

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

**3239-98**

(19)

ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **10. 04. 97**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **10.04.96**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **96/628539**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **14. 04. 99**  
(Věstník č. 4/99)

(86) PCT číslo: **PCT/US97/05917**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 97/37754**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>:

**B 01 J 8/00**  
**B 01 D 53/56**

(71) Přihlášovatel:

FUEL TECH, INC., Naperville, IL, US;

(72) Původce:

Von Harpe Thure, Meerbusch, DE;

(74) Zástupce:

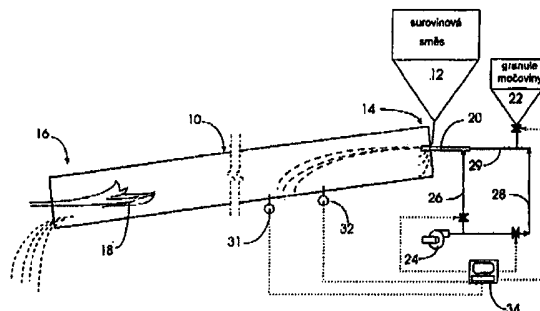
Jirotková Ivana Ing., Nad Štolou 12, Praha  
7, 17000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob snižování emisí oxidů dusíku  
z rotačních cementářských pecí  
selektivní nekatalytickou redukcí  
a zařízení k jeho provádění**

(57) Anotace:

Způsob spočívá v tom, že do otevřeného konce pece jsou injektovány granule močoviny s počáteční rychlostí nejméně 25 m/s, nejčastěji více než 100 m/s, čímž dosáhnou pásma uvnitř pece, kde je teplota v rozsahu od 900° do 1100°C. Zařízení k provádění způsobu sestává z injektoru /20/, z prostředků pro dodávku močoviny do injektoru a z prostředků pro dodávku vzduchu do injektoru.



CZ 3239-98 A3

## oxidů dusíku

Způsob snižování emisí ~~NO<sub>x</sub>~~ z rotačních cementářských pecí selektivní nekatalytickou redukcí *a navázání na jeho provádění*

### Oblast techniky

Vynález se týká omezení environmentálních škod způsobených oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ) vznikajícími v rotačních pecích při výrobě cementu aplikací selektivní nekatalytické redukce (SNCR) v plynné fázi.

Cement vzniká v rotačních pecích zahříváním vápence a jílu nebo jiných vhodných křemičitých materiálů při velmi vysokých teplotách (například  $1700^\circ\text{C}$  a vyšších). Při těchto vysokých teplotách značně vzrůstá rozsah tvorby oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ), protože podmínky napomáhají tvorbě volných radikálů kyslíku a dusíku a jejich chemickému spojení ve formě oxidů dusíku. Navíc použité palivo často obsahuje chemicky vázaný dusík, který může být při spalování konvertován na  $\text{NO}_x$ .

Pro mnoho typů spalovacích zařízení byla vyvinuta četná ekonomicky zajímavá opatření umožňující snižování množství  $\text{NO}_x$  vnášením vhodných chemikálií jako je močovina a čpavek. Tyto látky reagují s  $\text{NO}_x$  a konvertují je na jiné sloučeniny, jež lze buď emitovat do ovzduší nebo odstranit z odpadních plynů. Mezi nimi jsou výhodné selektivní reakce v plynné fázi, pokud je lze účinně realizovat, a to jak katalytické (SCR) tak nekatalytické (SNCR). Zvláště účinné a ekonomické jsou nekatalytické způsoby. V mnoha realizovaných instalacích se katalytické způsoby projevují jako méně žádoucí, protože vyžadují rozsáhlé investice, značný výrobní prostor a jsou poruchové.

Existují však i praktické důvody, jež zpochybňují použití nekatalytických způsobů (SNCR) z hlediska ochrany prostředí v okolí cementářských pecí. Dosažení trvalého a rozsáhlého snížení  $\text{NO}_x$  nekatalytickými způsoby záleží na technologickém a chemickém řešení. Tyto reakce probíhají v

plynné fázi v relativně úzkém teplotním oboru například 900 ° - 1100 °C a typicky zahrnují koncentrace  $\text{NO}_x$  200 až 1500 ppm objemových a buď močovinu nebo čpavek v množství od stechiometrického až do jeho trojnásobku. Reakce SNCR vyžadují, aby ke kontaktu reaktivních látek došlo ve vysokém zředění, při správné teplotě a v plynné fázi.

