



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

234 447

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavná priorita

(22) Prihlášené 20 09 83

(21) (PV 6839-83)

(51) Int. Cl. C 07 D 487/08,
C 07 D 251/06

(40) Zverejnené 31 08 84

(45) Vydané 01 03 87

(75) Autor vynálezu
BEREŽNÝ VIKTOR ing. CSc.,
LICHVÁR MILAN ing. CSc.,
LIPKA RADISLAV, MICHALOVCE,
KELLNER MICHAL ing., HUMENNÉ,
FRIDRICH FRANTIŠEK ing., MICHALOVCE, GAŠKO PAVOL ing.,
KOVAL EUGEN ing., STRÁŽSKE,
PROCHÁZKA BOHUMIL ing., MICHALOVCE,
DIMUN MILAN ing., PRIEVIDZA,
ZEMAN SVATOPLUK ing., MICHALOVCE

(54) Spôsob odstraňovania formaldehydu a dusitanov z matečných lúhov výroby cyklických nitrozamínov

Vynález rieši odstraňovanie formaldehydu a dusitanov z matečných lúhov výroby cyklických nitrozamínov nitrozačným štiepením hexametyléntetramínu. Podľa predloženého postupu sa na matečné lúhy neupravené a/alebo upravené prídavkom hexametyléntetramínu obsahujúcich roztokov v množstve 0,01 až 20 molov hexametyléntetramínu na 1 mol prítomného dusitanu vo východiskových matečných lúhoch pôsobí pri teplote 0 až 150 °C, za atmosférického tlaku až tlaku 5 MPa, minerálnou kyselinou v množstve 0,5 až 80 molov ako jednosytnej uvažovanej kyseliny na 1 mol prítomného dusitanu, za súčasného alebo na pôsobenie kyselinou nadväzujúceho pôsobenia močovinou v množstve 0,8 až 1,6 molov močoviny na 1 mol voľného a/alebo viazaného formaldehydu vo východiskovej zmesi, s celkovou dobou reakcie 10 až 1800 minút a s izoláciou vodonerozpustného močovinoformaldehydového kondenzátu po úprave pH rezultujúcej sužpenzie na hodnotu 5 až 9 niektorou zo známych separačných metod. Postup podľa vynálezu súvisí s ochranou pracovného a životného prostredia vo vzťahu k výrobe cyklických nitrozamínov, získa sa ním technicky atraktívny vodonerozpustný močovinoformaldehydový kondenzát a s výhodou môže byť použitý aj pre výrobu roztokov bezdusitanových dusičnanov.

Vynález sa týka spôsobu odstraňovania formaldehydu a/alebo formaldehyd generujúcich zlúčenín a dusitanov z matečných lúhov výroby cyklických nitrózamínov.

Nitrozačné štiepenie /nitrozolýza/ hexametyléntetramínu môže v závislosti od reakčných podmienok generovať 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktán /kódovo označovaný DNPT/ a/alebo 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexán /kódovo označovaný R-sol/, novšie NITROSOGEN/ a/alebo formaldehyd a amóniové ióny, resp. až dusík /viď na pr.: W. E. Bachmann, N. C. Deno: J. Am. Chem. Soc. 1951, 73, 2777; alebo i H. Tada: J. Am. Chem. Soc. 1960, 82, 255 a tiež S. Zeman, M. Dimun: Thermochim. Acta 1981, 51, 325/.

1,5-Metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktán, resultujúci z nitrozolýzy hexametyléntetramínu v slabo kyslom prostredí /hodnota pH 3 a vyššie/, je priemyselne vyrábaný ako aktívny komponent najmä gumárenských nadúvadiel.

1,3,5-Trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexán je trhavina, brizantnejšia ako trinitrotoluén /na pr. E. Ju. Orlova: Chimija i tehnologija brizantnych vzryvčatych veščestv; Izdat. Chimija, Leningrad, 1973/, s ktorou sa v období II. svetovej vojny experimentovalo ako s trhavinou, laborovanou liatím; priemyslovo sa však nevyrába a v súčasnosti figuruje ako vedľajší produkt výroby 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu /technický DNPT obsahuje do 5 % hmot. NITROSOGENu/. 1,3,5-Trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexán je produktom nitrozolýzy hexametyléntetramínu pri hodnote pH prostredia 2 a nižšom.

