

(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG**

**MAGYAR
SZABADALMI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

211 407 B

(21) A bejelentés ügyszáma: P 93 00582
(22) A bejelentés napja: 1993. 03. 03.
(30) Elsőbbségi adatok:
P 42 06 699 1992. 03. 04. DE

(51) Int. Cl.⁶

B 01 D 53/36

(40) A közzététel napja: 1994. 11. 28.
(45) A megadás meghirdetésének dátuma a Szabadalmi
Közlönyben: 1995. 11. 28.

(72) Feltalálók:

dr. Engler, Bernd, Hanau (DE)
dr. Lox, Egbert, Hanau (DE)
dr. Leyrer, Jürgen, Alzenau (DE)

(73) Szabadalmas:

DEGUSSA Ag., Frankfurt/Main (DE)

(74) Képviselő:

S.B.G. & K. Budapesti Nemzetközi Szabadalmi
Iroda, Budapest

(54) Katalizátor nitrogén-oxidok mennyiségének csökkentésére járműmotorok kipufogógázában

(57) KIVONAT

A találmány tárgya nitrogén-oxidok mennyiségének csökkentése járműmotorok sovány kipufogógázában katalizátor segítségével. A katalizátor valamely különböző szerkezetű testen egy első katalitikus réteget tartalmaz nagy felületű alumínium-oxidból

és/vagy cérium-oxidból, amely impregnálva van katalitikusan aktív irídium és platina nemesfém-komponensek elegyével. Az első rétegre egy második katalitikus réteg van felhordva zeolitból, amely rezet és/vagy vasat tartalmaz és mordenit típusú.

A találmány nitrogén-oxidok mennyiségének járműmotorok sovány kipufogógázában való csökkentésére vonatkozik.

A találmány tárgya – közelebbről megjelölve – katalizátor nitrogén-oxidok csökkentésére járműmotorok sovány kipufogógázában. A katalizátor valamely közbős szerkezetű testen egy első katalitikus réteget tartalmaz, amely nagy felületű – adott esetben ritka földfémekkel és/vagy szilícium-dioxiddal – stabilizált alumínium-oxid és/vagy cérium-oxid elegyből áll, és amely hordozóanyagként szolgál a katalitikusan aktív nemesfém-komponensek számára, és az első rétegen egy zeolitból álló második katalitikus réteget tartalmaz.

A káros anyagoknak, így a szénmonoxidnak, szénhidrogéneknek és nitrogén-oxidoknak a kibocsátását Otto-motoroknál az utóbbi években szabályozott, háromutas-katalizátor adagolásával erőteljesen csökkenteni lehet. A háromutas-katalizátorok rendelkeznek azzal a képességgel, hogy a szénmonoxidot és a szénhidrogéneket ártalmatlan vegyületekké, így széndioxidá és vízé oxidálják, egyidejűleg pedig a nitrogén-oxidokat molekuláris nitrogénné redukálják, ahogy a DE-PS 38 30 318. számú német szabadalmi leírásban ismertetik. A háromutas-katalizátorok kifogástalan működésének az előfeltétele az, hogy a kipufogógázban a redukáló és az oxidáló komponensek sztöchiometrikus arányban legyenek jelen. Ez az optimális arány akkor teljesül, ha az úgynevezett lambda-levegőszám (légfelesleg) a kipufogógázban 1-gyel egyenlő. A lambda-levegőszám például a Bretschneider-képlettel számítható a kipufogógáz különböző összetevőiből [J. Bretschneider, Bosch Techn. Berichte 6 (1979) 177].

Reális vezetési körülmények esetében a levegőáramot a háromutas-katalizátoroknál lambda-szabályozással állandóan 1 értékre kell beállítani. Ehhez oxigénkoncentrációt a kipufogógázban egy lambda-szondával kell mérni és a levegő/üzemanyag-arányt a motor szívfőjén úgy kell szabályozni, hogy a levegőszám értéke a kipufogógázban 1 legyen.

A Diesel- és az úgynevezett (Otto-)sovány keveréssel működő motoroknál ez az elv a kipufogógáz tisztításánál nem alkalmazható. Ezek a motorok állandóan nagy oxigénfelesleggel dolgoznak, amely a kipufogógázban 1-nél nagyobb levegőszámértékhez vezet (lambda>1).

