



FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU

## K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

270 337

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
C 01 D 7/35

(21) PV 3605-88.N

(22) Přihlášeno 27 05 88

(40) Zveřejněno 14 11 89

(45) Vydáno 19 03 91

(75) Autor vynálezu

VLČEK ANTONÍN akademik,  
NEUŽIL LUBOMÍR doc. ing. CSc., PRAHA,  
BEJČEK VÁCLAV ing. CSc., LIBUŠÍN,  
MOCEK KAREL ing. CSc.,  
WALD JIŘÍ ing., PRAHA

(54)

Způsob přípravy uhličitanu sodného pro zachycování příměsí plyných směsí, zejména oxidu siřičitého

(57)

Řešení se vztahuje na způsob přípravy uhličitanu sodného, který je vhodný pro zachycování příměsí plyných směsí jako je zejména  $\text{SO}_2$ , případně též  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  a pod. Výchozím materiálem je hydrát uhličitanu sodného o obsahu vody daném relativním molárním zlomkem vody  $X_w \approx 10,5$ , nebo jeho směs s vodným roztokem uhličitanu sodného. Z výchozího materiálu se nejprve připraví tepelným rozkladem nebo mikrovlnným zářením v rozmezí teplot materiálu 32 až 35,3 °C nebo sušením do teploty materiálu 32 °C hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_w \approx 7,5$ . Ten se dále podrobí sušení při teplotě sušeného materiálu do 35,3 °C dokud neklesne obsah vody v hydrátu uhličitanu sodného na  $X_w \approx 4$ . Poté se proces přípravy dokončí sušením při teplotě nad 35,3 °C. Přitom dokončování sušení může již s výhodou probíhat nad 100 °C v plyné směsi obsahující příměs, která má být zachycena, takže dehydratovaný uhličitan sodný bezprostředně zachycuje příměs.

Vynález se týká způsobu přípravy uhličitanu sodného pro zachycování příměsí plyných směsí, zejména oxidu siřičitého.

Pro suchou metodu zachycování tzv. kyselých příměsí z plyných směsí zejména  $\text{SO}_2$  nebo též  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  ap. lze použít vysoce reaktivní formu uhličitanu sodného, kdežto průmyslově vyráběný uhličitan sodný je k tomuto účelu nevhodný. Průmyslově se vyrábí bezvodý uhličitan sodný a krystalický dekahydrát uhličitanu sodného. Bezvodý uhličitan sodný má velmi nízkou reaktivitu i stupeň využití a dekahydrát se kromě těchto nedostatků navíc rozkládá při teplotě nad  $32^\circ\text{C}$ , resp. nad  $35,3^\circ\text{C}$  na heptahydrát resp. na monohydrát a vodný roztok uhličitanu sodného. Přitom dochází k slepování zrn materiálu, k nalepování na stěny a vzniká nízkoreaktivní forma uhličitanu sodného.

Dosud je známa příprava vysoce reaktivní formy uhličitanu sodného, tzv. aktivní sody, vznikající tepelným rozkladem hydrogenuhličitanu sodného a látek obsahující hydrogenuhličitan sodný jako je seskvikarbonát sodný, Wegscheiderova sůl nebo jejich směsí za vhodných podmínek např. podle čs. objevu č. 26 nebo podle US patentu č. 4 588 569.

Nevýhodou přípravy aktivní sody z hydrogenuhličitanu sodného a látek obsahujících hydrogenuhličitan sodný je vysoká cena a značné množství oxidu uhličitého, který se uvolňuje nejen při zachycování příměsí, ale i při přípravě aktivní sody.

Aktivní sodu lze připravit také sušením dekahydrátu sodného při teplotě materiálu nepřevyšující  $32^\circ\text{C}$ . Tento způsob je vzhledem k dostupné výchozí surovině výhodný ovšem vyznačuje se nezbytnými časovými s energetickými nároky.

Výhodnější se jeví způsob přípravy aktivní sody, kde dosušování hydrátu při obsahu vody odpovídajícím pentahydrátu nebo nižšímu hydrátu lze uskutečnit za teploty vyšší než  $32^\circ\text{C}$ .

