

УДК 661.332.3

Гринь Г.І., Панасенко В.В., Лавренко А.О., Бондаренко Л.М., Резніченко Г.М.,
Дейнека Д.М., Адаменко С.Ю.

МЕТОДИ ПРОМИСЛОВОГО ОДЕРЖАННЯ КАРБОНАТНИХ СОЛЕЙ

Нині попит у світі на калійні солі залишається стабільно високим. В Україні внутрішній попит на них становить у перерахунку на K_2O майже 2,2 млн. т на рік. На цей час Україна стала фактично імпортером солей калію і мінеральних добрив на їхній основі з Росії, Білорусії та інших держав, тому що найбільші підприємства – виробники калійних добрив (ДП "Калієвий завод", ВАТ "Оріана" та ТОВ "Стебніківський калійний завод") фактично призупинили своє виробництво. Так, щорічно в Україну тільки карбонату калію завозиться більше 80 тис. тон. Проте, калійні руди родовищ Прикарпаття зберігають промислову цінність і придатні для промислової переробки в карбонат калію (поташ) та інші продукти. Сировинною базою для створення нового виробництва калійних солей можуть бути також родовища Дніпровсько-Донецької западини та Північно-Західного Донбасу (табл. 1). Вони оцінюються у мільярди тонн, є достатні для організації потужного виробництва калійних добрив, сполук калію, натрію не тільки для задоволення потреб підприємств України, але й для організації експортних поставок. При цьому є можливість застосування методу підземного вилучання, який мало впливає на експлуатацію будівель, споруд і мереж інженерних комунікацій, що розташовані в зоні гірничих виробітків, не призводить до зміни природного режиму ґрунтових вод, підтоплення земної поверхні, заболочення, утворення провальних воронок, які створюють небезпеку для населення і наземних об'єктів.

Калійні солі і їх сполуки мають досить широке застосування в різних галузях народного господарства. Хімічна речовина поташ, відома в хімії як вуглекислий калій, використовується в хімічній, скляній, легкій промисловості, у пожежній справі та в інших галузях. У хімічній промисловості його застосовують для виготовлення фарб, миючих засобів, як поглинач сірководню при очищенні газів. У легкій промисловості поташ використовують для вичинки шкір. У будівництві поташ застосовують в якості протиморозних домішок. У пожежній справі поташ застосовується для протипожежної обробки дерев'яних будівель і конструкцій.

Разом з фосфором і азотом калій входить у тріаду елементів, найбільш необхідних рослинам, що зумовило використання поташу у виробництві мінеральних добрив. Група галогенних і сульфатних калійвмісних мінералів відрізняється гарною розчинністю і утворює основну сировинну базу для виробництва калійних добрив.

Одним із перших способів виробництва K_2CO_3 є метод вилуговування із рослинної золи [1]. Зола соняшника в розчинній частині містить масову частку солей: від 15 % до 35 % K_2CO_3 , 3,5–4,1 % K_2SO_4 і 3,8–5,1 % KCl , нерозчинний у воді залишок становить від 40 до 61 %. Поділ системи $K_2CO_3 - KCl - K_2SO_4 - H_2O$ на складові компоненти здійснювали методом випарювання і охолодження, що засновано на відмінності розчинності компонентів системи при різних температурах. Технологія характеризується складністю процесів, значними витратами енергії. Експлуатаційні витрати на 1 т K_2CO_3 становили: умовного палива 0,24 т; пари – 4,5 т; електроенергії – 75 кВт/год і води – 10 м³. Отримання K_2CO_3 із золи спалювання патоково-спиртової барди має аналогічні недоліки. Крім цього, складним завданням є труднощі поділу

карбонатних солей калію і натрію на чисті складові компоненти. Під час використання такої сировини можна отримати лише низькоякісний карбонат калію з вмістом основної речовини 90–96%. Недоліками цих способів також є: низький вихід, забруднення K_2CO_3 домішками, обмеженість сировинної бази, багатостадійність, використання енерговитратних процесів випарювання і охолодження, перекристалізація K_2CO_3 , KCl і K_2SO_4 .