Konstrukce rotační cementářské pece činí uvádění účinných chemických přísad do správného teplotního pásma nesnadným. Tato zařízení sestávají z otáčejících se válcovitých komor a mohou mít délku řádově stovku metrů i více. Jeden konec pece je chladný a jeho teploty jsou značně pod teplotami vhodnými pro SNCR. Druhý konec je centrálně vytápěn plamenem z hořáku umístěného v ose pece a jeho teploty jsou příliš vysoké. Správné teploty pro redukci  $\text{NO}_x$  se dociluje v pásmu značně vzdáleném od chladného konce, například od 5 do 50 m.

Pokud přijde redukční činidlo pro  $\text{NO}_x$  do kontaktu s horkými plyny v rotační peci v místech, kde je teplota příliš vysoká, je toto redukční činidlo oxidováno na další  $\text{NO}_x$ . V praxi se používalo vodných roztoků, aby byla k dispozici voda pro ochranu činidla v pásmech vysoké teploty. V místech, kde je v peci teplota příliš nízká, činidlo pro redukci  $\text{NO}_x$  přichází nazmar a čpavek je vypouštěn do ovzduší. Nebylo proto možno uvádět vodné roztoky redukčních činidel pro  $\text{NO}_x$  do rotačních cementových pecí při teplotách potřebných pro účinné selektivní nekatalyzované reakce.

Trvá potřeba způsobu a zařízení pro ekonomické použití SNCR redukce emisí  $\text{NO}_x$  z cementářských pecí.

#### Dosavadní stav techniky

Mezi způsoby selektivní nekatalytické redukce SNCR mají význačné postavení způsoby popsané například Lyonem v

patentu USA 3,900.554 a Arandem a dalšími v patentu USA 4,208.386 a 4,325.924. Stručně řečeno, tyto patenty popisují vstřikování čpavku (Lyon) a močoviny (Arand a další) do horkých spalných plynů, aby selektivně reagovaly s  $\text{NO}_x$  a redukovaly je v dvouatomový dusík a vodu.

Způsob SNCR popsaný Lyonem v patentu USA 3,900.554 snižuje koncentraci oxidu dusnatého ( $\text{NO}$ ) ve spalných plynech. Lyon popisuje injekci (vstřikování) čpavku nebo určitých jeho prekurzorů nebo jejich vodných roztoků do odpadního plynu bohatého kyslíkem pro selektivní reakci s oxidem dusnatým při teplotě v rozsahu od 870 ° až 1100 °C. V tomto způsobu je důležité, že se teplota spalin při kontaktu s plynným čpavkem nalézá uvnitř úzkého oboru teplot, "teplotního okénka". Teploty vymezující toto okénko lze přidáním určitých látek snížit. Distribuce čpavku ve spalinách je pro dosažení maximálního využití čpavku a redukci  $\text{NO}_x$  uvnitř uvedeného definovaného teplotního okénka nejdůležitější. Neefektivní využití by zvýšilo náklady a způsobilo další problémy spojené s likvidací čpavku.

Arand a další popisují v patentu USA 4,208.386, že močovinu lze samotnou nebo v roztoku přidat ke spalinám bohatým na kyslík v teplotním rozmezí 700 ° až 1100 °C. Veškerá močovina, která v uvedeném teplotním okénku nezreaguje s  $\text{NO}_x$  je však teplem chemicky transformována a její jisté množství se ochlazením mění na čpavek. Přihlašovatelé sdělují, že močovina se může uvádět v podobě jemně mletého prášku, v roztavené podobě jako jemný postřik a jako jemný postřik v roztoku. Stejně jako v Lyonově způsobu, i v tomto případě je distribuce činidla rozhodujícím faktorem účinnosti selektivní redukce a proto i její hospodárnosti a prevence potíží s eliminací nežádoucího čpavku a poruch v důsledku zanášení.