Vynález řeší problém snížení energetické a časové náročnosti procesu přípravy aktivní sody. Jeho podstatou je, že se z výchozího materiálu, obsahující hydrát uhličitanu sodného o obsahu vody daném relativním molárním zlomkem vody  $X_W \leq 10,5$  nebo jeho směsí s vodným roztokem uhličitanu sodného, připraví tepelným rozkladem nebo mikrovlnným zářením při teplotě materiálu  $32$  až  $33,5^\circ\text{C}$  nebo sušením do teploty materiálu  $32^\circ\text{C}$  hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 7,5$ , získaný hydrát se podrobí sušení při teplotě hydrátu nejvýše  $35,3^\circ\text{C}$  do obsahu vody  $X_W \leq 4$ , načež se hydrát dále suší při teplotě nad  $35,3^\circ\text{C}$  až do obsahu vody  $X_W \leq 1,05$ . Relativní molární zlomek vody  $X_W$  je definován jako podíl látkového množství vody a látkového množství  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Výchozí materiál může být buď připraven známými postupy z různých surovin například hydrogenuhličitanu sodného, seskvikarbonátu sodného, bezvodé soli. Wascheiderovy soli nebo může být přírodního původu s obsahem minerálních příměsí.

Tepelný rozklad výchozího materiálu lze provádět zahříváním okolním médiem o teplotě nejméně  $50^\circ\text{C}$  za vzniku suspenze pevného heptahydrátu uhličitanu sodného a vodného roztoku uhličitanu sodného až do teploty suspenze v rozmezí  $32,1$  až  $35,3^\circ\text{C}$ , načež se při teplotě v rozmezí  $32$  až  $35^\circ\text{C}$  separuje od roztoku pevný hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 7,5$ .

Přitom výchozím materiálem pro tepelný rozklad může být s výhodou směs hydrátu a vodného roztoku uhličitanu sodného o objemovém složení nejméně 4 díly roztoku a nejvýše 6 dílů hydrátu.

Hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 7,5$  může být s výhodou připraven tak, že se pevný výchozí materiál o obsahu vody  $X_W \leq 10,5$  smísí s nasyceným vodným roztokem uhličitanu sodného v objemovém poměru alespoň 4 dílů roztoku na 6 dílů výchozího materiálu, čímž se umožní snadné míchání a zvýší se výrazně přestup tepla a rozklad se umožní snadné míchání a zvýší se výrazně přestup tepla a rozklad se uskuteční ve výrazně kratší době. Směs se tepelně rozloží vnějším přívodem tepla při teplotě okolí alespoň  $50^\circ\text{C}$ . Vzniklý hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 7,5$  se od roztoku uhličitanu sodného separuje a separovaný roztok se může opět použít k směšování s výchozím roztokem nebo k přípravě hydrátu uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 10,5$ . Uvedenou směs alespoň 4 dílů roztoku a 6 dílů výchozího materiálu lze vytvořit při přípravě výchozího materiálu krystalizací tak, že krystaly se nechají usadit a část roztoku se oddělí tak, aby byl získán požadovaný poměr.

Značnou výhodu způsobu podle vynálezu je zejména v oblastech s vyšší relativní vlhkostí vzduchu sušení hydrátu uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 7,5$  při teplotě do  $35,3^\circ\text{C}$ . Oproti sušení při teplotě do  $32^\circ\text{C}$  se může výrazně zvýšit relativní hybná síla děje, což vede ke snížení doby sušení a tím ke snížení provozních a investičních nákladů.

Výrazné snížení spotřeby energie je podle vynálezu dosaženo tepelným nebo mikrovlnným rozkladem hydrátu uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 7,5$  za současného vzniku nasyceného vodného roztoku uhličitanu sodného, neboť spotřeba energie na dehydrataci uvolňováním vody za vzniku roztoku činí nejvýše 3% spotřeby energie na totéž snížení obsahu vody sušením. Celková spotřeba energie na přípravě uhličitanu sodného podle vynálezu může být snížena nejméně o 70% oproti sušení výchozího materiálu v proudu sušicího plynu až na bezvodý uhličitan sodný. Analogická relace se týká doby sušení a tím i velikosti zařízení a investičních nákladů.

Příprava hydrátu uhličitanu sodného o obsahu vody  $X_W \leq 7,5$  z výchozího materiálu sušením přichází v úvahu tehdy, když je požadavkem jednoduchost aparaturního uspořádání, tj. zejména pro menší provozy, neboť odpadá manipulace z roztokem, který vzniká při tepelném nebo mikrovlnném rozkladu výchozího materiálu. Dokončování sušení výchozího materiálu sušicím plynem při teplotě sušeného materiálu nad  $100^\circ\text{C}$  na obsah vlhkosti  $X_W$  blízko nule může být výhodné při přípravě uhličitanu sodného podle vynálezu, jestliže plynná směs obsahující zachycovanou příměs má teplotu nižší než  $100^\circ\text{C}$  nebo by bylo nákladné převážet na velké vzdálenosti s hydrátem uhličitanu sodného v něm obsaženou vodu.

