



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

253064

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

C 10 G 45/08,
C 10 G 45/50

(22) Přihlášeno 18 04 86

(21) PV 6442-84

(40) Zveřejněno 12 03 87

(45) Vydáno 16 05 88

(75)
Autor vynálezu

NOVÁK VÁCLAV ing. CSC., VYBÍHAL JAROMÍR ing., KRATOCHVÍLOVÁ JITKA,
SRB FRANTIŠEK ing., VITVAR MILAN ing., SMRŽ ZDENĚK ing., LITVÍNOV,
ROSENTHAL JAKUB, MEZIBOŘÍ, OHÁNKÁ VLASTIMIL ing., LITVÍNOV

(54) Způsob úpravy destilátových ropných frakcí vroucích v rozmezí 145 až 370 °C

Způsob úpravy destilátových ropných frakcí vroucích v rozmezí 145 až 370 °C na surovinu pro pyrolýzu s nízkým obsahem aromatických uhlovodíků a cykloalkánů nebo na surovinu pro přípravu kapalin a komponent pro speciální použití spočívající v dearomatizaci v jednom stupni za tlaku vodíku 3 až 25 MPa, objemové rychlosti 0,3 až 2,0 h⁻¹ při teplotách 300 až 430 °C, objemovém poměru vodíku k surovině 300 až 3 000 m³/m³ za přítomnosti katalyzátoru v sušeném stavu s obsahem WO₃ 25 až 45 % hm. a NiO 8 až 18 % hmot. na nosiči SiO₂-Al₂O₃ s obsahem SiO₂ 4 až 18 % hmot. promotovaném fluoridem hlinitým ve formě bezvodé až trihydrátové v množství odpovídajícím 0,7 až 5 % hmot. fluoru v přepočtu na vyžíhaný vzorek a aktivuje se v reaktoru vodíkovým plynem s obsahem 0,5 až 5 % obj. sirovodíku.

Vynález se týká úpravy středních ropných destilátových frakcí spočívající ve snížení obsahu aromatických uhlovodíků před jejich pyrolýzou na olefiny a další pyrolýzní produkty, případně jejich použitím pro jiné technické účely, kde se požaduje nízký obsah aromatů.

Nižší olefiny etylen a propylen se převážně vyrábějí středně teplotní pyrolýzou plyných uhlovodíků a lehkých kapalných uhlovodíků, jako jsou např. ropné benzínové frakce. S ohledem na omezené zdroje benzínových frakcí se jako surovina pro pyrolýzu používají střední destilátové frakce, a to petrolej a atmosférický plyný olej vroucí v rozmezí od 150 do 350 °C. Z hlediska pyrolýzy je ale uhlovodíkové složení těchto frakcí méně příznivé, výtěžky etylénu a propylenu jsou nižší než při zpracování benzínových. V důsledku větší tvorby koksovatelných látek při pyrolýze petroleje a plynového oleje jsou i pracovní cykly pecí kratší.

Pro zlepšení těchto vlastností se doporučují různé způsoby úpravy, jako je hydrogenační rafinace, hydrodearomatizace, hydrokrakování, případně extrakce selektivními rozpouštědly. Z těchto postupů se nejvíce rozšířila hydrogenační rafinace při nízkých tlacích, při které ale dochází pouze k odstranění sirných sloučenin a uhlovodíkové složení se mění jen nepatrně.

Celkový efekt na výtěžek olefinu při pyrolýze je proto malý. Účinné postupy, jako je hydrodearomatizace případně hydrokrakování nenašly zatím širokého průmyslového uplatnění, neboť vyžadují poměrně náročné podmínky, jako je vysoký pracovní tlak, vysoká spotřeba vodíku, nižší objemovou rychlost, použití speciálních katalyzátorů, což v souhrnu znamená nevýhodné zvýšení ceny takto upravené suroviny pro pyrolýzu. Kromě toho nelze využít pro tyto postupy stávající hydrogenační jednotky, které jsou projektovány na nižší tlak a je nutná výstavba nového zařízení. Tyto okolnosti nepříznivě ovlivňují celkový ekonomický efekt předúpravy a zpomalují její široké uplatnění.