Podobně Arand a další v patentu USA 4,325.924 popisuje způsob SNCR používající močoviny pro spaliny s bohatým obsahem paliva. Odplyny tohoto druhu mohou vzniknout postupným spalováním, který může vést ke vzniku vysokých koncentrací nežádoucích uhlikatých zplodin. I v tomto případě je distribuce činidla rozhodujícím faktorem a když není dostatečná, může mít za následek nežádoucí ekonomické i ekologické důsledky.

Řada dalších patentů v oboru SNCR popisuje zdokonalování výše uvedených způsobů. Například v patentu USA 4,992.249 popisuje Bowers, jak v případě vodných roztoků močoviny lze docílit dobrých výsledků u odplynů s vysokým obsahem kyslíku při vyšších teplotách než navrhuje Arand a další, když se zvětší velikost kapek a sníží koncentrace močoviny. V případě vodných roztoků však nelze docílit distribuce v potřebném teplotním rozsahu uvnitř rotační pece ani úpravou koncentrace a velikosti částic.

V další modifikaci popisuje Bowers v patentu USA 4,719.092, že pro snížení koncentrace zbytkového čpavku v odplynu lze společně s vodným roztokem močoviny vstříkovat uhlovodík obsahující kyslík jako dodatečnou složku. Vzdor tomuto doplňkovému materiálu není v případě vodných roztoků distribuce do potřebného teplotního rozmezí uspokojivá.

Ve snaze docílit lepší distribuce injektováním DeVita popisuje v patentu USA 4,915.036 injektor, který vykazuje dobrou distribuci vstříkovaných tekutin při minimálním nebezpečí zanášení. Specifikace informuje o potřebě dobré distribuce chemikálií a umožňuje její zlepšení všude, kde to dovoluje geometrie spalovacího zařízení. Podobně popisuje Burton v patentu USA 4,842.834 injektor, který je použitelný v mnoha typech spalovacích zařízení a zlepšuje rozdělení velikosti kapek speciální přísadou v použitých vodných

roztocích. A Chawla a další v patentu WO 91/17.814 popisují trysku (dýzu) umožňující vstřikování dvoufázové směsi vzduch - vodná kompozice pro snížení obsahu  $\text{NO}_x$  do odpadních plynů při rychlosti zvuku s cílem dosáhnout zlepšeného rozdělení velikosti částic, ale rovněž může použít podobné přísady. Vývoj současné technologie tedy zřejmě orientuje výzkumné pracovníky na používání roztoků v přesvědčení, že regulace koncentrace a velikosti částic odpoví na většinu problémů s distribucí činidla. Tyto způsoby však bohužel neřeší problémy rotačních cementářských pecí.

Vzdor uvedeným přednostem nebylo možné u rotačních cementářských pecí aplikovat SNCR s dostatečnou ekonomickou účinností. Obecně se používalo uvádění činidel pro snižování obsahu  $\text{NO}_x$  ve formě vodných roztoků, jež však nelze vstřikovat s dostatečnou hybností, jež by zabránila odpaření dříve než dosáhnou optimálního teplotního oboru, v němž by mohly plně reagovat.

#### Podstata vynálezu

Jedním z cílů vynálezu je poskytnout způsob usnadňující účinné použití SNCR pro snížení emisí  $\text{NO}_x$  z rotačních cementářských pecí.

Dalším cílem tohoto vynálezu je poskytnout zařízení pro účinné použití SNCR pro snížení emisí  $\text{NO}_x$  z rotačních cementářských pecí.

Jiným cílem tohoto vynálezu je poskytnout způsob výroby cementového slínku v rotační cementářské peci při snížených emisích  $\text{NO}_x$ .

Z jednoho hlediska způsob navržený tímto vynálezem zahrnuje: umístění injektoru schopného vrhat (injektovat) granule močoviny při rychlostech 25 až více než 120 m za sekundu, výhodně více než 50 m/sec, otevřeným koncem rotační

cementářské pece do horkých spalin; injektovat tyto granule močoviny do spalin s hybností dostatečnou k tomu, aby je dopravila do pásma v peci, kde teplota je v rozmezí 900 °- 1100 °C.