Sušení hydrátu uhličitanu sodného podle vynálezu lze s výhodou provádět ve fluidní vrstvě, při rychlosti sušicího media alespoň 1,5 násobně vyšší než je prahová rychlost fluidace výchozího materiálu a při teplotě sušeného materiálu nejvýše  $32^\circ\text{C}$ .

Z důvodů intenzivního promíchávání částic sušeného materiálu, vysoké intenzity přestupu tepla a hmoty je možno přivádět sušicí plyn o teplotě značně převyšující rozkladné teploty hydrátů uhličitanu sodného  $32$  a  $35,3^\circ\text{C}$ , aniž vznikl roztok a tím došlo k slepování částic a nalepování na stěny zařízení.

Sušení výchozího materiálu lze také provádět při skladování v provzdušňované síle s hmotovým tokem o výšce výchozího materiálu max. 10 m, při postupné rychlosti vzduchu nejméně  $0,05\text{ ms}^{-1}$  a teplotě vzduchu nejvýše  $32^\circ\text{C}$ .

Tím lze skladování výchozího materiálu podle vynálezu využít k jeho poměrně levnému před-sušení. Materiál se plynule nebo cyklicky vypouští ze síla, přičemž se silo stále doplňuje výchozím materiálem na výšku vrstvy nejvýše 10 m. Podobného efektu před-sušování lze docílit skladováním výchozího materiálu na zastřešených hromadách nebo v otevřených zásobnících s výškou vrstvy do 5 m vzduchem o teplotě do  $32^\circ\text{C}$  proudícím okolo hromady nebo procházejícím hromadou nebo vrstvou v zásobníku rychlosti nad  $0,1\text{ m s}^{-1}$ .

Dokončovací sušení se může s výhodou uskutečnit tak, že uhličitanu sodného s obsahem  $X_W \leq 4$  suší vnesením do plynné směsi o teplotě  $100^\circ\text{C}$  obsahující odstraňovanou příměs. Vzniká aktivní soda takto bezprostředně zachycuje příměs. Tím se silně zkrátí doba přípravy uhličitanu sodného, který může být vnesen do plynné směsi s teplotou nad  $100^\circ\text{C}$  a výrazně se sníží investiční náklady a náklady na energii nutnou pro odsušení vody z hydrátu, neboť odpadající směs plynu s příměsí, jako jsou např. spaliny, má teplotu nad  $100^\circ\text{C}$  a reprezentuje tzv. "odpadní teplo". Přitom voda vázaná silněji při  $X_W \leq 4$  a vyžadující při dehydrataci vyšší spotřebu energie na 1 mol vody je podle vynálezu odstraněna bez nároků na energii tzv. "Odpadním teplem".

Praktickým uskutečněním různých variant přípravy uhličitanu sodného se dochází k závěru, že způsobem přípravy podle vynálezu vzniká vysoce porézní a tím vysoce reaktivní uhličitan sodný. Reaktivita a stupeň využití /proreagování/ vzniklého uhličitanu sodného byly zjišťovány zachycováním  $\text{SO}_2$  ve směsi s vlhkým vzduchem nad  $120^\circ\text{C}$  v diskontinuálním reaktoru. Při dosažení jednotkového poměru látkových množství  $\text{SO}_2$  a  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  byla střední hodnota účinnosti odsílení plynu nad 95% a stupeň využití  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  byl nad 90%. Přitom nebyly zjištěny významné rozdíly v těchto výsledcích při různém způsobu přípravy hydrátu uhličitanu sodného s obsahem vlhkos-

ti  $X_W \leq 7,5$  z výchozího materiálu nebo při působení hydrátu uhličitanu sodného s obsahem vody v rozmezí  $X_W \in (0; 4)$  na plynnou směs s příměsí  $SO_2$ .

Způsob přípravy uhličitanu sodného podle vynálezu lze realizovat v jednom stupni diskontinuálně s postupným zvyšováním teploty v souladu se snižováním obsahu vody nebo diskontinuálně či kontinuálně ve více seriově řazených stupních s postupně se zvyšující teplotou v jednotlivých stupních v souladu s úbytkem obsahu vody.

Výhody způsobu podle vynálezu jsou zřejmé z následujících příkladů provedení, které objasňují podstatu vynálezu, aniž by ho jakkoliv omezovaly.

