovacím potrubí 11, čímž se reguluje proudění horkého regenerovaného katalyzátoru z komory 2 pro regenerovaný katalyzátor do směšovacího potrubí 11.

Způsob podle vynálezu a zařízení k jeho provádění umožňují odvádět teplo z regenerátoru katalytického krakovacího procesu s fluidizovanou vrstvou v potřebné míře pro udržení maximální teploty ve spalovací zóně a zároveň k udržení vysoké teploty směsi regeneračního plynu a vyčerpaného katalyzátoru, čímž dochází k iniciaci regeneračního spalovacího procesu a k větší regenerační účinnosti za použití venkovního, snadno řízeného chlazení katalyzátoru nebo výměníku tepla pro katalyzátor, přičemž je možné vypustit chlazení katalyzátoru při zavádění procesu do chodu. Zároveň se dosahuje účinného oddělování regenerovaného katalyzátoru od kouřového plynu bez dalších zvláštních opatření k odvádění tepla.

P ř í k l a d

Způsob podle vynálezu objasňuje příklad jeho zvlášť vhodného provedení, přičemž se hmotnostní údaje a teploty vztahují vždy k jednotlivým součástem zařízení označovaným vztahovými značkami podle obr. 1 a 2, kde jak shora uvedeno, jednotlivé součásti se stejnou funkcí mají vždy tutéž vztahovou značku. Regenerátor zpracovává vyčerpaný katalyzátor z reakční zóny kde se jako nástřik krakuje redukovaná ropa. V následující tabulce jsou tedy produkty v jednotlivých potrubích označovány vztahovými značkami potrubí podle obr. 1.

Produkt	kg/h	°C
8 katalyzátor s usazeným koksem z reaktoru	1 235 836	565,6
katalyzátor	1 220 781	565,6
koks	14 017	565,6
7 (plus 7´podle obr. 2) regenerační plyn (vzduch)	210 254	152,8
33 horký regenerovaný katalyzátor z horní části spalovací zóny (do reaktoru)	1 220 781	748,9
18 kouřový plyn	223 385	760,0
4 horký regenerovaný katalyzátor zaváděný do zóny k odvádění tepla	1 071 385	748,9
5 recyklovaný ochlazený regenerovaný katalyzátor (do směšovací zóny)	1 071 385	621,1
6 recyklovaný horký regenerovaný katalyzátor (do směšovací zóny)	759 767	748,9
3 odvedené teplo prostředky pro odvádění tepla	43,911 x 10^6W	
tepelné ztráty z regenerátoru	0,999 37 x 10^6W	

Připomíná se, že při tomto provedení způsobu podle vynálezu se jako nástřiku do reakční zóny používá redukované surové ropy, což je nástřik, při kterém se na katalyzátoru usazuje poměrně velké množství koksu. Pro takovou vysokou produkci koksu a tím mimořádně vysoký vývoj tepla ve spalovací zóně je nutno recyklovat 1 071 385 kg/h ochlazeného regenerovaného katalyzátoru ze zóny odvádění tepla do spalovací zóny, aby se omezila maximální teplota ve spalovací zóně na 760 °C.

Spojováním produktů z potrubí 5 a 6 se získá recyklovaný proud katalyzátoru o teplotě 673,9 °C k dosažení vysoké vstupní teploty do spalovací zóny.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob regenerace fluidního katalyzátoru s usazeným koksem, vyznačený tím, že se vede regenerační plyn obsahující kyslík, fluidní katalyzátor s usazeným koksem a ochlazený recyklovaný regenerovaný katalyzátor a horký recyklovaný regenerovaný katalyzátor do spodní části spalovací zóny se zředěnou fází, udržované na teplotě dostatečné pro oxidaci koksu a koks se oxiduje, horký kouřový plyn a horký regenerovaný katalyzátor se z horní části spalovací zóny zavádějí do zóny pro regenerovaný katalyzátor, kde se horký regenerovaný katalyzátor odděluje od kouřového plynu, první podíl horkého regenerovaného katalyzátoru se ze zóny pro regenerovaný katalyzátor zavádí do oddělené chladicí zóny, kde se odvádí teplo z horkého regenerovaného katalyzátoru, ochlazený regenerovaný katalyzátor se odvádí z chladicí zóny a zavádí se do spalovací zóny jakožto chladný recyklovaný regenerovaný katalyzátor v množství řízeném teplotou v horní části spalovací zóny se zředěnou fází a druhý podíl horkého regenerovaného katalyzátoru se zavádí do zóny pro regenerovaný katalyzátor jakožto horký regenerovaný katalyzátor do spalovací zóny v množství řízeném teplotou spodní části spalovací zóny zředěné fáze a regenerovaný fluidní katalyzátor se odvádí ze zóny pro regenerovaný katalyzátor.

2. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že se teplo z horkého regenerovaného katalyzátoru v chladicí zóně odvádí nepřímým stykem s chladicím prostředím.

3. Způsob podle bodu 1, vyznačený tím, že se regenerační plyn, fluidní katalyzátor s nánosem koksu, ochlazený recyklovaný regenerovaný katalyzátor a horký regenerovaný recyklovaný katalyzátor nejdříve mísí ve směšovací zóně a směsná fluidizovaná zředěná fáze se zavádí do spodní části spalovací zóny.

4. Zařízení pro provádění způsobu podle bodu 1 až 3 zahrnující vertikálně orientovanou spalovací komoru se vstupním potrubím pro regenerační plyn napojeným na spodní část spalovací komory, komoru pro regenerovaný katalyzátor, která přiléhá nad spalovací komoru a je s ní spojena, zónu na dně komory pro regenerovaný katalyzátor pro hromadění regenerovaného katalyzátoru, vyznačené tím, že zahrnuje výměník tepla (3) mimo spalovací komoru (1) a komoru (2) pro regenerovaný katalyzátor se vstupem a výstupem pro katalyzátor, prostředky k odvádění tepla z výměníku tepla (3), první recyklovací potrubí (4) pro katalyzátor, napojené na dno komory (2) pro regenerovaný katalyzátor, kde se katalyzátor hromadí, se vstupem do výměníku tepla (3), takže horký regenerovaný katalyzátor může procházet z komory (2) pro regenerovaný katalyzátor do výměníku tepla (3), potrubí pro odvádění katalyzátoru z výměníku tepla (3), spojující výpust pro katalyzátor výměníku tepla (3) se spalovací komorou (1), takže se ochlazený katalyzátor může vést z výměníku tepla (3) do spalovací komory (1) a druhé recyklovací potrubí (6) napojené na dno komory (2) pro regenerovaný katalyzátor a na spalovací komoru (1), takže se horký regenerovaný katalyzátor může zavádět přímo z komory (2) pro regenerovaný katalyzátor do spalovací komory (1).

5. Zařízení podle bodu 4, vyznačené tím, že výměník tepla (3) je tvořen pláštěm a svazkem trubek svisle orientovaných, přičemž ochlazený katalyzátor prochází trubkami a chladicí prostředí prochází pláštěm.

6. Zařízení podle bodu 4, vyznačené tím, že výměník tepla (3) je tvořen pláštěm a svazkem trubek svisle orientovaných, přičemž ochlazovaný katalyzátor prochází pláštěm a chladicí prostředí prochází trubkami.

7. Zařízení podle bodu 5, vyznačené tím, že první recyklovací potrubí (4) je spojeno s horní částí výměníku tepla (3) a potrubí (5) k odvádění katalyzátoru z výměníku tepla (3) je napojeno na dno výměníku tepla (3), takže katalyzátor klesá výměníkem tepla (3).

8. Zařízení podle bodu 7, vyznačené tím, že v potrubí (5) při odvádění katalyzátoru z výměníku tepla (3) je řídicí ventil (20), který je ve spojení s řídicím systémem zahrnujícím teplotní čidlo (21) v horní části spalovací komory (1), které ve spojení s prostředky (22) pro řízení teploty vyvíjí výstupní signál, přenášený řídicími prostředky (23) k řídicímu ventilu (20) nastavitelnému v souhlase s teplotou v horní části spalovací komory (1), čímž se řídí proudění katalyzátoru z výměníku tepla (3).