V jiném ohledu vynález nabízí způsob zlepšení výroby cementového slínku v rotační peci se zvýšeným chladným koncem a s horkým koncem zahříváním na teplotu nejméně asi 1500 °C, který zahrnuje: plnění surovinové směsi obsahující uhličitan vápenatý a křemičitou složku do chladného konce pece; umístění injektoru schopného vrhat granule močoviny rychlostí nejméně 25 až více než 120 m/sec z chladného konce pece do spalin; injektovat granule močoviny do spalin s hybností postačující k tomu, aby dosáhly pásma uvnitř pece, kde teplota dosahuje 900 °C až 1100 °C; a vyvezení cementového slínku z pece.

V ještě dalším aspektu vynález nabízí zařízení pro snížení emisí NO<sub>x</sub> z rotačních cementářských pecí selektivní nekatalytickou redukcí, jež zahrnuje: injektor schopný vrhat granule močoviny při rychlostech nejméně 25 až více než 120 m/sec, umístěnou v otevřeném konci rotační cementářské pece, do spalin; prostředky pro dopravu močoviny k uvedenému injektoru; a prostředky pro dodávku vzduchu k uvedenému injektoru dostačující k injekci granulí močoviny do spalin uvnitř pece s hybností potřebnou k tomu, aby dosáhly pásma uvnitř pece, kde teplota dosahuje 900 °C až 1100 °C.

#### *Stručný popis obrázku*

Vynález bude srozumitelnější a jeho výhody budou zřejmější, když se bude následující stručný popis číst s přihlédnutím k připojenému obrázku, ve kterém:

Obrázek 1 je schematické a zjednodušené znázornění aplikace injekce močoviny způsobem SNCR do rotačních

cementářských pecí podle vynálezu.

*Nejlepší způsob provedení vynálezu*

Obrázek 1 ukazuje schematické znázornění rotační cementářské pece 10 zlepšené podle vynálezu. Násypný zásobník 12 obsahuje surovinovou směs, jež může mít jakékoliv vhodné složení. Cement typicky vzniká zahříváním dobře homogenizované směsi vápenatých a jílovitých surovin až do počátku tavení a rozemletím vznikajícího slínku. Pro tento účel je k dispozici mnoho surovin jako je vápenec, pálený vápenec, křída, zatvrdlý cement, slíny, jíl, lupek, břidlice, vysokopecní struska ap. Podíly složek ve směsi jsou vhodně upraveny tak, aby vznikla směs obsahující asi 75 % uhličitanu vápenatého a asi 25 % hlinitokřemičitanů a volného oxidu křemičitého. Přesné složení není pro vynález důležité. Důležitá však je skutečnost, že dochází ke vzniku vysokého obsahu  $\text{NO}_x$ , protože surovinová směs musí být zahřáta na extrémně vysoké teploty, aby došlo k počínajícímu tavení jež je pro odborníky podmínkou vzniku kvalitního cementu.

Pec 10 je na obrázku ukázána ve zkráceném provedení naznačeném přerušovanými čarami ve středu obrázku. Pece tohoto druhu jsou typicky konstruovány z ocelového válce vyloženého žárovzdornými cihlami nebo jiným vhodným žárovzdorným materiálem a pomalu se otáčejí (například rychlostí 20 až 100 i více otáček za hodinu) kolem osy slabě odkloněné od vodorovné osy. V typickém případě tyto pece mívají průměr 2 až 4 m a jsou dlouhé 60 až 150 m. Výkon může být asi 500 až 4000 t/den v závislosti na velikosti.

Surovinová směs (cementový premix) se plní do horního konce 14 pece 10 ze zásobníku 12. Tato směs se může připravovat mokřým nebo suchým způsobem jak je v oboru běžné, ale suchý způsob se obvykle používá, když jedna nebo obě materiálové složky mají zvýšenou tvrdost. V dlouhých pecích se mokré směsi zpracovávají ekonomičtěji. Tento popis znázorňuje zpracování mokré směsi v peci o délce 100 m a průměru 4 m. Při postupu dolů pecí k jejímu nižšímu konci 16 na levé straně obrázku je směs promíchávána a protřepávána. Po opuštění pece slínek postupuje k chladiči (není na obrázku) kde své teplo předává přímou nebo nepřímou výměnou tepla přiváděnému spalovacímu vzduchu.