#### Příklad 1

Ve skříňové sušárně udržované při teplotě  $80^\circ\text{C}$  se zahřívaly 3 kg výchozího materiálu hydrátu uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W = 9,8$ . Materiál měl velikost zrn do 2 mm se střední velikostí zrn 0,8 mm. Po deseti minutách se materiál v sušárně začal rozkládat za tvorby roztoku a vzniku suspenze o teplotě  $32,1^\circ\text{C}$ . Po 80 minutách dosáhla teplota suspenze  $33,7^\circ\text{C}$ , suspenze byla vyjmuta ze sušárny a byla zfiltrována. Filtrát obsahoval 23% hmot.  $Na_2CO_3$ . Výtěžek krystalů činil 1,89 kg, tj. 63% z původní navážky a jejich obsahem vody byl  $X_W = 7,05$ .

Tento materiál v množství 0,75 kg byl dále sušen ve fluidační vsádkové válcové sušárně o průměru 200 mm s kónickým úsekem nad roštem. Mimovrstvová rychlost vzduchu v úrovni roštu byla  $1,2\text{ m s}^{-1}$  a parciální tlak vodní páry činil na vstupu 1010 Pa. Teplota sušeného materiálu byla regulována v rozmezí  $34\text{--}35^\circ\text{C}$  a teplota sušicího vzduchu se pohybovala v rozmezí mezi  $65\text{--}70^\circ\text{C}$ . Po 18 minutách sušení, kdy obsah vody v hydrátu činil  $X_W = 3,5$ , byla zvýšena teplota sušicího vzduchu na hodnotu  $120^\circ\text{C}$  a po 26 minutách dosáhla teplota materiálu  $118^\circ\text{C}$  a proces sušení byl ukončen. Obsah vody  $X_W$  v získaném materiálu byl prakticky roven nule a sypná hustota byla  $350\text{ kg m}^{-3}$  oproti  $820\text{ kg m}^{-3}$  u výchozího materiálu.

Chování získaného materiálu ve styku se vzduchem s příměsí oxidu siřičitého bylo ověřováno vložení 300 g materiálu do fluidačního vsádkového reaktoru o průměru 150 mm. Teplota směsi vlhkého vzduchu (parciální tlak vodní páry 1010 Pa) a oxidu siřičitého byla  $140^\circ\text{C}$ , koncentrace oxidu siřičitého byla 0,2% obj., mimovrstvová rychlost plynu činila čtyřnásobek prahové rychlosti fluidace. Po 240 minutách byl poměr látkového množství oxidu siřičitého a uhličitanu sodného roven jedné a průměrná hodnota stupně odstranění  $SO_2$  z plynu činila 97,5%. Stupeň proreagování pevné fáze dosáhl hodnoty 95%.

#### Příklad 2

Množství 2 kg uhličitanu sodného s obsahem vlhkosti  $X_W = 9,8$  jsme smíchali s 1 kg roztoku odpadajícím při filtraci podle příkladu 1. Takto vzniklá suspenze byla zahřívána za občasného míchání ve skříňové sušárně udržované při teplotě  $85^\circ\text{C}$ . Po 45 minutách dosáhla teplota suspenze  $34^\circ\text{C}$ , byla vyjmuta ze sušárny a zfiltrována. Filtrát měl koncentraci 23,5% hmot.  $Na_2CO_3$ . Výtěžek krystalů činil 1,2 kg, tj. 60% původní navážky a jejich obsah vody byl  $X_W = 7,05$ .

Tento materiál v množství 0,75 kg byl sušen ve fluidační vsádkové sušárně stejného typu jako v Příkladu 1. Mimovrstvová rychlost vzduchu v úrovni roštu činila  $1,2\text{ m s}^{-1}$  a parciální tlak vodní páry ve vzduchu byl 960 Pa. Teplota sušeného materiálu byla udržována v rozmezí  $32\text{--}34^\circ\text{C}$  a teplota sušicího vzduchu se pohybovala v rozmezí  $59\text{ až }66^\circ\text{C}$ . Po 32 minutách bylo sušení skončeno. Obsah vlhkosti tohoto materiálu byl  $X_W = 1,05$ .

