



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

262335

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 03 07 86

(21) PV 5072-86.A

(40) Zveřejněno 16 08 88

(45) Vydáno 14 07 89

(51) Int. Cl.⁴

C 08 F 10/00,

C 08 F 4/64,

C 08 F 4/68

(75)

Autor vynálezu

SALAJKA ZDENĚK ing. CSc., HAMŘÍK OLDŘICH, KRATOCHVÍLA JAN ing.,
GHEORGHIU MIHNEA ing. CSc., KRIVÁNEK JOSEF RNDr. CSc., BRNO,
LEGEZA VASIL ing., LITVÍNOV

(54) Způsob výroby polymerů a kopolymerů 1-alkenů

Řešení se týká výroby polymerů a kopolymerů 1-alkenů polymerací za tlaku 0,5 až 4,0 MPa a teploty 50 až 150 °C na katalyzátorech vzniklých postupným zakotvením alespoň jedné organické sloučeniny hliníku a případně hořčíku, alespoň jedné sloučeniny titanu nebo vanadu a případně alespoň jedné organické sloučeniny hořčíku na inertní oxid prvků 3b nebo 4b skupiny periodické soustavy. Molekulovou hmotnost polymeru lze regulovat přidávkou vodíku.

Vynález se týká způsobu výroby polymerů a kopolymerů 1-alkenů použitím jednofázových nosičových katalyzátorů na bázi přechodových kovů.

Polymery a kopolymery 1-alkenů se obvykle připravují pomocí katalytických systémů na bázi přechodových kovů, které mohou být nanесeny na nosiči, a jsou zpravidla aktivovány reakcí s kokatalyzátorem - alkylkovou sloučeninou - přímo v polymeračním zařízení. Tyto katalyzátory vykazují vysokou produktivitu polymeru vztaženou na přechodný kov a snadno kopolymerují vyšší 1-alkeny. Podle typu zvoleného přechodového kovu a ligandů vázaných na přechodný kov lze ovlivnit distribuci molekulových hmotností i polymerační aktivitu. Přídavkem donorů elektronů ke katalytickému systému lze rovněž ovlivnit stereoregularitu procesu při polymeraci propenu. Zdrojem vážných technologických komplikací je aktivace katalyzátoru organokovovými sloučeninami v polymeračním reaktoru. Koncepce těchto katalyzátorů vychází z přípravy prekursoru vhodného složení, jenž není polymeračně aktivní. Interakcí s organokovem vzniká polymeračně aktivní systém, který bez přítomnosti monomeru rychle ztrácí aktivitu a nebo přítomnost monomeru je nutná, aby se aktivní centrum vytvořilo. Proto se tento krok provádí až v polymeračním reaktoru. Znamená to, že do reaktoru se zavádí dvě komponenty - katalytický prekursor - obvykle ve formě prášku a roztok organokovu. Volný organokov iniciuje oligomeraci olefinů, jež způsobují nežádoucí úsady na vnitřních stěnách polymeračního zařízení. Při interakci se vzdušným kyslíkem (např. netěsnosti polymeračního zařízení) se organokov rozloží až na kysličník hlinitý, jenž přispívá k další tvorbě úsad. Úsady oligomerů s kysličníkem hlinitým lze jen velice obtížně odstranit. Přítomnost volného organokovu rovněž negativně ovlivňuje kinetiku polymerace, neboť trvalým stykem organokovu s aktivními centry dochází k nežádoucím změnám katalyzátoru, což má za následek ztrátu aktivity a v konečném důsledku nevhodnou distribuci velikosti částic polymeru - vysoký obsah prachových podílů a částic s průměrem pod 0,1 mm. Další faktor, který výrazně ovlivňuje vlastnosti polymeru, je kvalita zakotvení aktivní komponenty na nosiči. U většiny dosavadních katalytických systémů není zabezpečena dokonalá imobilizace reakčních produktů k povrchu nosiče, což umožňuje migraci jednotlivých komponent, a tím další nežádoucí reakce vedoucí k zániku aktivních center. Katalytické systémy na bázi přechodových kovů s dodatečnou aktivací jsou popsány například v patentových spisech US 4 302 566, US 3 787 384, US 4 148 754, US 4 063 009, US 4 173 547, GB 1 484 254, GB 2 099 834, US 4 490 514 A.