Hořák 18 je umístěn na výstupním konci 16 a celému postupu dodává potřebné teplo. K tomuto konci 16 se přivádí předeheřtý spalovací vzduch. Jako palivo se v typickém případě používá práškové bitumenní uhlí, ale může se použít jakékoliv palivo vhodné pro tento účel. Teploty jsou ve spalovacím pásmu poblíž hořáku 18 přibližně 1700 °C a na vyšším (chladném) konci 14 jsou typicky pod 700 °C. Proto jsou teploty na horkém konci 16 nad teplotami potřebnými pro močovinový proces SNCR a na chladném konci 14 je teplota příliš nízká. Vlivem vysokých spalovacích teplot jsou základní koncentrace NO<sub>x</sub> typicky nad 100 ppm a ještě častěji jsou v rozmezí asi 300 až 1000 ppm. Vynález zajišťuje značné snížení obsahu NO<sub>x</sub>, v typickém případě o 50 - 75 %.

Vynález usnadňuje použití močovinového procesu SNCR aplikací močovinových granulí a prostředků pro vstřikování schopných generovat na výstupu z dýzy výstupní rychlostí vyšší než 10 m/sec. Injektor 20 je umístěn na konci chladného konce pece 14 poblíž jeho nejvyššího bodu. Injektor 20 je zaměřen v linii, jež je nad osou rotace pece. Protože střední objemová rychlost plynů v peci je v rozmezí

asi 3 až asi 25/sec, typicky mezi 6 a 10 m/sec a protože jednotlivé granule jsou vystaveny značné unášecí síle, výstupní rychlost dýzy má být pro tyto granule nejméně 25, raději však aspoň 100 m/sec, mají-li překonat vzdálenost 5 až 25 m uvnitř pece dříve než klesnou do rotujícího lože zahříváné surovinové směsi v peci. Horní limit této výstupní rychlosti dýzy není stanoven, ale v typickém případě bude nad 125 a pod 200 m/sec. Úspěšně lze použít injektorů používaných pro pískování povrchů, typicky konvergentně-divergentních dvoufázových dýz. Jedním vhodným typem této trysky je ocelová dýza vyráběná společností BHS GmbH, SRN, schopná injektovat granule močoviny počáteční rychlostí 120 až 140 m/sec při průtokové rychlosti 20 až asi 80 kg/hod.

Granule močoviny jsou do injektoru plněny z vhodného skladovacího zařízení označeného na obrázku jako zásobník 22. Granule mají komerční kavalitu, typicky mají rozměr 1 až 2 mm, např. 1,1 až 1,8 mm jako průměr hmotnostního mediánu. Je důležité, že jen asi 10 % hmotnostních granulí je o více než 50 % menší než minimum tohoto rozměrového rozmezí. Rovněž je výhodné, když tyto granule jsou opatřeny povlakem. Obvykle jsou povlečeny polymery jako jsou polymery s povrchově aktivními vlastnostmi používané komerčně k tomuto účelu. Povlékání je v cementářství používáno jako prevence vytváření nálepků (úsad). Podle potřeby mohou tyto granule obsahovat i jiné materiály a s výhodou mohou obsahovat surovinovou směs (cementový premix) nebo mletý slínek v množství od asi 5 do asi 50 % hmotnostních. Kde se používá granulí tohoto typu, je možno je výhodně mlít na rozměr hmotnostního průměru asi 100 až asi 400 mesh (okatosť) a spojit je s močovinou v roztavené formě před tvarováním granulí. Použití tohoto typu granulí je výhodné z hlediska uchování čistoty trysek, protože působí jako brusivo a

protože zvyšují hustotu granulí a tím zvyšují hybnost a dolet injektovaných granulí.