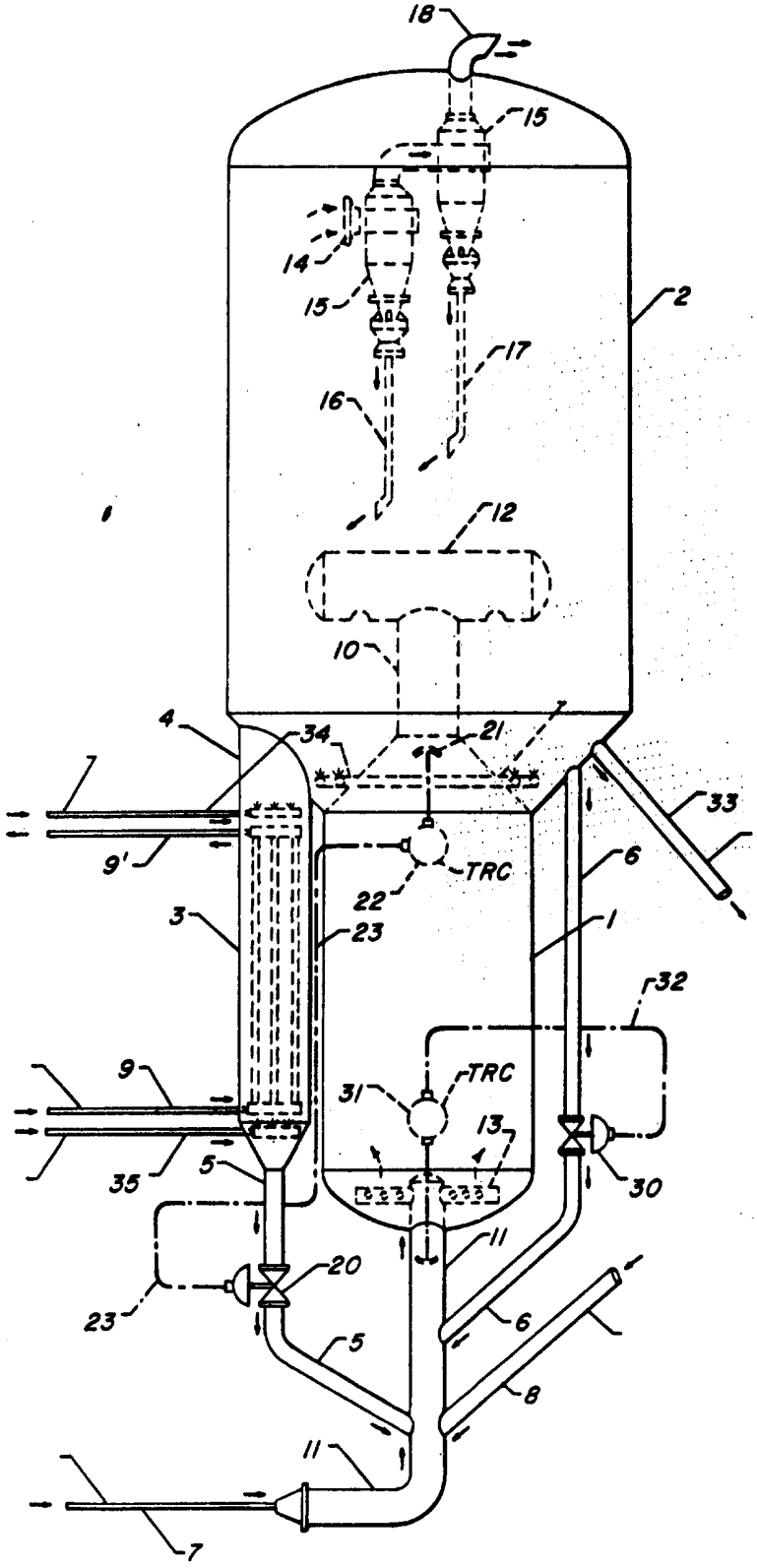
9. Zařízení podle bodu 6, vyznačené tím, že první recyklovací potrubí (4) je napojeno na dno výměníku tepla (3), potrubí (5) k odvádění katalyzátoru z výměníku tepla (3) je napojeno na horní část výměníku tepla (3) a potrubí (7') pro regenerační plyn je napojeno na dno výměníku tepla (3), přičemž je katalyzátor unášen ve výměníku tepla (3) směrem vzhůru tímto regeneračním plynem.

10. Zařízení podle bodu 9, vyznačené tím, že v prvním recyklovacím potrubí (4) je řídicí ventil (20), který je ve spojení s řídicím systémem zahrnujícím teplotní čidlo (21) v horní části spalovací komory (1), které ve spojení s prostředky (22) pro řízení teploty vyvíjí vstupní signál, přenášený řídicími prostředky (23) k řídicímu ventilu (20) nastavitelnému v souhlase s teplotou v horní části spalovací komory (1), čímž se řídí proudění katalyzátoru z výměníku tepla (3).

11. Zařízení podle bodu 8 nebo 10, vyznačené tím, že dolní část spalovací komory (1) je spojena s výstupním potrubím (5) výměníku tepla (3) přes směšovací potrubí (11), do kterého ústí druhé recyklovací potrubí (6) a výstupní potrubí (7) pro regenerační plyn, takže se ochlazený regenerovaný katalyzátor, horký regenerovaný katalyzátor a regenerační plyn mísí ve směšovacím potrubí (11) před zavedením do spalovací komory (1).