Jednou z hlavních příčin nízkého výtěžku etylénu a výrazně nižší tvorby látek při pyrolýze primárních atmosférických plynových olejů jsou vysoké obsahy aromatických uhlovodíků, zvláště vyšších, jejichž obsah stoupá se zvyšujícím se bodem varu. Obecně odstraněním aromatů nebo jejich přeměnou, zvláště vícejaderných, na takové uhlovodíky, které podstatně méně ovlivňují koksování, případně poskytují vyšší výtěžek olefinů, se připraví kvalitativně hodnotnější surovina pro pyrolýzu.

Pro charakterizování středně vroucích surovin pro pyrolýzu se používá řada údajů jako je hustota, destilační křivka, poměr H:C, obsah aromatických uhlovodíků, obsah aromaticky vázaného uhlíku C_A nebo některé faktory, např. UOP faktor a zejména BMC index.

Výševroucí uhlovodíkové frakce by měly být podle obecných zkušeností dobrými nástřikovými surovinami pro pyrolýzu, když jejich charakteristiky leží v následujících mezích:

H:C	nad 0,14
hustota/20	pod 0,825
obsah aromatů (pomocí H_2SO_4) % obj.	pod 15, nejlépe pod 10
C_A	pod 6, lépe pod 4
BMC	pod 20, lépe pod 16

Ze sledování chování jednotlivých skupin uhlovodíků při pyrolýze vyplývají i doporučení pro složení suroviny pro pyrolýzu.

Parafinické uhlovodíky jsou v případě středních ropných frakcí hlavní a nejžádanější složkou suroviny. Jestliže u nižších parafinů poměr vzniklého etylénu k propylenu je závislý na poměru n- a isopropanolů, u frakcí vroucích nad 200 °C se tento poměr mění s bodem varu jen velmi málo. Vysoký obsah výševroucích parafinů u středních frakcí ovlivňuje i vysoký výtěžek plynu a etylénu.

Přítomnost nafténů je již méně žádoucí a jejich chování při pyrolýze ve směsi s parafiny je závislé na tom, zda se jedná o mono- nebo di- případně vícekruhové cyklány; vliv mají i alkylové skupiny, jejich délka a počet. Uvádí se, že přítomnost mono- a dicyklonafténů v ropných frakcích pro pyrolýzu v množství až do 50 % lze považovat za přijatelné. Vícekruhové naftény jsou ale nežádoucí, neboť jsou zdroje koksovatelných látek a ovlivňují délku pracovního cyklu. Jejich obsah by neměl být vyšší než 3 %.

Z aromatických uhlovodíků jsou přijatelné podle některých údajů monoaromáty do obsahu kolem 15 %. Naftenoaromatické uhlovodíky zvláště s nenasyceným naftenovým kruhem nebo vícejaderné aromatické uhlovodíky jsou rovněž nežádoucí složkou, neboť při pyrolýze ve směsi s parafiny vznikají převážně kondenzní aromatické sloučeniny. Obsah nenasycených naftenoaromátů by neměl být vyšší než 3 % hmot. a obsah dvou a vícejaderných aromátů nižší než 2 % hmot.

Obsahy jednotlivých typů uhlovodíků v primárním atmosférickém plynovém oleji jsou odlišné od doporučených, jak vyplývá z následujícího srovnání:

	skutečný obsah	doporučený obsah
parafiny %	44	neomezený
nafteny %	32	mono + dicyklány do 50 %
z toho monocyklány	20	
vyšší cyklány	12	tricyklány a vyšší do 3 %
aromáty	24	
z toho alkylbenzeny	7	do 15 %
nafteno-aromáty	9	do 3 %
di- a vícekruhové	8	do 2 %

Z uvedených doporučení vyplývá, že nežádoucí jsou zejména di- a vícejaderné aromáty, ale i tříkruhové naftény. V případě atmosférického plynového oleje, u něhož je celkový obsah naftenoaromátů a vícekruhových aromátů okolo 15 % by bylo nutné jejich snížení na celkový obsah okolo 5 % hmot. aby se dosáhlo zlepšených výsledků vzniku etylénu a propylenu při pyrolýze.

Středněvroucí ropné frakce hydrogenačně upravené tak, aby měly nízký obsah aromátů, sirných, dusíkatých a pryskyřičnatých látek v porovnání s primárními frakcemi, jsou žádanými produkty pro různé technické účely. Používají se jako kapaliny s nízkou elektrickou vodivostí, jako kapaliny pro jiskrové obrábění, dále jako základové složky pro přípravu nízkoviskózních mazacích olejů, olejů se zvýšenou stabilitou, speciálních obráběcích a válcovacích olejů, těsnicích olejů, kapalin s nízkou biologickou agresivitou a kapalin pro testování speciálních kapalin pro tiskařský a lakařský průmysl apod.