Formaldehyd a amóniové ióny, resp. až dusík, sú produktami nitrozolýzy hexametyléntetramínu pri vyšších teplotách

a/alebo v silne kyslých prostrediach a/alebo v prestrediacch s vyšším obsahom vody; na ich výhradný vznik majú katalytický vplyv niektoré anióny, najmä anióny dusitanové /H. Tada: J. Am. Chem. Soc. 1960, 82, 255/. Formaldehyd, amóniové ióny a dusík sú i produktami paralelných a konsektívnych reakcií pri nitrozolýze hexametyléntetramínu na 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktán a najmä na 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexán.

Nitrozačné štiepenie hexametyléntetramínu je z technicko-ekonomického hľadiska najvýhodnejšie realizované pomocou kombinácie minerálnej kyseliny a dusitanu alkalického kovu alebo dusitanu vápenatého. V prípade výrpy 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu sa do reakcie berie určitý prebytok dusitanu oproti teórii, ktorý v štiepení figuruje ako pufrujúci a katalyzujúci komponent.

Spôsobom vedenia nitrozolýzy je dané i zloženie korešpondujúcich matečných lúhov, to je reakčných zmesí po izolácii nitrozamínov filtráciou. Tu vedľa už spomenutých formaldehydu, amóniových iónov a dusitanu ako hlavný anorganický vedľajší produkt figuruje soľ aplikovanej anorganickej kyseliny a prítomné je určité množstvo kyseliny dusitej, resp. rozpustených oxidov dusíka a malé množstvo kyseliny mravčej. Keď je nitrozolýza zastavovaná neutralizáciou celej reakčnej zmesi alkalickým hydroxidom /viď na pr. nemecký pat. spis. č. 1 004 618/, potom matečné lúhy obsahujú i hexametyléntetramín, polyóly a cukrom korešpondujúce N-Mannichove báze. Polyóly C_5-C_7 a cukrom C_5-C_7 korešpondujúce N-Mannichove báze sú do reakčnej zmesi zanášané i aplikáciou zahustených reakčných zmesí amonikalizácie formaldehydu namiesto kryštalického hexametyléntetramínu. Vzhľadom k rozpustnosti 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu a 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexánu vo vode /0,20 až 0,25 g v 100 g vody pri 20 °C/ sú v matečných lúhoch prítomné i oba nitrozamíny, pri čom obsah prvého uvedeného v dôsledku jeho reaktivity rýchlejšie klesá s časom ako obsah druhého menevaného.

Z hľadiska ochrany životného i pracovného prostredia sú nevítanými prímiesami matečných lúhov predovšetkým formaldehyd, resp. formaldehyd generujúce substancie, a dusitany. Likvidáciou, resp. využitím týchto komponentov sa zaoberá niekoľko prác /viď na pr. čs. autorské osvedčenia č. 185 888, 196 707,

a 214 605/, ktorých spoločným znakom je oddestilovanie formaldehydu po rozklade dusitanu; tento postup, najmä keď je zacieľený na získanie formaldehydu technicky atraktívnej koncentrácie, je veľmi náročný na aparátúrne vybavenie a hlavne na spotrebu energie.