A Diesel- és Otto-motorok kipufogógázainak a tisztítására ez okból „Diesel-oxidációs katalizátorok” kerültek kifejlesztésre, amelyeket például a DE 39 40 758. számú német szabadalmi leírásban ismertetnek. Ezek a katalizátorok nagy átalakítási arányokat mutatnak a szénmonoxid és a szénhidrogének oxidációját illetően, nem változtatják azonban meg a nitrogén-oxid-tartalmat a kipufogógázban. A nitrogén-oxid csökkentése redukció útján ezekkel a katalizátorokkal a kipufogógázban lévő nagy oxigénrészarány miatt nehéz.

A DE 36 35 284. számú német nyilvánossághozatali iratban nitrogén-oxidoknak ammónia segítségével való átalakítását írják le. Mozgó kibocsátó forrásokon

ilyen eljárás nagyon nehezen alkalmazható, mivel az NH₃ számára egy további tartályra és egy költséges adagolóeszköze van szükség. Ezenkívül biztonsági okokból nem ajánlatos az ammóniát mozgó járművekben elhelyezni és szállítani.

Emellett ennél a rendszernél, a sztöchiometrikusnál nagyobb adagolás miatt, átalakulatlan ammónia másodlagos kibocsátása fordulhat elő (ammónia-szökés). A nitrogén-oxidok nagy mértékű átalakításához szükséges hőmérséklet ennél az eljárásnál 400 °C felett van.

A 1 127 044. számú japán nyilvánossághozatali iratban olyan katalizátorbevonatot írma le, amely mind a kipufogógázban lévő szénmonoxidot és a szénhidrogéneket oxidálni tudja, mind pedig a nitrogén-oxidokat képes redukálni az oxidáló kipufogógáz körülményei között.

Emellett egy kétrétegű bevonatról van szó, mégpedig egy első katalitikus rétegről az oxidációs reakciók katalizálására és egy arra felvitt, zeolitból álló, második rétegből. Erre a rétegre egy további lépésben rezet visznek rá aktív alkotóként.

Az első réteg alumínium-oxidból és egy ritka földfém-oxidból, például cérium-oxidból, állhat és egy vagy több fémrel van impregnálva a platina, palládium és a ródiium csoportból. Az első rétegnek nemesfémekkel való impregnálása után felviszik rá a második réteget, amely zeolitból és szilikagélből áll. Csak ezután történik a réz felvitele az egész katalizátorlépcsőnek valamely vizes rézacetát-oldatba 24 órára történő bemerítése útján.

Ez a technika állásából ismert katalizátor jóllehet 500–600 °C-os kipufogógáz-hőmérsékleteknél átalakítja a káros NO_x oxidokat, de ezek a hőmérsékletek jóval magasabbak, mint különösen a Diesel-motorok kipufogógázában tipikusan kialakuló 225–400 °C-os hőmérsékletek. A Diesel-motoroknál fontos 225–400 °C-os kipufogógáz-hőmérséklettartományra nincsenek megadva adatok a 1 127 044. számú japán nyilvánossághozatali iratban. Ezenkívül az egész vívőanyag utólagos impregnálása nem végezhető el anélkül, hogy a réz csak a zeolitra váljék le, az alumínium-oxidra azonban nem. Ezt mutatja a nyilvánossághozatali iratban megadott 20 g/liter vívőanyagterfogat réz-mennyiség is. Ez a mennyiség rendkívül nagy és meghaladja a zeolit maximális cserélőképességét. Ezen túlmenően úgy látszik, hogy nem érhető el a réz egyenletes (homogén) eloszlása a monoliton, különösen a méhsejt-testcsatornáiban ennél az eljárási lépésnél.

Ezenkívül a zeolitnak rézzel történő impregnálása nagyon költséges és időrabló (24 óra).

A leírásban, a példákban és az igénypontokban a részek, százalékok és az arányok tömegrészeket, tömegszázalékokat és tömegarányokat jelentenek, amennyiben másként nem adjuk meg.

A feladat olyan katalizátor kidolgozása volt, amely járműmotorok kipufogógázában lévő nitrogén-oxidok csökkentését teszi lehetővé, és amely már 225 °C-os kipufogógáz-hőmérsékleteknél összehasonlíthatóan nagy átalakítási képességet és arányokat mutat káros anyagok, így szénmonoxid és szénhidrogének, vala-

mint nitrogén-oxidok lebontására, továbbá egyszerűen és gazdaságosan elkészíthető.