Stlačený vzduch zajišťuje čerpadlo nebo kompresor 24 a je veden vhodným potrubím označeným 26 a 28. Potrubí 29 dodává vzduch v množství a tlaku potřebném pro dopravu částic močoviny ze zásobníku 22 do injektoru 20 a potrubí 26 dodává vzduch do dýzy injektoru při tlaku a rychlosti potřebných pro udělení potřebné hnací síly granulím. Tryska injektoru má být schopna granule injektovat takovou rychlostí, aby alespoň 75 % částic kleslo v pásmu 3 až 5 m ve směru osy. Raději však má klesnout v tomto pásmu alespoň 90 %.

Je výhodné, když existuje technické opatření pro stanovení teplot v různých bodech uvnitř pece. Například senzory 31 a 32, což mohou být termočlánky, lze použít pro vysílání signálu hlásícího teplotu v kontrolovaném místě. Tyto signály pak mohou být přenášeny do vhodného kontrolního centra 34 nebo jiného zařízení schopného srovnat signál s referenčním signálem a vyslat signál jako reakci na toto srovnání. Tento kontrolní signál je potom přenášen na ovladače ventilů a jiných regulačních a měřících zařízení pro regulaci dodávky stlačeného vzduchu potrubím 26 a 28 a granulí močoviny ze zdroje 20.

Močovina se uvádí do pece rychlostí potřebnou k tomu, aby molární poměr dusíku močoviny k dusíku  $\text{NO}_x$  (známý v oboru jako normalizovaný stechiometrický poměr NSR) byl v rozmezí 0,5:1 k asi 3:1, typicky od asi 1:1 k asi 2:1. Močovina se nemá používat v koncentracích, jež by rozkladem vedly ke koncentraci čpavku vyšší než asi 25 ppm a je výhodné když takto vzniklý čpavek bude udržován na koncentraci nižší než 15 ppm. Určitý stupeň rozkladu močoviny na čpavek je však žádoucí, když se na technologické

lince za pecí používá elektrostatických precipitátorů, protože čpavek může usnadnit práci těchto přístrojů.

Cementový slínek je vyvážen z nižšího (chladného) konce 14 pece, chlazen jak uvedeno výše a mlet na částice vhodných rozměrů, jak je v oboru obvyklé.

Následující příklad je uveden v zájmu lepšího objasnění a ilustrování tohoto vynálezu a některých jeho výhod, ale v žádném případě jej nelze brát jako omezující vyjádření.

Pokud není uvedeno jinak, uváděná procenta jsou hmotnostní.

#### Příklad provedení vynálezu

Cementová surovinová směs obsahující 75 % kalcinovaného vápence a 25 % břidličné hlíny se mele v nárazovém mlýnu na práškovou surovinovou směs. Tato směs se pak zavází do rotační pece rychlostí 40 t/hod. Pec je rotačního typu s délkou asi 100 m a průměrem 4 m. Pec se otáčí rychlostí asi 100 otáček za hodinu kolem nakloněné osy a mezi nižším a vyšším koncem je převýšení asi 5 m. V dolním konci se spaluje práškové uhlí v dvoukanálkovém hořáku, přičemž je vzduch předehřátý na asi 500 °C dodáván v asi 13% (hmotnostním) přebytku. Uhlí je podáváno rychlostí potřebnou k tomu, aby vydávalo 3,17 MJ na tunu surovinové směsi. Surovinová směs se zahřívá když postupuje protiproudě proti spalným plynům produkovaným hořákem.

Teplota spalných plynů hned za hořákem je asi 1700 °C. Základní koncentrace NO<sub>x</sub> se naměří jako 550 ppm. Teplota na chladném konci pece, jímž je pec plněna surovinovou směsí, je asi 700 -800 °C. Teploty 1000 °C se v peci dosahuje v pásmu uvnitř pece vzdáleném 10-20 m.

Močovina se uvádí do injektoru typu Venturiho trubice, jímž je vháněna do pece počáteční (výstupní) rychlostí asi 140 m/sec. Močovinové granule mají průměr hmotnostního

mediánu asi 1,6 mm, jsou kulovité a povlečeny povrchově aktivním prostředkem. Asi 90 % částic močoviny po průchodu pecí klesá v pásmu vzdáleném od místa vstřikování 9 až 12 m. Močovina se dodává s hodnotou NSR asi 1. Koncentrace  $\text{NO}_x$  se sníží o 75 % na 140 ppm.