V posledních letech se vyvíjejí jednofázové katalytické systémy na bázi přechodových kovů 4a a 5a skupiny periodického systému. Při polymeraci 1-alkenů na jednofázových katalyzátorech na bázi titanu a vanadu odpadájí komplikace s dávkováním katalyzátoru, nedochází k tvorbě úsad na polymeračním zařízení a získaný polymer má požadovanou morfologii částic. Jednofázové katalytické systémy na bázi titanu jsou popsány např. v patentových spisech BE 884 513, BE 866 420, JA 52 000 880.

Tento vynález se týká způsobu výroby polymerů a kopolymerů 1-alkenů pomocí katalyzátorů popsaných v čs. AO č. 256 961 a čs. AO 259 736.

Předmětem vynálezu je způsob výroby polymerů a kopolymerů 1-alkenů polymerací 1-alkenů s 2 až 10 uhlíkovými atomy na nosičových katalyzátorech na bázi sloučenin titanu, vanadu, hořčíku a hliníku, při kterém se 1-alkeny obsahující do 20 % objemových vodíku za tlaku 0,5 až 4,0 MPa, při teplotě 50 až 150 °C uvedou ve styk s katalyzátorem, vzniklým postupným zakotvením alespoň jedné organické sloučeniny hliníku a případně hořčíku, alespoň jedné sloučeniny titanu nebo vanadu a případně alespoň jedné organické sloučeniny hořčíku na inertní oxid prvků 3b nebo 4b skupiny periodické soustavy.

Pro katalyzátory použitelné k výrobě polymerů a kopolymerů 1-alkenů podle tohoto vynálezu je vhodným nosičem silika a/nebo alumina o měrném povrchu 50 až 500 m²/g, objemu pórů 0,5 až 3 ml/g, mající na povrchu navázané hydroxylové skupiny, jejichž počet lze měnit teplotou dehydratace. Ta se provádí profukováním vrstvy nosiče proudem suchého dusíku nebo vzduchu. Postupuje se tak, že se teplota nejdříve postupně a pomalu zvyšuje až na

200 °C tak, aby vodní páry stačily odcházet, aniž by narušily strukturu nosiče nebo kondenzovaly v chladnějších částech zařízení. Dehydratace nosiče se při zvolené teplotě v rozmezí 200 až 850 °C provádí zpravidla po dobu 4 hodin. Zchlazení nosiče se provádí proudem dusíku, jehož obsah vody a kyslíku je nižší než 1 ppm.

V prostředí uhlovodíkového rozpouštědla nebo v plynné fázi se na nosič potom působí organokovovou sloučeninou, např. trialkyly, dialkylhydridy, dialkylhalogenidy, alkyldihalogeny nebo dialkylalkoxydy hliníku, případně dialkyl hořčíku, přičemž dojde k pevnému zakotvení organokovové sloučeniny. Kvůli rovnoměrnému nanesení je nutno suspenzi nosiče nebo vrstvu nosiče intenzivně míchat, výhodné je interakci provádět ve fluidní vrstvě. Teplota se během interakce může pohybovat v širokém rozmezí, v závislosti na tenzi par organokovové sloučeniny, výhodné je reakci provádět při teplotě 10 až 70 °C, případně při teplotě prostředí. V další fázi se na nosič se zakotvenou organokovovou sloučeninou nanáší alespoň jedna sloučenina přechodového kovu 4a nebo 5a skupiny, např. halogenid, halogenalkoxid, oxyhalogenid, nebo cyklopentadienylový derivát titanu nebo vanadu. Reakci produktu, vzniklého interakcí organokovu s hydroxylovými skupinami nosiče, se sloučeninou přechodového kovu lze uskutečnit s výhodou v uhlíkovém prostředí nebo přímým kontaktem par sloučeniny přechodového kovu s pevnou fází meziproduktu, s výhodou při laboratorní teplotě.

Chemickým navázáním organokovu na volné hydroxylové skupiny nosiče se dosahuje modifikace jeho redukčních schopností a současně imobilizace na povrchu. Fixací organokovu na povrchu nosiče, volbou poměru organokovové sloučeniny k hydroxylovým skupinám a poměru sloučeniny přechodového kovu k organokovové sloučenině se dosahuje vzniku optimálních aktivních struktur na povrchu nosiče, jež mají schopnost polymerovat 1-alkeny. Dokonalé zakotvení složek v pórech nosiče a na jeho povrchu je podmínkou vysoké a časově stálé aktivity katalyzátoru, dobré manipulace s práškovým katalyzátorem a jeho dlouhodobé skladovatelnosti.