A feladatot olyan katalizátor előállításával oldottuk meg, amely két katalitikusan aktív réteget tartalmaz, amelyeket az 1. igénypont tárgyi körében adunk meg. A katalizátorra az jellemző, hogy az első katalitikus rétegben lévő irídium és platina nemesfémalkotók 1:10 – 10:1, előnyösen 1:2 tömegarányban vannak jelen és a zeolit valamely rezet és/vagy vasat tartalmazó, hőstabil mordenit-típusú zeolit.

A találmány szerinti katalizátor különösen nagy átalakítási arányokat mutat káros anyagokra már 225 °C és 400 °C közötti hőmérsékleteken és ezért előnyösen használható Diesel-motorok kipufogógázainak a tisztítására. A katalizátor a nitrogén-oxidot nitrogénné redukálja még a Diesel-motorok és a sovány keverékkel működő Otto-motorok kipufogógázaiban lévő nagy oxigéntartalom esetén is. Ez az előnyös hatás többek között az első katalitikus rétegben lévő irídium- és platinafémek találmány szerinti kombinációján alapul, amelyet később még bemutatunk.

Ezenkívül egy hőstabil mordenit-típusú zeolit célirányú megválasztásával gondoskodunk arról, hogy a katalizátor öregedési viselkedését pozitívan befolyásoljuk. Emellett a zeolitba bevitt réz és vas mellékcsoportbeli fémek kombinációja optimális katalitikus hatáshoz vezet a káros hatású szénmonoxid, szénhidrogének és a nitrogén-oxidok átalakításánál.

A γ -aluminum-oxid stabilizálásához szilícium-dioxidot alkalmazhatunk. Optimális stabilizálást érünk el akkor, ha a szilícium-dioxidot 0,1%-nál nagyobb mennyiségben, előnyösen pedig 4,5–11,5%-ban alkalmazzuk γ -aluminum-oxidra vonatkoztatva.

A találmány szerinti célra különösen olyan mordenit-típusú zeolitok alkalmasak, amelyekben a $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ mólarány 8 felett, előnyösen 10 és 50 között, elsősorban pedig 15 és 30 között van. Ezek a nagy $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ mólarányok jó hőstabilitást kölcsönöznek a zeolitnak. A zeolitok ioncserélőképességükön belül a réz és vas mellékcsoportbeli elemekkel lehetnek terhelve. Különösen kedvező hatások jelennek meg a kész katalizátor aktivitására akkor, ha a mellékcsoportbeli elemek össz mennyisége a zeolit tömegére számítva 0,1–13%, előnyösen 1,0–7,0%. A réztartalom emellett 0,5% és legfeljebb 5,5% és/vagy a vas legalább 0,5% és legfeljebb 7,5% közötti tartományban van.

A katalitikus rétegek előnyösen monolitikus, szerkezeterősítő, méhsejt formájú kerámiából vagy fémből álló testekre vannak felvíve. A bevonóanyag mennyisége az első, valamint a második réteg számára mindenkori 50–150 g/liter katalizátortérfogat nagyságú.

A találmány egy második feladata eljárás kidolgozása nitrogén-oxidok csökkentésére járműmotorok kipufogógázaiban. Ezt a feladatot úgy oldottuk meg, hogy az 1–9. igénypontok bármelyike szerinti katalizátort alkalmaztuk a kipufogógázok tisztítására.

A találmányt a következőkben kiviteli példákön közelebbről is bemutatjuk. Katalizátortestként méhsejt alakú testeket alkalmazunk, amelyek Cordieritből készülnek 62 sejt/cm²-rel és 0,17 mm sejtalfvastagsággal.