Tento materiál v množství 300 g byl podroben působení vzduchu s příměsí oxidu siřičitého a vodní páry (parciální tlak 960 Pa) ve stejném zařízení jako v Příkladu 1. Teplota plynné směsi činila  $142^\circ\text{C}$ , koncentrace  $SO_2$  byla 0,19% obj. a mimovrstvová rychlost plynu činila čtyřnásobek prahové rychlosti fluidace. Po 195 minutách byl molární poměr  $SO_2$  a  $Na_2CO_3$  roven jedné. Průměrná hodnota stupně odstranění  $SO_2$  činila 96,5% a stupeň proreagování pevné fáze dosáhl hodnoty 94%.

#### Příklad 3

Hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W = 9,9$  a v množství 2,5 kg ve vrstvě 0,05 m

vysoké byl vystaven po dobu 1,1 minuty mikrovlnnému záření o frekvenci 2450 MHz s intenzitou toku energie  $5,5 \text{ kW m}^{-2}$ . Po této době vznikla suspenze krystalů a roztoku o teplotě  $34^\circ\text{C}$ . Mimo prostor s mikrovlnným zářením byla suspenze zfiltrována podle Příkladu 1. Koncentrace  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ve filtrátu činila 24% hmot. Výtěžek krystalů byl 1,53 kg, tj. 61,2% z původní navážky. Obsah vody v krystalech byl  $X_W = 7,2$ .

Tento materiál byl sušen a použit podle Příkladu 1 k odsířování. Byly získány stejné výsledky.

#### Příklad 4

Hydrát uhličitanu sodného s velikostí zrn v rozmezí 1,0 - 2,5 mm v množství 0,75 kg a s obsahem vody  $X_W = 10,1$  a sypnou hustotou  $810 \text{ kg m}^{-3}$  byl sušen ve fluidační vsádkové sušárně podle Příkladu 1 vzduchem s mimovrstvovou rychlostí  $1,2 \text{ m s}^{-1}$  v úrovni roštu a s obsahem vodní páry daným parciálním tlakem 890 Pa. Nejdříve byla teplota sušeného materiálu udržována regulací v rozmezí 30 až  $31,8^\circ\text{C}$  po dobu 17 minut, kdy obsah vody sušeného materiálu klesl na  $X_W = 6,8$ . Poté byla teplota materiálu regulována na hodnotu  $34 \pm 1^\circ\text{C}$  po dobu 13 minut, kdy obsah vody sušeného materiálu klesl na  $X_W = 3,8$ . Teplota fluidačního plynu byla potom zvýšena na  $150^\circ\text{C}$ . Po 40 minutách od začátku dosáhla teplota sušeného materiálu  $140^\circ\text{C}$  a proces sušení byl ukončen. Obsah vlhkosti vysušeného materiálu  $X_W$  byl prakticky roven nule a sypná hustota činila  $340 \text{ kg m}^{-3}$ .

Materiál byl použit pro odstranění  $\text{SO}_2$  ze směsi se vzduchem za podmínek podle Příkladu 1. Průměrný stupeň odsíření směsi činil 98% a stupeň proreagování pevné fáze dosáhl hodnoty 94,5%.

#### Příklad 5

Do svislé izolované trubky o průměru 200 mm a výšce 2,5 m byl vložen hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W = 9,8$ . Náplň trubky činila 45 kg materiálu a vytvořila vrstvu vysokou 2 m. Do trubky byl vháněn zdola vzduch o teplotě  $25^\circ\text{C}$  s parciálním tlakem vodní páry 980 Pa a s mimovrstvovou rychlostí  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ . Zdola z trubky byla dvakrát denně odebírána porce materiálu odpovídající výšce 0,05 m a zhora do trubky byl dosypán výchozí materiál na původní výšku 2 m.

Materiál odebíraný zdola byl analyzován z hlediska obsahu vlhkosti. Za 6 dní činil obsah vlhkosti odebíraného materiálu  $X_W = 6,8$  a prakticky se neměnil. Sypná hustota tohoto materiálu činila  $700 \text{ kg m}^{-3}$ .

Materiál byl sušen ve fluidační vsádkové sušárně podle Příkladu 1 a poté použit k odstraňování  $\text{SO}_2$  ze směsi s vlhkým vzduchem za podmínek Příkladu 1. Byla dosažena průměrná hodnota stupně odstranění  $\text{SO}_2$  ze směsi 97,5% a stupeň proreagování pevné fáze činil 94,5%.