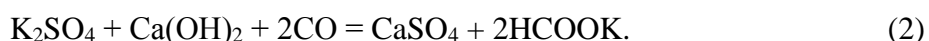
Останніми роками зазначені недоліки частково усунені в розробленій європейською фірмою «SF Soerenberg Comrag GmbH» (Австрія) технології виробництва K_2CO_3 із золи біогенного палива [2]. Авторами [3] проведено вивчення можливості отримання K_2CO_3 із золи сільськогосподарських рослин (тютюну), а також визначено вплив різних чинників на цей процес. Дослідження виконували у вилуговувачі оснащеному мішалкою, в якій подавали різну кількість води і здійснювали процес при температурі від 90 °C до 95 °C. Вилуговування закінчували при залишковому вмісті в сухому підзолі 2,5 % K_2CO_3 , що давало можливість отримати K_2CO_3 з виходом біля 62,5 %. Отриманий концентрований карбонат – лужний розчин (густина 1,11 г/см³) мав склад (%): K_2CO_3 – 9,19; Na_2CO_3 – 16,1; KCl – 3,3; K_2SO_4 – 1,7, для переробки якого застосовували процеси випаровування, кристалізацію, сушки. Систематичних же досліджень за подібною технологією за останні роки практично не виявлено. Однак на перспективу в зв'язку з зростанням обсягів утворення золи біогенного палива, відходів переробки рослин ця обставина дозволить розвивати виробництво K_2CO_3 і з цього виду сировини.

Магнезіальний метод отримання K_2CO_3 або метод Енгеля-Прехта [1, 4, 5] базується на хімічній взаємодії суміші хлориду калію і карбонату магнію з діоксидом вуглецю (карбонізації суспензії активного $MgCO_3$ в розчині KCl під тиском 0,493–1,776 МПа (5–18 атм.). Використовувався німецькою фірмою «Kali-Chemie». У результаті реакції отримували нерозчинну подвійну сіль гідрокарбонату калію і карбонату магнію

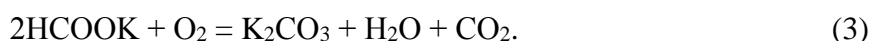


Спосіб дозволяє отримувати якісний K_2CO_3 (99,3 % мас.). Однак він має обмежене застосування через свою складність, пов'язану головним чином, з багатостадійністю, труднощами отримання добре фільтрованих кристалів подвійної солі, забезпеченням умов утворення стабільно активного карбонату магнію і великими витратами електроенергії.

Форміатний метод отримання карбонату калію з сульфату калію [1, 4] полягає в каустифікації промитого K_2SO_4 вапняним молоком у присутності оксиду вуглецю. Оксид вуглецю утворює з гідроксидом кальцію форміат калію по реакції



Утворення K_2CO_3 відбувається за реакцією



Недоліками технології є багатостадійність, періодичність, висока температура синтезу – 200 °C і великий тиск – 2,942 МПа (30 атм.), обмеженість сировинної бази. Схему процесу отримання K_2CO_3 не можна визнати вдалою з тієї причини, що готовий

продукт, що утворився, має недостатню чистоту, % мас.: K_2CO_3 – 98; KCl – 0,25; K_2SO_4 – 0,2; Na_2CO_3 – 0,3; Fe – 0,0005, нерозчинний у воді залишок – 0,01 і високу вартість за великої витрати палива.

Технологія отримання K_2CO_3 методом електролізу розчинів KCl з подальшою переробкою гідроксиду калію в карбонат калію незважаючи на комплексність характеризується складністю процесу через багатостадійність, велике споживання електроенергії [4, 6, 8], дорогої сировини KOH та, відповідно, високу вартість одержуваного K_2CO_3 . Так, за даними Г.Й. Мікуліна [6, 7] і С.В. Беньковського [8] питома витрата електроенергії на 1 т KOH становить понад 2300 кВт/год (без урахування витрат енергії теплоти у вигляді пари) і понад 190 кВт/год на 1 т K_2CO_3 . Під час електролізу KCl в KOH переходить тільки половина калію. Решта калію залишається у вигляді нерозкладеного KCl , забруднюючи одержуваний у процесі карбонізації лугів поташ хлоридами. Метод електролізу завдає значної шкоди навколишньому середовищу в результаті газових викидів хлору і його сполук, ртуті, а також стічних вод, що містять токсичні сполуки.

Авторами [9] показано, що найбільш перспективним для реалізації з точки зору економічної ефективності є мембранний електроліз з отриманням на 1 т K_2O : K_2CO_3 – 1,5 т, кальцинованої соди – 4,0 т і газоподібного хлору – 3,6 т.

Карбонат калію затребуваний промисловістю і може використовуватися як безхлорне калійне добриво з підвищеним вмістом K_2O (68 % проти 54 % в сульфаті калію і 46,6 % в нітраті калію). Однак відсутність простих і дешевих методів виробництва карбонату і гідрокарбонату калію є основною причиною, що обмежує їх застосування в промисловості і агропромисловому комплексі [13].

Технологія отримання K_2CO_3 з KCl електролітичним методом не розв'язує проблеми отримання карбонату калію як безхлорного калійного добрива, конкуруючого за ціною на сульфат калію та калійну селітру.