1. példa

Technika állása szerinti összehasonlító katalizátor: VK1

VK1 összehasonlító katalizátorként a JP 1 127 044. számú japán nyilvánossághozatali iratnak megfelelően valamely katalizátortestet először γ -aluminum-oxid (BET-felület = 140 m²/g) vizes szuszpenziójába (25% szárazanyagtartalom) merítettünk és így 80 g/liter katalizátortérfogatnyi nagy felületű oxidréteget alakítottunk ki rajta. A katalizátortestet 120 °C-on megszártítottuk és 2 óra hosszat 600 °C-on kalcináltuk, utána pedig az oxidréteget bemeztetés útján vizes PdCl₂-oldattal impregnáltuk. Ezt követően a katalizátortestet 2 órán át 550 °C-on temperáltuk és végül a nemesfém-sót H₂-áramban ugyancsak 550 °C-on 3 óra hosszat redukáltuk. Egy további lépésben H-mordenit-suszpenziót készítettünk 90% H-mordenitből és 10% szilikagélből (SiO₂/Al₂O₃ mólarány 25:1).

Ezt a szuszpenziót 80 g szilárdanyag/liter katalizátortérfogat mennyiségben felvittük az első rétegre ismét bemeztetéses rétegekialakítás útján. Ezután a réteget 120 °C-on szárítottuk és 2 óra hosszat kalcináltuk, majd a H-mordenitet 24 órán át 0,02 mól/liter rézacetát-oldatban rézzel impregnáltuk és ismét szárítottuk 2 óra hosszat 300 °C-on.

Az ily módon előállított VK1 összehasonlító katalizátort 1,76 g palládiummal és 12,6 g rézzel terheltünk meg 1 liter katalizátortérfogatra számítva.

2. példa

Találmány szerinti katalizátor: K1

Valamely katalizátortestet először – ahogy az összehasonlító példában leírtuk – elláttunk 80 g/liter katalizátor-térfogat nagy felületű aluminum-oxid réteggel. Ezt követően a réteget 120 °C-on megszártítottuk és a hordozót 550 °C-on kalcináltuk 2 óra hosszat mindenkori levegőn. Ezután az aluminum-oxid réteget irídiummal és platínával 1:2 arányban bemeztetéssel impregnáltuk IrCl₃-ből és H₂PtCl₆-ból készített vizes oldatban. Ezt követően a réteget 550 °C-on 2 óra hosszat levegőn kalcináltuk és végül a hordozóanyagra leválasztott nemesfém-sókat H₂-áramban 550 °C-os hőmérsékleten 3 óra hosszat redukáltuk.

Egy további lépésben az első katalitikus rétegre felvittünk egy második réteget 80 g Cu/Fe-mordenit/liter katalizátortérfogat mennyiségben. A rétegekialakítást ismét úgy végeztük, hogy a katalizátortestet 95% Cu/Fe-mordenit 5% bentonittartalommal rendelkező vizes szuszpenzióba merítettük. A szuszpenzió szilárdanyagtartalma körülbelül 35% volt. Ezt követően a katalizátort 120 °C-on szárítottuk és 2 óra hosszat 550 °C-on kalcináltuk.

Az alkalmazott Cu/Fe-mordenit fizikai-kémiai adatait az 1. táblázatban adjuk meg.

3. példa

Találmány szerinti katalizátor: K2

A K2 katalizátort a találmány szerint a K1 katalizátorhoz hasonlóan készítettük. Az eltérés a 2. példához viszonyítva a nemesfém-komponensekben volt, de ezeket közvetlenül az aluminum-oxid-suszpenzióhoz ad-

tuk. Ezzel a megoldással lehetővé vált az, hogy lemondhattunk a közbelső kalcinálásról.

4. példa

Összehasonlító katalizátor: VK2

A VK2 összehasonlító katalizátort a 2. példában leírt találmány szerinti K1 katalizátorhoz hasonlóan állítottuk elő. Az eltérés a 2. példától az volt, hogy kizárólag H_2PtCl_6 -ot alkalmaztunk nemesfém-komponensként.

5. példa

Összehasonlító katalizátor: VK3

A VK3 összehasonlító katalizátort a 2. példában leírt találmány szerinti K1 katalizátorhoz hasonlóan állítottuk elő. Az eltérés a 2. példától az volt, hogy kizárólag $IrCl_3$ -at alkalmaztunk nemesfém-komponensként.

6. példa

Találmány szerinti katalizátor: K3

A K3 találmány szerinti katalizátort a 2. példában leírt találmány szerinti K1 katalizátorhoz hasonlóan állítottuk elő. Az eltérés a 2. példától az volt, hogy az $IrCl_3$ és a H_2PtCl_6 nemesfém-komponenseket 10:1 arányban alkalmaztuk.