Výše uvedený popis má za cíl informovat pracovníka s běžnými odbornými znalostmi, jak uskutečnit tento vynález a není určen k tomu, aby podrobně rozebíral všechny jeho zřejmé modifikace a varianty, které jsou každému zkušenému pracovníkovi v oboru zřejmé po přečtení popisu. Zároveň se předpokládá, že všechny takové zřejmé modifikace a varianty spadají do rozsahu tohoto vynálezu, který je definován následujícími nároky. Tyto patentové nároky jsou míněny tak, že pokrývají nárokované složky a pracovní stupně v jakémkoliv pořadí účinném z hlediska zamýšlených cílů, pokud z kontextu specificky nevyplývá opak.

# P A T E N T O V É   N Á R O K Y

*oxidů dusíku*

1. Způsob snižování emisí ~~NO<sub>x</sub>~~ z rotačních cementářských pecí selektivní nekatalytickou redukcí,  
v y z n a č u j í c í   s e   t í m,

že se do otevřeného konce rotační cementářské pece umístí injektor schopný injektovat granule močoviny rychlostí nejméně 25 m/s do horkých spalných plynů a

granule močoviny jsou do spalných plynů injektovány s hybností dostatečnou k tomu, aby dosáhly pásma uvnitř pece, kde je teplota v rozsahu od 900 ° do 1100 °C.

2. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í   s e   t í m, že základní koncentrace NO<sub>x</sub> je v rozsahu od asi 300 do asi 1000 ppm a sníží se nejméně o 50 %.

3. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í   s e   t í m, že granule jsou injektovány tak, aby alespoň 75 % z nich spadalo do pásma od 3 do 5 m v osovém směru v rotační peci.

4. Způsob podle nároku 1, v y z n a č u j í c í   s e   t í m, že počáteční rychlost částic opouštějících trysku je nejméně 25 m/s pro zajištění, že částice doletí uvnitř pece do vzdálenosti 5 až 25 m, než klesnou na otáčející se lože zahřívané surovinové směsi v peci.

5. Způsob zlepšení výroby cementového slínku v rotační peci, jež má vyšší chladný konec a horký konec zahřívaný na teplotu alespoň asi 1700 °C, v y z n a č u j í c í   s e   t í m, že

cementová surovinová směs obsahující uhličitán vápenatý a křemičitou složku je plněna do chladného konce pece;

do chladného konce rotační cementářské pece se umístí

injektor schopný injektovat granule močoviny při rychlostech nejméně 100 m/s do horkých spalných plynů;

granule močoviny jsou injektovány do spalných plynů s hybností dostačující k tomu, aby je dopravila do pásma v peci, kde je teplota v rozmezí 900 ° až 1100 °C a cementový slínek je odebírán z pece.

6. Zařízení pro snižování emisí  $\text{NO}_x$  z rotačních cementářských pecí selektivní nekatalytickou redukcí, v y z n a č u j í c í s e t í m, že zahrnuje

injektor schopný injektovat granule močoviny rychlostmi nejméně 100 m/s do horkých spalných plynů, umístěný v otevřeném konci rotační cementářské pece;

prostředky pro dodávku močoviny do uvedeného injektoru a

prostředky pro dodávku vzduchu do uvedeného injektoru pro vstřikování granulí močoviny do spalných plynů v peci s hybností dostačující k tomu, aby je dopravila do pásma v peci, kde je teplota v rozmezí 900 ° do 1100 °C.

7. Zařízení pro snižování emisí  $\text{NO}_x$  ze spalných plynů selektivní nekatalytickou redukcí, v y z n a č u j í c í s e t í m, že zahrnuje

injektor schopný vstřikovat granule močoviny rychlostmi nejméně 100 m/s do horkých spalných plynů;

prostředky pro dodávku močoviny do uvedeného injektoru a

prostředky pro dodávku vzduchu do uvedeného injektoru pro injektování granulí močoviny do spalných plynů s hybností dostačující k tomu, aby je dopravila do pásma, kde je teplota v rozmezí 900 ° do 1100 °C.