Uvedené a iné nedostatky odstraňuje postup podľa tohto vynálezu, ktorý vychádza z matečných lúhov výroby cýklických nitrózamínov, obsahujúcich 12 až 25 % hmot. anorganickej soli v reakcii aplikovanej minerálnej kyseliny, 0,3 až 3,0 % hmot. východiskového dusitanu, 1,1 až 2,8 % hmot. formaldehydu, prípadne i do 2 % hmot. hexametyléntetramínu a do 0,3 % hmot. rozpustených nitrózamínov a malé množstvá ďalších organických i anorganických zlúčenín. Tieto lúhy môžu byť upravené prídavkom hexametyléntetramín obsahujúcich roztokov v množstve 0,01 až 20 mólov hexametyléntetramínu na 1 mól dusitanu vo východiskových matečných lúhoch. Na neupravené a/alebo takto upravené matečné lúhy sa potom pôsobí pri teplote 0 až 150 °C, s výhodou pri teplote 18 až 101 °C, za atmosférického tlaku až tlaku 5 MPa, s výhodou za tlaku max. 2 MPa, minerálnou kyselinou, ako je kyselina dusičná alebo kyselina sírová, v množstve 0,5 až 80 mólov ako jednosytnej uvažovanej kyseliny, s výhodou v množstve 1,1 až 61 mólov ako jednosytnej uvažovanej kyseliny na 1 mól prítomného dusitanu, za súčasného alebo na pôsobenie kyselinou v uvedených reakčných podmienkach nadväzujúceho pôsobenia močovinou v množstve 0,8 až 1,6 mólov, s výhodou v množstve 1,05 až 1,3 mólov močoviny na 1 mól vlného a/alebo viazaného formaldehydu vo východiskovej zmesi, s celkovou dobou reakcie 10 až 1800 minút, s výhodou 30 až 1220 minút a s izoláciou rezultujúceho vodonerozpustného močovinoformaldehýdového kondenzátu po úprave hodnoty pH suспенzie na 5 až 9, s výhodou po úprave hodnoty pH suспенzie na 7,3 až 8,6, niektorou zo známych separačných metód.

Výhodou tohto vynálezu je predovšetkým odstránenie dusitanu a využitie formaldehydu z matečných lúhov bez nárokov na špeciálne technologické zariadenie a vysoké spotreby energií. Keď je hlavným vedľajším anorganickým produktom dusičnan sodný, draselný alebo vápenatý, je postup podľa tohto vynálezu východiskovým bodom izolácie bezdusitanových dusičnanov, čo nie je možné dosiahnuť žiadnou inou technológiou výroby dusična-

nov a čo má význam pre výrobu oxidujúcich a modifikujúcich komponentov zmesných trhavín a pyrotechnických zmesí. Výhodou tohto vynálezu je tiež možnosť súčasného spracovania odpadových roztokov, obsahujúcich formaldehyd a/alebo formaldehyd v kyslom prostredí generujúce substancie. Zo spracovania podľa tohto vynálezu rezultujú netoxické vodonerozpustné močovinoformaldehydové kondenzáty, pri čom účinnosť odstraňovania formaldehydu je tu vyššia, ako na pr. pri aplikácii aparátúrne a energeticky veľmi náročnej tlakovej rektifikácii zriadených roztokov formaldehydu.

Pri realizácii postupu podľa tohto vynálezu v teplotnom rozmedzí do 25 °C za súčasnej prítomnosti hexametyléntetramínu v spracovávanom roztoku je možné pôsobiť na roztok súčasne kyselinou i močovinou; za týchto podmienok kyselina dusitá, resp. oxid dusitý, prednostne reaguje s hexametyléntetramínom a výraznejšie neatakuje močovinu, avšak prakticky nedotknuté zostáva v roztoku prítomné množstvo 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexánu. Hlavne pri zacielení postupu na získanie bezdusitanových roztokov dusičnanov je preto výhodné realizovať pred vlastným pôsobením močovinou tlakový rozklad dusitanov kyselinou pri teplotách 80 až 110 °C a tlakoch do 5 MPa, kedy v matečných lúhoch prítomný formaldehyd a amóniové ióny redukujú oxidy dusíka na dusík a súčasne dochádza k spoľahlivej acidolýze všetkých prítomných N-Mannichových bazí i 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexánu.

Zo spracovania podľa tohto vynálezu rezultujúce vodonerozpustné močovinoformaldehydové kondenzáty je možné aplikovať ako komponenty kombinovaných hnojív /za mokra/, vysušené potom ako antispiekavé komponenty kryštalických látok /viď na pr. čs. autorské osvedčenie č. 227 902/, reaktans vo výrobe nitramínov /katalyzátory tretej generácie - viď na pr. čs. autorské osvedčenia č. 227 903, 227 905, 227 906 a ďalšie/, dezodorigujúce komponenty niektorých gumárenských nadúvadiel /na pr. čs. autorské osvedčenia č. 227 904 a 227 914/, nuklečné komponenty pre ľahčenie plastov a gumárenských výrobkov, papierenské prípravky, adsorbenty a pod.