Podle čs. AO 259 736 lze vlastnosti jednofázového katalyzátoru dále výrazně zlepšit nanesením další vrstvy - organohořečnaté sloučeniny - dialkylhořčíku. Tato vrstva má jen nepatrné redukční účinky a slouží především k ochraně aktivních center v pórech nosiče před pronikajícími nečistotami během konečné fáze výroby, skladování, přepravy a dávkování katalyzátoru. Podmínky a způsob nanášení organohořečnaté sloučeniny jsou stejné jako u předchozích složek. Závěrečnou fází přípravy jednofázového katalyzátoru je případné odsušení uhlovodíkového rozpouštědla, prováděla-li se příprava v něm. Toto odsušení se neprovádí, následuje-li polymerace v kapalně fázi.

Polymeraci 1-alkenů podle tohoto vynálezu na jednofázovém katalyzátoru lze provést ve fluidním loži, v mechanicky míchané vrstvě v plynné fázi, v kapalném monomeru, nebo v rozpouštědle. Polymery se při teplotě 50 až 150 °C; nižší teploty jsou výhodné při polymeraci vyšších 1-alkenů o nižší teplotě měknutí, vyšší teploty lze použít při homopolymeraci ethyleny ve fluidní vrstvě (80 až 120 °C) a při roztokové polymeraci 1-alkenů v uhlovodíkovém rozpouštědle (110 až 150 °C). Při polymeraci v plynné fázi je nutno teplotu udržovat 5 až 10 °C pod teplotou tání polymeru, aby nedošlo ke slepování částic. Polymerační tlak bývá 0,5 až 4,0 MPa, optimální je 1,8 až 2,2 MPa, neboť při nižších tlacích monomeru je produktivita katalyzátoru nižší (je přímo úměrná tlaku monomeru), při vyšších tlacích než 2,2 MPa pak rostou náklady na pořízení a provoz tlakových nádob a na kompresi pracovních médií. Polymeraci je výhodné provádět kontinuálně za konstantního tlaku a teploty s kontinuálním dávkováním katalyzátoru, monomeru nebo jejich směsi a vodíku a s kontinuálním odběrem produktu. Diskontinuální proces není ekonomicky výhodný.

Molekulovou hmotnost polymerů lze řídit dávkováním vodíku. Bez vodíku vznikají ultra-vysokomolekulární polymery (UHMW), s růstem obsahu vodíku silně klesá index taveniny polymeru. Při obsazích vodíku 10 až 20 % objemových v monomerní směsi se dosahuje silně tekutých typů polymerů (vláknařské typy).

Dávkování katalyzátoru lze řídit pomocí okamžité rychlosti polymerace (teplota polymerní vrstvy nebo roztoku). Katalyzátor lze dávkovat kontinuálně (např. čerpadlem o nastavitelném zdvihu) nebo šaržovitě, kdy lze měnit frekvenci jednotlivých dávek. Při polymeraci v plynné fázi je výhodné dávkovat práškový katalyzátor (nezvyšuje se obsah těkavých podílů v polymeru a inertů v reaktoru), při polymeraci v kapalné fázi lze dávkovat suspenzi katalyzátoru v uhlovodíku (odpadá krok odsušování rozpouštědla během přípravy katalyzátoru).

Během polymerace vznikají kulovité částice polymeru, jež jsou tvarem podobné výchozím částicím katalyzátoru a tedy i nosiče. Faktor zvětšení je 20 až 50x, při polymeraci dochází ke vzniku kompaktních částic o velikosti 0,5 až 5 mm, v závislosti na době polymerace (u diskontinuálního procesu) nebo na pobytové době (u kontinuálního procesu). Běžná doba polymerace nebo pobytová doba bývá 1 až 8 hodin, s výhodou 2 až 6 hodin. Při kratších dobách polymerace je vyšší obsah popela a katalytických zbytků v polymeru, produktivita reaktoru je vysoká. Naopak při delších dobách polymerace se zlepšuje kvalita polymeru a snižuje produktivita reaktoru. Polymer se stabilizuje běžnými stabilizátory, vzhledem k vysoké aktivitě katalyzátoru a tedy malému obsahu katalytických zbytků postačuje malé množství stabilizátorů. Katalyzátor se po výstupu z reaktoru dezaktivuje vzduchem, vodní parou a nebo kyslíčnickem uhelnatým, katalytické zbytky není nutno vypírat.