Běžné komerční hydrorafinační katalyzátory typu Co-Mo-Al₂O₃, Ni-Mo-Al₂O₃ nebo Ni-W-Al₂O₃ s celkovým obsahem kysličníku aktivních kovů 18-25 % hmot. a používané za tlaku 3 až 7 MPa pro odsíření nebo hydrogenační rafinaci ropných destilátů resp. plynového oleje odstraňují nežádoucí aromáty, naftenoaromáty a vícekruhové nafteny jen částečně a nedosahuje se na nich požadovaného nízkého obsahu těchto uhlovodíků.

Katalyzátory s vysokými obsahy aktivních složek jako je samotný WS₂ (kat. 5 058) nebo ZNiS-WS₂ (kat. 3 076) poskytují velmi dobré snížení aromatických uhlovodíků, ale vyžadují tlaky 30 až 20 MPa a tím jejich použití se stává neekonomickým a navíc vysoký obsah kovů ovlivňuje jejich vysokou cenu. Zavedením určitého obsahu Al₂O₃ do katalyzátoru a tím snížení obsahu kovů jako jsou katalyzátor 3 076 A (2NiS-WS₂ - 40% Al₂O₃) se aktivita snižuje. Je nutné pracovat za vysokého tlaku, aby se dosáhlo žádoucí aromatizace.

Zlepšení aktivity W-Ni katalyzátoru s vysokým obsahem aktivních složek lze dosáhnout tak, že místo aluminu jako nosiče se použije aluminosilikát s obsahem SiO_2 v rozmezí 3 až 25 % jak je např. uvedeno v AO 219 739. Takto připravený katalyzátor umožňuje dosažení dalšího snížení obsahu aromatických uhlovodíků při tlacích 10 až 20 MPa.

Nyní bylo zjištěno, že zvláště výrazného snížení aromatických uhlovodíků, zejména více-kruhových aromatických uhlovodíků a kondenzovaných cykloalkánů v destilátových ropných frakcích vroucích v rozmezí 145 až 370 °C s cílem jejich úpravy na surovinu pro pyrolýzu, poskytující vyšší výtěžky olefinů, delší technologické cykly pecí při pyrolýze nebo na surovinu pro přípravu kapalin a komponent pro speciální technické použití lze dosáhnout hydrodearomatizací v jednom stupni tak, že se destilátová frakce hydrogenuje za tlaku vodíku 3 až 25 MPa, objemové rychlosti 0,3 až 2,0 h^{-1} při teplotách 300 až 430 °C, objemovém poměru vodík k surovině 300 až 3 000 m_N^3 na katalyzátoru s obsahem WO_3 v rozmezí 25 až 45 % hm. a NiO 8 až 18 % na nosičích $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ s obsahem SiO_2 4 až 8 % hm. a postupem podle vynálezu tak, že se surovina uvádí na katalyzátor v sušeném stavu a současně promotovaný fluoridem hlinitým ve formě bezvodé až trihydrátové v množství odpovídajícím 0,7 až 5 % hmot. fluoru v přepočtu na vyžíhaný vzorek katalyzátoru a před nástřikem suroviny se čerstvý katalyzátor aktivuje v přítomnosti směsi vodíku a sirovodíku postupným ohříváním na teplotu 300 až 400 °C. Z produktu hydrogenace se případně oddělí destilací frakce vzniklé novotvorbou nebo/a se produkt hydrogenace rozdělí na benzínovou, petrolejovou a zbytkovou frakci, které jsou vhodné pro pyrolýzu nebo pro přípravu kapalin a komponent pro speciální technické účely.

Nikl-wolframové katalyzátory patří ve skupině katalyzátorů odolných vůči síře mezi nejlepší, pokud jde o schopnost rafinace aromatických uhlovodíků. Dosud však vyžadovaly pro dosažení dobré aktivity poměrně vysoký pracovní tlak. Kombinací dvou opatření, a to promotováním katalyzátoru fluoridem hlinitým ve formě bezvodé až trihydrátové a použitím katalyzátoru v sušeném stavu s tím, že se aktivuje před nástřikem suroviny směsí vodíku a sirovodíku se dosáhne vysoké hydrogenační aktivity i při nízkých tlacích oproti katalyzátorům, které nejsou promotovány fluoridem hlinitým nebo katalyzátorům promotovaným ale používaným v žíhaném stavu.