Postup podľa tohto vynálezu má priamy vzťah k ochrane pracovného a životného prostredia vo vzťahu k výrobe cyklických nitrózamínov. Nebol doposiaľ publikovaný a je dokumentovaný na-

sledujúcimi príkladmi, ktoré však v žiadnom prípade nevylučujú možnú variabilitu tohto postupu.

Príklad 1

K dispozícii sú matečné lúhy z výroby 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu, obsahujúce v 1000 objem. dieloch 10,22 hmot. dielov hexametyléntetramínu, 12,86 hmot. dielov voľného formaldehydu, 0,15 hmot. dielov suzpendovaných podielov, 1,2 hmot. dielov 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexánu, 0,8 hmot. dielov 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu, 9,1 hmot. dielov dusitanu sodného, 179,6 hmot. dielov dusičnanu sodného, 0,18 hmot. dielov polyólov C_5 až C_7 , vyjadrených ako glukóza a hydroxid sodný v množstve, udeľujúcim tomuto systému hodnotu $pH = 11,14$.

V 1000 objem. dieloch týchto lúhov je rozpustených 67,6 hmot. dielov močoviny /1,3 mólov močoviny na 1 mól celkového formaldehydu bez formaldehydu z NITROSOGENU/ a pri teplote $19^{\circ}C$ je vzniknutý roztok za miešania okyselený 10 objem. dielmi 94,2 %-nej kyseliny sírovej /2,66 mólov jednosytnej kyseliny na 1 mól prítomného dusitanu/ na hodnotu $pH 1,78$, čo je sprevádzané búrlivým vývinom nitrozných plynov. Roztok je potom miešaný pri teplote 19 až $21^{\circ}C$; po 170 minútach reakcie je pH zmesi 2,6. Po 1220 minútach reakcie je ca 50 %-ným vodným roztokom hydroxidu sodného hodnota pH rezultujúcej suzpenzie upravená na 8,2 a zmes je zfiltrovaná, filtračný koláč dokonale premytý vodou a sušený 15 hodín pri $105^{\circ}C$. Rezultuje 78,43 hmot. dielov vodonerozpustného močovinoformaldehydového kondenzátu, ktorý je na základe výsledku analýzy v priemere tetrametylén-pentamočovinou, čo predstavuje 97,9 %-ný výťažok oproti teórii na východiskové množstvo celkového formaldehydu. Za uvedených reakčných podmienok nebol odbúraný prítomný 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexán, ktorý farbí reakčnú zmes i korešpondujúci filtrát na svetlozelenožltu. Filtrát obsahuje 0,55 hmot. dielov voľného formaldehydu a žiadny dusitan sodný.

Príklad 2

Je postupované, ako v príklade 1, len k acidifikácii roztoku je aplikovaných 14 objem. dielov 94,2 %-nej kyseliny sírovej

/3,73 mólov jednosytnej kyseliny na 1 mól prítomného dusitanu/, čím je dosiahnutá hodnota pH zmesi 1,2. Reakcia je ukončená po 170 minútach /pH zmesi 1,4/ úpravou hodnoty pH ako v príklade 1 na 8,6 a izpláciou produktu spôsobom ako v príklade 1. Rezultuje 73,68 hmot. dielov v priemere tetrametylénpentamočoviny, čo je 97,7 % oproti teórii na východiskové množstvo celkového formaldehydu; ako v príklade 1 i tu nebol odbúraný 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexán a vo filtráte ostáva 0,56 hmot. dielov voľného formaldehydu za úplnej absencie dusitanových iónov.

Príklad 3

K dispozícii sú matečné lúhy z výroby 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu, obsahujúce v 1000 obj. dieloch 21,2 hmot. dielov voľného formaldehydu, 3 hmot. diely hexametyléntetramínu, 1,2 hmot. diely 1,3,5-trinitrózo-1,3,5-triazacyklohexánu, 0,4 hmot. diely 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu, 13,88 hmot. dielov dusitanu sodného, 1,57 hmot. dielov hydroxidu sodného, 187,37 hmot. dielov dusičnanu sodného a max. 0,1 hmot. dielov polyólov C_5 až C_7 , vyjadrených ako glukóza.