Výhodou způsobu výroby podle vynálezu je, že se používá aktivní katalytický systém, nevyžadující další aktivaci v polymeračním zařízení. Fixací komponent k nosiči je znemožněna jejich migrace a nežádoucí vedlejší reakce, vedoucí k zániku aktivních center. Fixovaná aktivní centra v pórech nosiče umožňují polymerovat vysokou rychlostí, aniž dochází k tvorbě nežádoucích protavených spletek polymeru.

Tím se dosahuje:

- odstranění počáteční fáze prudkého vzestupu polymerační rychlosti a jejího následujícího poklesu,
- konstantní polymerační rychlost po dobu 6 až 8 hodin, to je po zdržnou dobu katalyzátoru v kontinuálních reaktorech,
- zabránění vzniku úsad na vnitřních stěnách polymeračního zařízení,
- vysoké hmotnosti polymeračního lože, zabezpečující vysokou produktivitu polymerace,
- nepřítomnosti prachového podílu v polymeru a částic s průměrem pod 0,1 mm,
- vysoké sypné hmotnosti polymerního prášku (450 až 480 kg/m³),
- možnosti regulovat vlastnosti polymeru typem použitého katalytického systému a podmínkami polymerace.

Vynález osvětluje následující příklady. V příkladech jsou hmotnostní, není-li uvedeno jinak.

P ř í k l a d 1 a 2

Do vyčištěného reaktoru obsahujícího 50 ml vystřipovaného n-heptanu byly proti proudu čistého dusíku nasypány 2 g siliky obsahující 0,5 mmol hydroxylových skupin na 1 g, přidáno odměřené množství butylethylmagnezie a organohlinité kompozity I (viz tabulka I). Po cca 30 minutách interakce při normální teplotě se odměřilo dané množství sloučeniny přechodného kovu II a míchalo dalších 30 minut. Posledním krokem přípravy katalyzátoru bylo odstranění rozpouštědla proudem dusíku nebo evakuací.

P ř í k l a d 3

Do baňky o objemu 1 000 ml opatřené mechanickým míchadlem a přívodem čistého dusíku, obsahující 500 g siliky aktivované 4 hodiny v proudě dusíku při 600 °C, obsahující 0,75 mmol hydroxylových skupin na 1 g, byly ke dnu uváděny páry organohlinité sloučeniny I tak, aby odcházející plyny procházely dobře míchanou vrstvou siliky. Po odpaření veškerého kapalného organokovu do dusíku a po interakci se silikou byla probublávána dusíkem sloučenina titanu, II, a nakonec sloučenina hořčíku III. Urychlení odpaření těchto sloučenin bylo dosaženo ohřátím probublávací nádoby na teplotu 50 až 100 °C.

P ř í k l a d y 4 až 6

Do vyčištěné reakční nádoby obsahující 50 ml vystripovaného n-heptanu byly proti proudě čistého dusíku nasypány 2 g siliky obsahující 0,75 mmol hydroxylových skupin na 1 g, přidáno odměřené množství organohlinité sloučeniny nebo jejich směsi I (viz tabulka 1) a po cca 30 minutách interakce za laboratorní teploty za míchání byla dávkována sloučenina titanu II. Závěrečnou fází přípravy katalyzátoru bylo dávkování organohořečnaté sloučeniny III ve formě roztoku v uhlovodíku a odstranění rozpouštědla evakuací po krátké době interakce. Poměry viz. tab. 1.

Katalyzátory připravené podle příkladů 1 až 6 lze získat ve formě suchých prášků, případně sypkých prášků, obsahujících zbytky rozpouštědla až do maximální hodnoty cca 50 %. Nad tuto mez se získá kaše nebo lepidlo, jenž nelze úspěšně pneumaticky dopravovat a dávkovat do polymeračního reaktoru. V případě polymerace v kapalně fázi (viz. příklad 9) lze použít přímo suspenzi katalyzátoru v uhlovodíkovém rozpouštědle, aniž by se toto muselo odsušovat.

Během přípravy, skladování, transportu a dávkování katalyzátorů je nutno vyloučit přístup katalytických jedů typu donoru elektronů, jako například kyslíku, vody, dienů, kyslíčků uhlíku apod., všechny operace je nutno provádět v inertní atmosféře, např. pod proudem čistého dusíku nebo argonu.