7. példa

Találmány szerinti katalizátor: K4

A K4 találmány szerinti katalizátort a 2. példában leírt találmány szerinti K1 katalizátorhoz hasonlóan állítottuk elő. Az eltérés a 2. példától az volt, hogy az $IrCl_3$ és a H_2PtCl_6 nemesfém-komponenseket 1:10 arányban alkalmaztuk.

8. példa

Találmány szerinti katalizátor: K5

A K5 találmány szerinti katalizátort ugyancsak a 2. példában leírt találmány szerinti K1 katalizátorhoz hasonlóan állítottuk elő. Az eltérés a 2. példától az volt, hogy zeolitiként olyan mordenitet alkalmaztunk, amely 1,7% Cu-t tartalmazott vas nélkül.

9. példa

Találmány szerinti katalizátor: K6

A K6 találmány szerinti katalizátort ugyancsak a 2. példában leírt találmány szerinti K1 katalizátorhoz hasonlóan állítottuk elő. Az eltérés a 2. példától az volt, hogy zeolitiként olyan mordenitet alkalmaztunk, amely 1,5% Fe-t tartalmazott réz nélkül.

10. példa

Találmány szerinti katalizátor: K7

A K7 találmány szerinti katalizátort ugyancsak a 2. példában leírt találmány szerinti K1 katalizátorhoz hasonlóan állítottuk elő. Az eltérés a 2. példától az volt, hogy az első oxidáló réteg felhordásához 10% SiO_2 -vel stabilizált alumínium-oxidot alkalmaztunk.

11. példa

Találmány szerinti katalizátor: K8

A K8 találmány szerinti katalizátort ugyancsak a 2.

példában leírt találmány szerinti K1 katalizátorhoz hasonlóan állítottuk elő. Az eltérés a 2. példától az volt, hogy az első oxidáló réteg felhordásához cérium-oxidot használtunk.

5 Az egyes katalizátorok összetételét a 2. táblázatban pontosan megadjuk.

12. példa

Aktivításvizsgálat

10 A kipufogógázok tisztításához használható 1–11. példa szerinti katalizátorok katalitikus aktivitását egy modellgázvizsgáló berendezésben friss állapotukban, valamint 16 órás öregbítés után határoztuk meg. Az öregbítéshez a katalizátorokat valamely kemencében 15 750 °C-on levegőn temperáltuk.

Az aktivitásvizsgálathoz használt kipufogógáz összetételét a 3. táblázatban adjuk meg. Kipufogógázként olyan sovány keveréket alkalmaztunk, amelynek az oxigéntartalma meglehetősen nagy, mégpedig 6% volt. A Brettschneider-képlettel számított lambda-levegőszám erre az összetételre 1,35% volt.

20 Az aktivitásvizsgálatoknál a szénmonoxidnak, szénhidrogéneknek és a nitrogén-oxidoknak az átalakulását a kipufogógáz hőmérsékletének a függvényeként a katalizátorok előtt 50 000 h⁻¹ térsebességnél mértük.

25 Az aktivitásvizsgálat eredményeit a 4. és az 5. táblázatban foglaltuk össze. Ezekből látható, hogy a találmány szerinti K1 katalizátor jelentős eredményekkel rendelkezik a technika állása szerinti VK1 összehasonlító katalizátorhoz viszonyítva, különösen a Diesel-motorok és a szegény keverékkel működő Otto-motorok számára fontos 225–350 °C-os kipufogógáz-hőmérséklettartományban. Ezek az előnyök nem korlátozódnak 30 csupán az NO_x nitrogén-oxidok átalakítására, hanem megmutatkoznak a CO szénmonoxidnak és a HC szénhidrogéneknek az átalakításánál is. Míg a találmány szerinti katalizátor már 225 °C-os kipufogógáz-hőmérsékletnél teljes átalakítási teljesítményét eléri addig, 35 ameddig az összehasonlításul szolgáló katalizátor még alig mutatkozik aktívnak. Az összehasonlításul szolgáló katalizátor csak 350 °C-nál éri el a találmány szerinti katalizátor teljesítményszintjét a CO és a HC káros anyagok átalakításánál, míg az NO_x nitrogén-oxidok 40 átalakulása messze elmarad a találmány szerinti katalizátor teljesítménye mögött.