Na 78 °C predohriaté lúhy uvedeného zloženia sú predložené do nerezového autoklávu o prac. objeme 6 m³ a za miešania sú acidifikované 51,3 %-nou kyselinou dusičnou v množstve 20,7 objem. dielov kyseliny na 1000 objem. dielov lúhov /1,1 mólu jednosytnej kyseliny na 1 mól prítomného dusitanu/. Reakčným teplom teplota zmesi vystúpi na 91 až 93 °C a v tomto teplotnom rozmedzí je pri tlaku 2 MPa udržiavaná 30 minút. Reakčný roztok, obsahujúci v 1000 objem. dieloch po tejto operácii 22,55 hmot. dielov formaldehydu, je potom predložený do miešaného kondenzačného reaktora, kde je k nemu za miešania a pri teplote 88 až 93 °C pridaný 45 až 50 %-ný roztok močoviny vo filtráte z predchádzajúcej operácie /viď ďalej/, v množstve 55 hmot. dielov močoviny na 1000 objem. dielov matečných lúhov /1,05 mólov močoviny na 1 mól celkového východiskového formaldehydu v matečných lúhoch/. Po 30-minútovej reakcii je pH resultujúcej suspenzie ca 50 %-ným vodným roztokom hydroxidu sodného upravené na hodnotu 8,1 a močovinoformaldehýdový kondenzát je izolovaný

filtráciou na kalolise, kde je raz premytý demineralizovanou vodou. Filtrát, obsahujúci max. 0,15 % hmot. formaldehydu, do 0,5 % hmot. mravčanu sodného, do 0,3 % hmot. močoviny a 17,9 % hmot. dusičnanu sodného, môže byť použitý na izoláciu bezdusitanového dusičnanu sodného pre výbušinárske účely, a tiež na prípravu 45 až 50 %-ného roztoku močoviny pre zrážanie formaldehydu v kondenzačnom reaktore.

Z mokrého filtračného koláča a demineralizovanej vody je pripravená 34 až 37 %-ná suzpenzia, ktorá je čerpaná do rozprašovacej sušiarne s teplotou na vstupe 175 °C a na výstupe 90 až 95 °C. Rezultuje práškový produkt s obsahom do 2 % hmot. vlhkosti v množstve 60 hmot. dielov na 1000 objem. dielov východiskových matečných lúhov, to je 90,1 % oproti teórii na obsah formaldehydu v roztoku po tlakovom rozklade dusitanov.

Príklad 4

K dispozícii sú matečné lúhy z výroby 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu z príkladu 3. Ďalej sú k dispozícii matečné lúhy po kryštalizácii hexametyléntetramínu, obsahujúce v 1000 objem. dieloch 501,2 hmot. dielov vlastnej substancie a ďalej prímеси, hlavne polyóly, respektíve cukrom C₅ až C₇ korešpondujúce N-Mannichove báze, ktorých obsah, vyjadrený ako obsah glukózy, je 1,65 % hmot.; stanovený odparok 1000 objem. dielov týchto odpadov je 518,2 hmot. dielov.

Bo aparátu s turbínovým miešadlom je predložených 3000 objem. dielov matečných lúhov z výroby 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu a 2500 objem. dielov matečných lúhov po kryštalizácii hexametyléntetramínu /t.j. zmiešava sa v pomere 14,92 mólov hexametyléntetramínu z lúhov po jeho kryštalizácii na 1 mól predloženého dusitanu/. Po vnesení do tejto zmesi 4000 hmot. dielov močoviny vo forme 49,1 %-ného vodného roztoku /1,18 mólov močoviny na 1 mól celkového formaldehydu/ je zmes vyhriatá na 45 °C a za miešania je k nej 15 minút dávkaných 1045 objem. dielov 94,1 %-nej kyseliny sírovej /61 mólov jednosytnej kyseliny na 1 mól prítomného dusitanu/. Na konci nátohu kyseliny dosiahne reakčná zmes teploty bodu varu /98 až 101 °C/. Po 15 minútach od skončenia nátohu kyseliny /to je po 30 minútach reakcie/ je hodnota pH rezultujúcej suzpenzie

upravená prídavkom ca 50 %-ného vodného hydroxidu sodného na 8,6 a zmes je ďalej spracovaná, ako v príklade 3. Rezultuje práškový produkt, v priemere tetrametylénpentamochovina, s obsahom vlhkosti do 3 % hmot. a v množstve 4652,5 hmot. dielov, čo je 92,3 % oproti teórii na prítomný voľný a/alebo viazaný formaldehyd vo východiskovej zmesi matečných lúhov. Filtrát po izolácii močovinoformaldehydového kondenzátu je možné použiť ako rozpúšťadlo na pr. močoviny vo výrobe kvapalných hnojív na báze komplexu dusičnanu amónneho a močoviny.