Přídavek AlF_3 se projevuje příznivěji na vlastnostech katalyzátoru na jeho struktuře, než obdobné působení kyselinou fluorovodíkovou. Při tom manipulace s AlF_3 je jednodušší a kromě toho obsah fluoru v katalyzátoru v průběhu jeho použití prakticky neklesá, protože se jedná o stabilní formu sloučeniny fluoru, zatímco u katalyzátorů aktivovaných kyselinou fluorovodíkovou se obsah fluoru poměrně rychle snižuje.

Při přípravě hydrorafinačních katalyzátorů na nosiči alumina nebo aluminosilikát se katalytická hmota po operaci sušení na teplotu 180 až 250 °C rozemele, tabletuje a žíhá na teplotu 450 až 600 °C. Takto připravené katalyzátory se po nasypání do reaktoru aktivují a síří postupy, při kterých se převádí z oxidické formy do sirníkové. Při tom přichází do styku při teplotách 100 až 450 °C se sirovodíkem nebo sloučeninami síry v přítomnosti vodíkového plynu.

Při postupu podle vynálezu se použije katalyzátor s promotovaným fluoridem hlinitým, který se při přípravě pouze sušil při teplotách 160 až 250 °C a v tomto stavu se před nástřiknutím suroviny aktivuje a síří v reaktoru některým z doporučených postupů, z nichž nejefektivnější se jeví postupné zahřívání v přítomnosti směsi vodíku a sirovodíku s obsahem H_2S 0,1 až 10 % obj. na teplotu 300 až 450 °C. Při tom je nutné dbát, aby obsah sirovodíku neklesl pod 0,1 % obj. Po této aktivaci se teploty upraví na reakční a přistoupí se k nástřiku suroviny.

Lepší aktivita katalyzátoru použitého v sušeném stavu je způsobena kromě přítomnosti aktivních kovů vzájemným efektem promotování fluoridem hlinitým, použitím v sušeném stavu a způsobem aktivace.

Výhodou postupu podle vynálezu je to, že umožňuje pracovat při mírných podmínkách, tj. nižších tlacích a teplotách nebo při vyšších objemových rychlostech a dosahuje se při tom hlubší dearomatizace s dobrou selektivitou a tím i nižší spotřebou vodíku než s dosud známými postupy a katalyzátory.

Postup podle vynálezu nevylučuje pracovat i při ostřejších podmínkách, při kterých dochází již k zvýšenému štěpení a tvorbě lehčích frakcí, které vykazují též nízký obsah aromatických uhlovodíků, ale současně vzniká i více plynů, zejména butanů.

Novotvorbové frakce je výhodné před zpracováním na pyrolýzní jednotce destilačně oddělit a získat tak kromě zbytku benzínovou a petrolejovou frakci s nízkým obsahem aromatických, nenasycených a heterogenních sloučenin. Benzínové frakce jsou vhodné pro přípravu technických a speciálních benzínů nebo kapalin a petrolejová frakce s velmi dobrými spalovacími vlastnostmi pro výrobu tryskového petroleje, případně kapalin pro různé speciální použití. Zbytek se pyrolýzuje nebo rovněž jako hluboce vyrafinovaný s nízkým obsahem aromátů, síry a dusíku se použije pro jiné výše uvedené technické účely.

V některých případech je výhodné podrobit dearomatizaci podle vynálezu širokou frakci plynového oleje, například frakci 150 až 360 °C a po dearomatizaci oddělit destilačně z vyrafinovaného produktu petrolejovou frakci, např. frakci 150 až 225 °C a pyrolýzovat pouze zbytek nad 225 °C. Petrolejovou frakci lze použít pro přípravu leteckého petroleje s lepšími spalovacími vlastnostmi a jiné technické účely.

P ř í k l a d 1

Atmosférický plynový olej, frakce vroucí v rozmezí 215 až 350 °C s 50% bodem varu při 262 °C s obsahem síry 0,89 % a základního dusíku 35 ppm se dearomatizoval za tlaku 5 MPa v přítomnosti technicky čistého vodíku na průtokovém pokusném reaktoru s objemem katalyzátoru 100 cm³ při teplotě 350 °C, objemové rychlosti 1,0 h⁻¹ a poměru plynu k surovině 500:1 na následujících katalyzátorech:

- I. komerčním Co-Mo-Al₂O₃ kat. s obsahem 4,1 % hmot. CoO a 15,4 % hmot. MoO₃
- II. komerčním Ni-Mo-Al₂O₃ kat. s obsahem 4,5 % hmot. NiO a 17,5 % hmot. MoO₃
- III. komerčním Ni-W-Al₂O₃ kat. s obsahem 5,6 % hmot. NiO a 25,1 % hmot. WO₃
- IIIA. tentáž katalyzátor v nežíhaném stavu
- IV. laboratorně připraveném Ni-W-Al₂O₃-SiO₂ kat. s obsahem 13,5 % NiO, 31,5 % WO₃
- V. katalyzátoru v nežíhaném stavu podle vynálezu Ni-W-Al₂O₃-SiO₂ promotovaném AlF₃ na obsah 1,8 % F a s obsahem 14,1 % NiO, 32,5 % hmot. WO₃ a 11,5 % hmot. SiO₂
- VA. tentáž katalyzátor v žíhaném stavu

Vlastnosti dearomatizovaného produktu jsou uvedeny v tabulce:

katalyzátor	surovina	I. Co-Mo-Al ₂ O ₃	II. Ni-Mo-Al ₂ O ₃	III. Ni-W-Al ₂ O ₃	IV. Ni-W- -Al ₂ O ₃ -SiO ₂	V. Ni-W- -F-Al ₂ O ₃ -SiO ₂
hustota/20	0,838	0,823	0,818	0,815	0,810	0,805
50% bod varu °C	262	251	257	252	247	237
BMI	32,5	27,0	24,0	23,5	22,0	20,5
alkány	39	38,5	39,2	40,5	42,1	44,2
nekondenzované cykloalkány	22	25,5	29,3	28,1	31,1	33,7
kondenzované cykloalkány	12	13,0	12,8	13,1	13,8	13,2

katalyzátor	surovina	I. Co-Mo-Al ₂ O ₃	II. Ni-Mo-Al ₂ O ₃	III. Ni-W-Al ₂ O ₃	IV. Ni-W- -Al ₂ O ₃ -SiO ₂	V. Ni-W- -F-Al ₂ O ₃ -SiO ₂
celkem nasycených	73	77,0	81,3	81,7	87,0	91,1
alkylbenzeny	8,6	8,4	10,6	9,5	7,9	6,1
nafténo-aromáty	6,2	5,9	5,0	4,5	3,5	2,8
di- a více- jaderné aromáty	13,2	8,7	3,1	2,3	1,6	0
celkový obsah aromátů	27	23,0	18,7	18,3	13,0	8,9

Stupeň odsíření byl ve všech případech nad 99 % a obsah bázeického dusíku pod 2 ppm.

Postupem podle vynálezu s katalyzátorem Ni-W-F/Al₂O₃-SiO₂ bylo dosaženo nejlepší rafinace aromatických uhlovodíků a zejména se nejvíce snížilo množství nežádoucích vícejaderných aromátů. Hodnota BMCI je blízká k požadované.

P ř í k l a d 2

Atmosférický plynová olej stejného složení jako v příkladu č. 1 se zpracovával na pokusném průtokovém reaktoru s objemem 100 cm³ katalyzátoru za tlaku 20 MPa v přítomnosti technicky čistého vodíku při teplotě 350 °C, objemové rychlosti 1,0 h⁻¹ a poměru plynu k surovině 1 000:1 na katalyzátorech III, IV a V použitých v příkladě č. 1.

Vlastnosti a složení hydrogenovaného proudktu byly následující:

katalyzátor	surovina	III. Ni-W-Al ₂ O ₃	IV. Ni-W-Al ₂ O ₃ -SiO ₂	V. Ni-W-F-Al ₂ O ₃ -SiO ₂
hustota/20 °C	0,838	0,808	0,791	0,795
50% bod varu °C	262	255	253	256
BMCI	32,5	19,7	15,5	13,4
alkány % hmot.	39	38,6	38,8	40,5
nekondenzované cykloalkány, % hmot.	22	32,1	38,7	39,4
kondenzované cykloalkány, % hmot.	12	19,9	19,6	19,2
celkem nasycených % hm.	73	90,6	97,1	99,1
alkylbenzeny, % hmot.	8,6	2,7	1,9	0,6
nafténo-aromáty, % hmot.	6,2	1,5	0,9	0,3
di- a vícejaderné aromáty, % hmot.	13,2	5,2	0,1	0
celkový obsah aromátů	27	9,4	2,9	0,9

Stupeň odsíření byl ve všech případech nad 99 % a obsah bázeického dusíku pod 1 ppm. Postupem podle vynálezu s katalyzátorem Ni-W-F/Al₂O₃-SiO₂ (V) bylo dosaženo nejlepších výsledků, tj. nízkého BMCI, úplného odstranění di- a vícejaderných aromátů.