Pozn. k tab. č. 1:

1. Zkratky: Et = ethyl, Bu = n-butyl
2. Jako nosič byla použita silika Davison 952 o měrném povrchu 250 až 300 m²/g o objemu pórů 1,6 ml/g s maximem poloměru pórů 11 nm, vysušená při teplotě 800 °C (příklady 1 a 2) a 600 °C (příklady 3, 4 a 6) a alumina o měrném povrchu 150 m²/g, objemu pórů 1,0 ml/g o maximu poloměrů pórů 40 nm, vysušená při teplotě 800 °C (příklad 5).

T a b u l k a č. 1

Příklad	Obsah OH skupin mmol OH/g nosiče	Organokov I mol I/mol OH	Sloučenina II I/II, Imol/II mol	Organokov III III/II, mol/mol
1	0,5	MgEtBu - 0,18 AlEt ₃ - 0,15	TiCl ₄ - 0,15	-
2	0,5	MgEtBu - 0,4, AlEt ₂ OEt - 0,2	V Cl ₄ - 0,2	-
3	0,75	AlEt ₃ - 0,8	TiCl ₄ - 5	MgEtBu - 1
4	0,75	AlEtCl ₂ - 0,95	TiCl ₄ - 7,5	MgEtBu - 4
5	0,75	AlEtCl ₂ - 2,0 AlEt ₂ Cl - 1,0	Ti(OEt) ₄ - 1,5	MgBu ₂ - 10
6	1,5	AlEtCl ₂ - 1,0	TiOCl ₂ - 50	MgBu ₂ - 1

Polymerace byly prováděny podle následujících příkladů:

P ř í k l a d 7

Práškový katalyzátor se dávkovacím zařízením pomocí přetlaku dusíku dávkuje do spodní části kontinuálního poloprovozního reaktoru. Polymerace probíhá ve fluidním loži, skládajícím se ze směsi práškového polymeru a katalyzátoru, udržovaného ve vznosu průtokem monomerní směsi. Rychlost průtoku směsi je 3 až 6x vyšší, než je minimální rychlost nutná k fluidizaci. Udržuje se ustálený stav, definovaný tlakem 1,8 až 2,0 MPa, teplotou v rozmezí 70 až 110 °C a molárními poměry vložek (monomery a vodík) podle tabulky 2. Vzniká polymer, který se v závislosti na rychlosti tvorby diskontinuálně vypouští z reaktoru. Produktivita reaktoru závisí na pobytové době (bývá 2 až 6 hodin), na účinnosti chlazení recyklující monomerní směsi (dáno konstrukčními parametry, maximální produktivita je 25 kt/h) a na aktivitě a koncentraci katalyzátoru (přímo úměrně).

P ř í k l a d 8

Laboratorní reaktor o objemu 1,5 dm³, který umožňuje přípravu 300 g polymeru, byl průtokem 500 ml/min ultračistého dusíku profukován přes noc (16 hodin), potom byl při teplotě budoucí polymerace střídavě 5x natlakován dusíkem na tlak 2 MPa a evakuován, nakonec 2x natlakován ethylenem na 2 MPa a evakuován. Teplota reaktoru byla udržována na žádanou polymerační teplotě pomocí temperace pláště reaktoru. Do reaktoru byla naplněna směs monomerů s vodíkem o žádaném tlaku a koncentraci složek podle tabulky 2. Polymerace začala rozbitím skleněné vaničky, obsahující 50 až 150 mg katalyzátoru. Fluidní vrstva byla udržována ve vznosu mechanickým mícháním, rychlost polymerace byla měřena ze spotřeby dodávané monomerní směsi. Po určité době (zpravidla 4 hodiny) byl reaktor odtlakován, otevřen a polymer izolován.

P ř í k l a d 9

V laboratorním reaktoru o objemu 1,5 dm³ bylo vystripováno rozpouštědlo (n-hexan, n-heptan, 1-hexen nebo 1-decen) proudem ultračistého dusíku tak, aby se odpařilo více než 15 % rozpouštědla. Potom byl tlak v reaktoru nastaven nadávkováním monomerní směsi při teplotě polymerace - viz tabulka 2. Polymerace začala rozdrčením skleněné ampulky s katalyzátorem (práškovým nebo v suspenzi v uhlovodíku) a probíhala za konstantní teploty, tlaku a složení monomerní směsi po dobu čtyř hodin. Po otevření reaktoru byl polymer izolován odpařením rozpouštědla a vysušením ve vakuové sušárně.