#### Příklad 6

Hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W = 10,1$  o hmotnosti 5 kg byl vysypán na vodorovnou podložku. Vytvořil hromadu tvaru kužele o výšce 0,13 m a průměru základny 0,43 m. Kolem hromady materiálu se nechal proudit vzduch s rychlostí  $0,1 \text{ m s}^{-1}$  a teplotou  $25^\circ\text{C}$  s parciálním tlakem vodní páry 1050 Pa. Hromada byla dvakrát denně přesypána. Po pěti dnech byl zjištěn obsah vlhkosti průměrného vzorku  $X_W = 7,2$ .

Takto předsušený materiál byl dále sušen a použit dále pro odstraňování  $\text{SO}_2$  ze směsi se vzduchem za podmínek Příkladu 1. Byl dosažen průměrný stupeň odsíření směsi 97% a stupeň proreagování pevné fáze 94,5%.

#### Příklad 7

Postupem uvedeným v první části Příkladu 1 byl tepelným rozkladem a následnou filtrací připraven hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W = 7,1$ . Tento materiál o hmotnosti 0,75 kg byl poté sušen ve fluidační vsádkové sušárně podle Příkladu 1. Teplota sušeného materiálu byla regulována na hodnotu  $32 - 34^\circ\text{C}$ . Po 14 minutách byl proces v sušárně ukončen. Obsah vody v materiálu činil  $X_W = 3,8$ .

Takto připravený materiál o hmotnosti 0,3 kg byl při podmínkách podle Příkladu 1 použit pro odstraňování  $\text{SO}_2$  ze směsi s vlhkým vzduchem. Po 145 minutách, kdy byl molární poměr oxidu siřičitého a uhličitanu sodného roven jedné, činila průměrná hodnota stupně odstranění

SO<sub>2</sub> ze směsi 95,5% a stupeň proreagování pevné fáze dosáhl hodnoty 94%.

#### PŘEDMĚT VÝNÁLEZU

1. Způsob přípravy uhličitanu sodného pro zachycování příměsí plyných směsí, zejména oxidu siřičitého vyznačující se tím, že se z výchozího materiálu obsahující hydrát uhličitanu sodného o obsahu vody daném relativním molárním zlomkem vody  $X_W \leq 10,5$  nebo jeho směs s vodným roztokem uhličitanu sodného, připraví tepelným rozkladem nebo mikrovlnným zářením při teplotě materiálu 32 až 35,3 °C nebo sušením do teploty materiálu 32 °C hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 7,5$ , získaný hydrát se podrobí sušení při teplotě hydrátu nejvýše 35,3 °C do obsahu vody  $X_W \leq 4$ , načež se hydrát dále suší při teplotě nad 35,3 °C až do obsahu vody  $X_W \leq 1,05$ .

2. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že tepelný rozklad výchozího materiálu se provádí zahříváním okolním médiem o teplotě nejméně 50 °C za vzniku suspenze pevného heptahydrátu uhličitanu sodného a vodného roztoku uhličitanu sodného až do teploty suspenze v rozmezí 32,1 až 35,3 °C, načež se při teplotě v rozmezí 32 až 35 °C separuje od roztoku pevný hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 7,5$ .

3. Způsob podle bodu 1 a 2 vyznačený tím, že výchozím materiálem pro tepelný rozklad je směs hydrátu a vodného roztoku uhličitanu sodného o objemovém složení nejméně 4 díly roztoku a nejvýše 6 dílů hydrátu.

4. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že sušení výchozího materiálu se provádí ve fluidní vrstvě při rychlosti sušicího média alespoň 1,5 násobně vyšší než je prahová rychlost fluidace výchozího materiálu a při teplotě sušeného materiálu nejvýše 32 °C.

5. Způsob podle bodu 1 se vyznačuje tím, že sušení výchozího materiálu se provádí při skladování v provzdušňovaném silo s hmotovým tokem o výšce výchozího materiálu max. 10 m při postupné rychlosti vzduchu nejméně 0,05 m s<sup>-1</sup> a teplotě vzduchu nejvýše 32 °C.

6. Způsob podle bodu 1 vyznačený tím, že se sušení výchozího materiálu provádí při skladování na zastřešených hromadách nebo v zastřešených otevřených zásobnících s výškou vrstvy do 5 m vzduchem o teplotě do 32 °C proudícím okolo hromady nebo procházejícím hromadou nebo vrstvou v zásobníku rychlostí nad 0,1 m s<sup>-1</sup>.

7. Způsob podle bodu 1 až 7 vyznačený tím, že se hydrát uhličitanu sodného s obsahem vody  $X_W \leq 4$  suší vnesením do plyné směsi o teplotě nad 100 °C obsahující odstraňovanou příměs.