P ř í k l a d 3

Atmosférický plynový olej stejného složení jako v příkladech 1 a 2 se zpracovával ve stejných podmínkách jako v příkladě 2. Vedle nežíhaného katalyzátoru podle vynálezu (V) byl nasazen tento katalyzátor v žíhaném stavu a dále katalyzátor Ni-W-Al₂O₃ v nežíhaném stavu (IIIA), který se používá jinak vyžíhaný. Katalyzátory byly sířeny a aktivovány stejným způsobem.

Obsah aromatů v hydrogenovaném produktu:

katalyzátor	III. Ni-W-Al ₂ O ₃ žíhaný	IIIA. Ni-W-Al ₂ O ₃ nežíhaný	VA. Ni-W-F-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ žíhaný	V. Ni-W-F-Al ₂ O ₃ -SiO ₂ nežíhaný
hustota/20	0,808	0,810	0,797	0,795
BMI	19,7	21,5	14,5	13,4
celkový obsah aromatů %	9,4	12,1	1,5	0,9

Katalyzátor podle vynálezu (V) použitý v nežíhaném stavu je lepší než při jeho použití ve vyžíhaném stavu (VA). Tento výsledek se neprojevuje u nevyžíhaného katalyzátoru bez obsahu fluoru (IIIA), který má horší výsledky než tentýž katalyzátor vyžíhaný (III).

P ř í k l a d 4

Produkty z dearomatizace byly podrobeny pyrolýze na laboratorním zařízení při teplotách 800 °C až 820 °C a hmotnostním poměru vody k surovině 0,8, době zdržení 0,18 až 0,22 v reaktoru s vnitřním průměrem 4,8 mm.

Výtěžky etylénu a propylenu z produktů uvedených v příkladě 1 při srovnatelných podmínkách byly tyto:

Produkt z katalyzátoru

	I.	II.	III.	IV.	V.	surovina
etylén % hm.	23,0	24,2	24,5	25,8	27,2	21,1
propylen % hm.	12,0	12,3	12,5	14,0	15,3	11,9

Dearomatizovaný plynový olej podle vynálezu poskytuje nejvyšší výtěžek etylénu a propylenu. Další výhodou při pyrolyzování upraveného plynového oleje je další pracovní cyklus pyrolyzních pecí a nižší výtěžky pyrolyzního oleje.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob úpravy destilátových ropných frakcí vroucích v rozmezí 145 až 370 °C na surovinu pro pyrolýzu s nízkým obsahem aromatických a zejména vícekruhových aromatických uhlovodíků a kondenzovaných cykloalkánů poskytující vyšší výtěžky olefinů, delší technologické cykly pecí při pyrolýze nebo surovinu pro přípravu kapalin a komponent pro speciální technické použití dearomatizací a frakcionací tak, že se destilátová frakce hydrogenuje v jednom stupni za tlaku vodíku 3 až 25 MPa, objemové rychlosti 0,3 až 2,0 h⁻¹ při teplotách 300 až 430 °C, objemovém poměru vodík k surovině 300 až 3 000 m³_N na katalyzátoru s obsahem WO₃ v rozmezí 25 až 45 % hmot. a NiO 8 až 18 % hmot. na nosičích SiO₂-Al₂O₃ s obsahem SiO₂ 4 až 18 % hmot.

vyznačený tím, že se surovina uvádí na katalyzátor v sušeném stavu a promotovaný fluoridem hlinitým ve formě bezvodé až trihydrátové v množství odpovídajícím 0,7 až 5 0 hmot. fluoru v přepočtu na vyžíhaný vzorek katalyzátoru, přičemž před nástřikem suroviny se čerstvý katalyzátor aktivuje v přítomnosti směsi vodíku a sirovodíku postupným ohříváním na teplotu 300 až 450 °C.

2. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že se v produktu hydrogenace destilačně oddělí frakce vzniklé novotvorbou nebo/a se produkt hydrogenace rozdělí na benzínovou, petrolejovou a zbytkovou frakci, které jsou vhodné pro pyrolýzu nebo pro přípravu kapalin a komponent pro speciální technické účely.