В.М. Томенко і К.М. Зубковою [10] запропонована технологічна схема переробки вітчизняних нефелінових сієнітів враховує великий вміст діоксиду кремнію (46–65 % мас.), що дозволяє комплексно переробляти їх на глинозем, соду, поташ, сульфат калію і цемент. Однак кальцинована сода, одержувана з нефелінів, відрізняється від аміачної соди присутністю калієвих солей. Ці домішки обмежують використання такої соди в миловарінні, фармацевтичній промисловості та інших галузях. Аналогічні обмеження щодо домішок соди, заліза, хлоридів є і для K_2CO_3 , одержуваного за цією технологією. Цим методом отримують K_2CO_3 з вмістом 98 % K_2CO_3 і до 1 % KCl . Для випуску більш чистого карбонату калію (за вмістом хлоридів) його додатково очищають шляхом перекристалізації.

Всеросійським алюмінієво-магнієвий інститутом і ВАТ Пікалевське об'єднання «Глинозем», Росія [11], розроблено технологію отримання K_2CO_3 з розчинів, що містять карбонати натрію, калію і сульфати, включаючи підтримання в суміші молярних відносин калію до калію і натрію від 72,95 до 94, 82 %, відділенні сульфатвміщуючого осаду, упарюванні розчину і кристалізації K_2CO_3 охолодженням розчину. Перевагою способу є зменшення енергетичних витрат (виключення стадії випарювання) і витрат на очищення содо-калієвого розчину, зменшення вмісту домішок K_2SO_4 в поташі до 0,11 % порівняно з традиційною технологією – 0,62 %.

Фірмою «Kompania Handlowa Verbus SA», єдиного у Польщі виробника високої якості та чистоти карбонату калію прожареного та гідратованого [12] запропоновано спосіб і пристрій для отримання очищеного K_2CO_3 , включаючи термічну обробку побічного продукту одержуваного у процесі переробки нефелінових руд. Пристрій

складається з трьох технологічних вузлів: попереднього сушіння; сушіння дегідратованого матеріалу; двоступеневого очищення газів, що відходять, що, на думку авторів, дозволяє отримувати готовий продукт з насипною масою $0,65\text{--}0,75\text{ г/см}^3$ і зменшити витрату палива на сушіння. Загальним недоліком способів [11, 12] є значні капітальні та енергетичні витрати на їх реалізацію, зумовлені комплексністю переробки нефелінової сировини на поташ, кальциновану соду, глинозем і цемент, а також недостатня чистота одержуваного K_2CO_3 вміщуючого домішки соди, хлоридів, заліза, сульфатів і інш.

На думку авторів [10] існуючі лужні методи переробки алюмосилікатної сировини є нерентабельні, оскільки відрізняються складністю, багатостадійний процес має значні інвестиційні, інноваційні та енергетичні витрати.

Технологія отримання K_2CO_3 із сильвініту з одночасним отриманням соди і K_2CO_3 розроблена авторами [13,14]. За цим способом переробляють хлориди натрію, калію із сильвініту на соду і карбонат калію з використанням гексаметиленіміну (ГМІ) і гексаметилендіаміну (ГМДА). Спосіб включає стадії очищення розсолу, карбонізації, фільтрації, кальцинації і електрохімічної регенерації аміну, а також устаткування, що успішно використовується у процесі отримання соди за методом Сольве. Розроблена технологічна схема отримання соди і K_2CO_3 з сильвініту передбачає двостадійне ведення процесу: на першій стадії отримати соду, після чого додати додаткову кількість аміну і на другій стадії отримати карбонат калію. Напівпромислові випробування цього способу показали, що з використанням цієї схеми можна з розчинів сильвініту Карлюкського родовища, використовуючи гексаметиленімін, виділити чистий гідрокарбонат натрію. Коефіцієнт використання іонів натрію при цьому становить 84 %. На другій стадії відбувається виділення суміші гідрокарбонатів натрію і калію, останній містить до 72 % мас. гідрокарбонату калію. Коефіцієнт використання іонів калію (KHCO_3) при цьому становить лише 53 %. Суміш гідрокарбонатів поділяли за допомогою репульпації з наступним отриманням K_2CO_3 і содопоташної суміші.

Перевагою такого методу є комплексність переробки вихідної сировини – сильвініту. Недоліком є відносно незначний вихід KHCO_3 на головній стадії процесу – карбонізації. Побічним продуктом технології є содопоташна суміш з не зовсім ясними перспективами використання у споживача через нестабільність складу і недостатню чистоту.

Авторами [10] було проведено технологічне оцінювання різних способів і технологічних схем отримання карбонату калію з хлориду калію, нефелінової сировини, полігалітової сировини, ропи Сиваша. Відзначено, що при використанні розсолів у процесі вилуговування сильвініту технологічний процес отримання хлориду калію включає стадії свердловинного розчинення, очищення розсолу, концентрування розсолу з вакуум-кристалізацією хлориду калію. На основі результатів техніко-економічного оцінювання витрат, перевагу віддано схемі переробки сильвініту на карбонат калію і виварювальної солі. При використанні $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$ попутно отримують 1,86 тонн виварної харчової солі на кожен тону K_2CO_3 . Це є перевагою методу, оскільки дає можливість отримувати одночасно два високоякісних продукти. У результаті проведених досліджень і техніко-економічного оцінювання авторами також зроблені висновки, що поташ ефективно можна одержувати також з полігалітової сировини, включаючи ропу Сиваша з переробкою її на карбонат калію і палену магнізю (MgO).