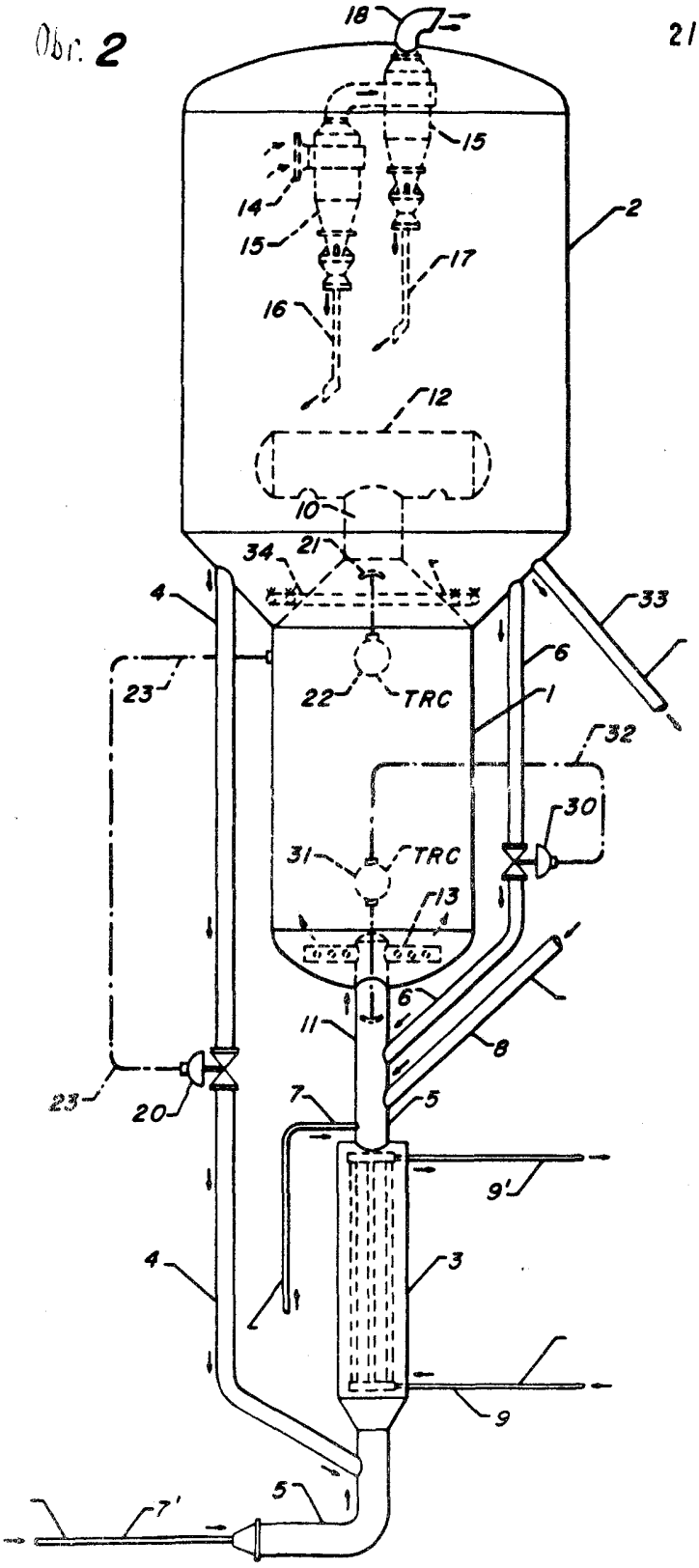
12. Zařízení podle bodu 11, vyznačené tím, že druhý řídicí ventil (30) umístěný ve druhém recyklovacím potrubí (6) je spojený s kontrolním systémem s teplotními čidly ve směšovacím potrubí (11) a s prostředky pro řízení teploty (31), které se nastavují v závislosti na teplotních čidlech a vytvářejí výstupní signál, který prostředky (32) přenášejí ke druhému.

2 výkresy


18
15
14
15
2
17
16
12
10
4
34
21
33
9'
TRC
22
6
3
23
1
32
9
TRC
31
13
30
35
5
11
20
23
6
5
8
11
7

112

Obr. 2


18
15
14
15
17
16
12
10
34
21
4
33
6
23
22
TRC
1
32
30
31
TRC
13
6
11
8
23
20
7
5
9'
4
3
9
5
7'