Príklad 5

K dispozícii sú matečné lúhy z výroby 1,5-metano-3,7-dinitrózo-1,3,5,7-tetraazacyklooktánu z príkladu 1. Ďalej je k dispozícii filtrovaná odpadová voda z výroby hexametyléntetramínu, majúca hodnotu pH 9,4 a obsah 3,34 hmot. dielov hexametyléntetramínu v 1000 objem. dielov vody.

K zmesi hore uvedených roztokov v objemovom pomere 1:1 /0,18 mólov hexametyléntetramínu z odpadovej vody na 1 mól dusitanu matečných lúhov/ je pridaných 39,4 hmot. dielov močoviny na 1000 objem. dielov zmesi roztokov /1,3 mólov močoviny na 1 mól celkového formaldehydu/ a po jej rozpustení je pri východiskovej teplote 18 °C na 1000 objem. dielov zmesi pridaných 8 objem. dielov 94,2 %-nej kyseliny sírovej /4,26 mólov jednosytnej kyseliny na 1 mól prítomného dusitanu/. Po 367 minútach reakcie pri teplote 19 až 21 °C sa pH zmesi z východiskovej hodnoty 1,26 zvýši na hodnotu 1,46 a prídavkom ca 50 %-ného vodného roztoku hydroxidu sodného je pH upravené na hodnotu 7,3. Ďalším spracovaním rezultujúcej suzpenzie ako v príklade 1 sa získa 43,25 hmot. dielov v priemere tetrametylénpentamochoviny na 1000 objem. dielov zmesi roztokov, čo je 98,2 %-ný výťažok oproti teórii /t.j. 98,2 %-né odstránenie formaldehydu zo zmesi roztokov/.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

234 447

Spôsob odstraňovania formaldehydu a dusitanov z matečných lúhov výroby cyklických nitrozamínov nitrozačným štiepením hexametyléntetramínu, obsahujúcich 12 až 25 % hmot. anorganickéj soli v reakcii aplikovanej minerálnej kyseliny, 0,3 až 3,0 % hmot. východiskového dusitanu, 1,1 až 2,8 % hmot. formaldehydu, prípadne i do 2 % hmot. hexametyléntetramínu a do 0,3 % hmot. rozpustených nitrozamínov a malé množstvá ďalších organických zlúčenín, v y z n a č u j ú c i s a t ý m , že sa na matečné lúhy neupravené a/alebo upravené prídavkom hexametyléntetramín obsahujúcich roztokov v množstve 0,01 až 20 mólov hexametyléntetramínu, s výhodou v množstve 0,18 až 14,92 mólov hexametyléntetramínu na 1 mól dusitanu vo východiskových matečných lúhoch, pôsobí pri teplote 0 až 150 °C, s výhodou pri teplote 18 až 101 °C, za atmosférického tlaku až tlaku 5 MPa, s výhodou za tlaku maximálne 2 MPa, minerálnou kyselinou, ako je kyselina dusičná alebo sírová, v množstve 0,5 až 80 mólov ako jednosytnej uvažovanej kyseliny, s výhodou v množstve 1,1 až 61 mólov ako jednosytnej uvažovanej kyseliny na 1 mól prítomného dusitanu, za súčasného alebo na pôsobenie kyselinou v uvedených reakčných podmienkach nadväzujúceho pôsobenia močovinou v množstve 0,8 až 1,6 mólov, s výhodou v množstve 1,05 až 1,3 mólov močoviny na 1 mól voľného a/alebo viazaného formaldehydu vo východiskovej zmesi, s celkovou dobou reakcie 10 až 1800 minút, s výhodou s celkovou dobou reakcie 30 až 1220 minút, a izoláciou vodone rozpustného močovinoformaldehydového kondenzátu z rezultujúcej suспенzie po úprave pH reakčnej zmesi na hodnotu 5 až 9, s výhodou na hodnotu pH 7,3 až 8,6.