Ezek a kimagasló tulajdonságok az első katalitikus rétegben lévő irídium és platina nemesfémeknek a második katalitikus rétegben lévő Cu/Fe-mordenittel alkotott, találmány szerinti kombinációjának az eredményei.

55 Emellett a réz és vas mellékcsoportbeli elemek kombinációja ugyancsak jelentős előnyöket mutat a káros alkotóanyagok, így a szénmonoxid, szénhidrogének és a nitrogén-oxidok átalakítását illetően.

A VK2 összehasonlító katalizátor az első katalitikus réteg kizárólagos platinatartalmával a nitrogén-oxidok csökkenő átalakulási arányát mutatja növekvő kipufogógáz-hőmérséklet esetén. A VK3 összehasonlító katalizátor, amely kizárólag irídiumot tartalmaz az első rétegben,

ezzel szemben növekvő átalakulási arányt mutat emelkedő kipufogógáz-hőmérsékletnél. A két nemesfém-komponens kombinációja a találmány szerinti K1–K8 katalizátorokban a kipufogógáz-hőmérséklettel viszonylag független nagy átalakulási arányhoz vezet nitrogén-oxidok esetén a megadott sovány kipufogógáz-körülmények között és e katalizátorok emiatt Diesel-motorok és sovány keverékkel működő Otto-motorok kipufogógázainak a tisztítására kiválóan alkalmasak.

1. táblázat

Az alkalmazott Cu/Fe-mordenit fizikai-kémiai adatai

Kémiai analízis: Na_2O 0,49%

	Al_2O_3	5,4%
	SiO_2	74,0%
	CuO	1,1%
	Fe_2O_3	1,2%
5	$\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ mólarány	23,3:1
	izzítási veszteség (1000 °C)	13%
	adalékanyagok	5%
	fajlagos felület	475 m ² /g
	mikropórustérfogat	0,21 ml/g
10	mezopórustérfogat	0,03 ml/g
	makropórustérfogat	1,36 ml/g
	összpórustérfogat	1,60 ml/g
	átlagos részecskénagyság	11,8 µm

2. táblázat

A katalizátorok összetétele

Katalizátor	1. réteg				2. réteg				
	Al_2O_3 (g/l)	CeO_2 (g/l)	SiO_2 (g/l)	Pd (g/l)	Pt (g/l)	Ir (g/l)	Zeolit (g/l)	Cu (g/l)	Fe (g/l)
VK1	80	–	–	1,76	–	–	80	12,6	–
K1	80	–	–	–	1,17	0,59	80	0,88	0,96
K2	80	–	–	–	1,17	0,59	80	0,88	0,96
VK2	80	–	–	–	1,76	–	80	0,88	0,96
VK3	80	–	–	–	–	1,76	80	0,88	0,96
K3	80	–	–	–	0,16	1,60	80	0,88	0,96
K4	80	–	–	–	1,60	0,16	80	0,88	0,96
K5	80	–	–	–	1,17	0,59	80	1,36	–
K6	80	–	–	–	1,17	0,59	80	–	1,20
K7	72	–	8,0	–	1,17	0,59	80	0,88	0,96
K8	–	80	–	–	1,17	0,59	80	0,88	0,96

3. táblázat

Kipufogógázösszetétel 1,35 levegőszámmal

Kipufogógázkomponensek	Koncentráció
CO_2	10,7 (térfogatszázalék)
CO	350 (ppm)
H_2	177,2 (ppm)
NO	270 (ppm)
C_3H_6	800 (ppm)
O_2	6 (térfogatszázalék)
H_2O	10 (térfogatszázalék)
N_2	töltőanyag

4. táblázat

A friss katalizátorok károsanyag-átalakításának a mértéke

Katalizátor	Hőmérséklet a katalizátor előtt											
	225 °C			275 °C			325 °C			350 °C		
	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x	CO	HC	NO_x
VK 1	1	1	0	1	5	1	81	93	21	94	100	22
K 1	93	49	35	97	100	40	96	100	41	97	100	34
K 2	94	50	33	98	100	42	97	100	40	98	100	37
VK 2	91	99	49	97	100	20	98	100	7	97	100	6
VK 3	0	5	4	1	8	7	46	97	25	75	96	28