Polymer je nutno po dezaktivaci katalyzátoru (například vzduchem, kyslíčnickem uhelnatým nebo vodní parou) stabilizovat proti ultrafialovému záření a proti oxidaci za vyšší teploty běžnými stabilizátory. Lze použít např. směs stericky bráněného fenolického antioxidantu a tris-(nonylfenyl)fosfitu v hmotnostním poměru 1:0,5 až 1,5 v množství 0,01 až 0,03 % hmotnostních na polymer. Vzhledem k vysoké aktivitě katalyzátorů je potřebné množství stabilizátorů nízké. Polymer je tvořen velkými částicemi (většinou 0,5 mm a větší), proto jej není nutno před zpracováním granulovat.

Poznámky k tab. č. 2:

C₂, C₃, C₄, C₆, C₁₀ značí postupně ethylen, propylen, 1-buten, 1-hexen a 1-decen
IT_{2,3} - index toku při 190 °C a zatížení 2,3 kg
MFR - poměr indexů toku při zatížení 23 kg a 2,3 kg

T a b u l k a 2

Polyme- Kataly- Pří-		Polymerace				Produkti-		Vlastnosti polymeru				
race	zátor	klad	teplo-	tlak, MPa	C ₂ C ₃ C ₄ C ₆ C ₁₀		vita kg	Sypná	IT _{2,3}	MFR	Podíl na síťě	
číslo	číslo		ta °C				polymer	hmo-	kg/m ³	mm	mm	mm
			H ₂				g Ti, V	stota				
								kg/m ³				0,5 - 0,2 - 0,1
1	1	8	80	-	1,9	-	230	940	475	0,05	38	91,2 - 8,5 - 0,3
2	1	8	50	0,1	1,8	-	140	940	470	0,05	36	92,5 - 8,2 - 0,3
3	2	8	90	0,1	1,7	0,1	210	935	480	0,15	45	92,0 - 7,8 - 0,2
4	3	7	90	0,2	1,7	-	370	935	460	0,18	55	91,3 - 8,5 - 0,2
5	4	8	90	0,1	1,8	0,1	410	940	475	0,12	40	93,6 - 6,2 - 0,3
6	4	8	80	0,2	-	1,8	25	860	450	0,20	90	94,6 - 5,2 - 0,2
7	4	8	80	0,05	-	0,9	11	840	455	0,25	88	92,1 - 7,3 - 0,6
8	4	8	80	0,05	-	1,0	8,5	835	460	0,10	130	93,3 - 6,5 - 0,2
9	4	9	150	0,02	-	0,4	22	865	480	0,45	60	98,0 - 2,0 - 0
10	4	9	90	-	1,9	-	250	915	470	0,05	32	94,2 - 5,7 - 0,1
11	5	9	150	0,05	-	-	6,5	830	450	0,20	50	94,6 - 5,2 - 0,2
12	4	9	90	0,05	1,8	-	380	915	475	0,18	35	93,8 - 6,0 - 0,2
13	4	9	50	0,05	3,8	-	750	922	480	0,22	30	95,2 - 4,7 - 0,1
14	5	7	90	0,02	3,8	-	550	930	470	0,20	60	93,4 - 6,5 - 0,1
15	6	7	150	0,05	0,3	-	13	885	465	0,15	48	95,7 - 4,2 - 0,1
16	6	7	150	0,05	-	0,3	4,5	830	450	0,12	52	96,3 - 3,6 - 0,1

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob výroby polymerů a kopolymerů 1-alkenů polymerací 1-alkenů s 2 až 10 uhlíkovými atomy na nosičových katalyzátorech na bázi sloučenin titanu, vanadu, hořčíku a hliníku, vyznačený tím, že 1-alkeny obsahující do 20 % objemových vodíku se za tlaku 0,5 až 4,0 MPa a teplotě 50 až 150 °C uvedou ve styk s katalyzátorem, vzniklým postupným zakotvením alespoň jedné organické sloučeniny hliníku a případně hořčíku, alespoň jedné sloučeniny titanu nebo vanadu a případně alespoň jedné organické sloučeniny hořčíku na inertní oxid prvků 3b nebo 4b skupiny periodické soustavy.