	Hőmérséklet a katalizátor előtt											
	225 °C			275 °C			325 °C			350 °C		
	K 3	41	3	2	73	55	14	97	100	17	97	100
K 4	86	85	31	96	100	7	98	100	9	98	100	5
K 5	67	24	17	85	89	24	94	99	17	95	100	18
K 6	77	23	17	83	68	31	93	97	28	97	100	4
K 7	93	99	77	97	100	26	98	100	20	100	100	17
K 8	86	32	25	90	97	31	97	100	38	97	100	30

5. táblázat

Öregbített (16 óra, 750 °C, levegőn) katalizátorok károsanyag-átalakításának a mértéke

Katali- zátor	Hőmérséklet a katalizátor előtt											
	225 °C			275 °C			325 °C			350 °C		
	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x	CO	HC	NO _x
VK 1	0	1	0	1	2	2	28	45	5	55	91	11
K 1	91	45	25	95	98	30	96	100	17	997	100	17
K 2	90	50	26	96	99	29	98	100	20	98	100	20
VK 2	91	88	47	96	98	18	98	100	4	96	100	3
VK 3	0	0	0	8	8	6	75	40	15	50	91	25
K 3	34	3	0	61	35	8	89	98	7	93	98	10
K 4	88	85	31	96	100	7	98	100	9	98	100	5
K 5	70	19	8	85	59	18	96	99	14	97	100	11
K 6	52	4	6	77	54	18	93	96	16	96	99	6
K 7	89	92	67	98	100	22	96	100	17	100	100	12
K 8	77	31	15	86	91	22	93	88	32	98	100	26

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Katalizátor nitrogén-oxidok csökkentésére járműmotorok kipufogógázában, amely valamely közömbös szerkezeterősítő testen egy első katalitikus réteget, amely nagy felületű – adott esetben ritka földfémekkel és/vagy szilícium-oxiddal – stabilizált alumínium-oxid és/vagy cérium-oxid elegyből áll, amely hordozóanyagként szolgál a katalitikusan aktív nemesfém-komponensek számára és az első rétegen egy zeolitból álló második katalitikus réteget tartalmaz, *azzal jellemezve*, hogy az első katalitikus rétegen lévő irídium és platina nemesfém-komponensek 1:10 – 10:1 tömegarányban vannak jelen és a zeolit valamely rezet és/vagy vasat tartalmazó, hőstabil mordenit-típusú zeolit.

2. Az 1. igénypont szerinti katalizátor, *azzal jellemezve*, hogy a stabilizált alumínium-oxid összes SiO₂-tartalma 0,1%-nál nagyobb, előnyösen 0,1–15%, különösen pedig 4,5–11,5%,

3. Az 1. vagy 2. igénypont szerinti katalizátor, *azzal jellemezve*, hogy a mordenit-típusú zeolit SiO₂ : Al₂O₃ molaránya 8 felett, előnyösen 10 és 50 között, elsősorban pedig 15 és 30 között van.

4. Az 1–3. igénypontok bármelyike szerinti katali-

zátor, *azzal jellemezve*, hogy olyan zeolitot alkalmazunk, amely ioncserélőképességén belül réz és/vagy mellékcsoportbeli elemekkel terhelve van.

5. Az 4. igénypont szerinti katalizátor, *azzal jellemezve*, hogy a mellékcsoportbeli elemek összmenyisége a zeolit tömegére számítva 0,1–13%, előnyösen 1,0–7,5% nagyságrendben van.

6. Az 5. igénypont szerinti katalizátor, *azzal jellemezve*, hogy az alkalmazott zeolit legalább 0,5% és legfeljebb 5,5% rezet tartalmaz a zeolit össztömegére vonatkoztatva.

7. Az 5. igénypont szerinti katalizátor, *azzal jellemezve*, hogy az alkalmazott zeolit legalább 0,5% és legfeljebb 7,5% vasat tartalmaz a zeolit össztömegére vonatkoztatva.

8. Az 1–7. igénypontok bármelyike szerinti katalizátor, *azzal jellemezve*, hogy szerkezeterősítő testként kerámia vagy fémes hordozóanyagokat, előnyösen monolitikus méhsejt formájú hordozóanyagot (hordozókatalizátor) alkalmazunk.

9. Az 8. igénypont szerinti katalizátor, *azzal jellemezve*, hogy mind az első, mind a második katalitikus réteget mindenkor 50–150 g/liter katalizátortérfogat mennyiségben visszük fel a hordozóanyagra.