Сивашське родовище гідромінеральної сировини має практично невичерпні запаси натрію, калію, магнію, бромю та інших хімічних елементів, оскільки вони

поповнюються за рахунок надходження в Сиваш і випаровування вод Азовського моря. Виробництво карбонату калію може бути створено з використанням споруд існуючого солепромислу ПАТ «Кримський содовий завод», який виробляє сирий розсіл для виробництва кальцинованої соди. Спосіб передбачає [10] концентрування ропи Сиваша за рахунок сонячної енергії з отриманням поряд з хлоридом натрію сировини для виробництва соди, калійно-магнієвої солі, яку переробляють в шесеніт $K_2SO_4 - MgSO_4 - 6H_2O$. Проміжним продуктом після розчинення калійно-магнієвої солі, отриманої випаровуванням ропи, залишається осад складу, % мас.: 10,80 – K^+ , 6,27 – Mg^{2+} , 5,2 – Na^+ , 19,11 – Cl^- , 22,88 – SO_4^{2-} . При середньому вмісті в ропі Сиваша 6 кг/м³ хлориду калію склад осаду є близьким до полігалітових руд Прикарпаття.

Аналіз відомих існуючих методів виробництва карбонатних солей калію показав, що використання KCl та $(C_2H_5)_2NH$ не вимагає дорогої сировини і багатостадійних технологічних схем, великих енергетичних витрат на випаровування води з кристалізацією, високих витрат електроенергії, що визначає в результаті високу собівартість карбонатних солей калію, відсутні газові викиди хлору і його сполук, не утворюються стічні води, що містять токсичні сполуки, відсутнє забруднення карбонату калію домішками, тому запропонований метод є найбільш прийнятним і ефективним з усіх аналізованих напрямків за вартістю одержуваних карбонатних солей калію та екологічної безпеки.

Маючи більш високу розчинність, ніж кальцинована сода поташ не може бути отриманий методом, аналогічним аміачному способу Сольве. Заміна аміаку на $(C_2H_5)_2NH$, N,N -діетиламонію хлорид якого має більшу розчинність і висолуючу здатність, ніж хлорид амонію, дозволяє отримувати відразу кристалічний $KHCO_3$, а надалі при його кальцинації і K_2CO_3 .

Через брак даних про фізико-хімічні основи процесу висолювання і кристалізації в четвертій взаємній системі K^+ , $(C_2H_5)_2NH_2^+ // HCO_3^-$, $Cl^- - H_2O$ на цей час немає можливості визначити температурні і концентраційні параметри основних стадій технологічного процесу одержання карбонатних солей калію і розробити ефективну апаратурно-технологічну схему.

Аналіз існуючих методів промислового одержання поташу, їх переваг та недоліків, показує, що подальші дослідження необхідно спрямувати на вивченні фізико-хімічних основ процесу висолювання і кристалізації в системі K^+ , $(C_2H_5)_2NH_2^+ // HCO_3^-$, $Cl^- - H_2O$ та створенні конкурентоспроможної технології.

Методи отримання карбонатних солей калію в процесах висолювання і кристалізації є актуальним науково-технічним завданням, яке визначає подальші дослідження і розробки.

Література

1. Позин М.Е. Технология минеральных солей / М.Е. Позин. – Л.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1962. – С. 116.
2. Пат. 1741673 (A2) EP, МКИ B01F11/00P; B01F3/12D; C01D7/00; C05D9/00. Process for the recuperation of potassium carbonate from ash from biogenic fuels / Steindl Roman Dipling, Gumpinger Franzing, assignor to SF SoepenberG Compag GmbH; Application 04.07.2005; Published 10.01.2007.
3. Камалова Н.К. Исследование возможности получения поташа из золы сельскохозяйственных растений / Н.К. Камалова, В.В. Абрамова // Экология – 2003:

Тезисы молодежной международной конференции, Архангельск, 17–19 июня, 2003. – Архангельск, 2003. – С. 103–104.

4. Чернов В.Ф. Производство кальцинированной соды / В.Ф. Чернов. – М.: Госхимиздат, 1956. – 316 с.

5. Саймон Грайвер. Грани израильской экономики. Сырье как основа экономики [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://posolstvo.narod.ru/lib/rawmaterials.html>.

6. Микулин Г.И. Исследование процесса получения поташа из хлористого калия с применением гексаметиленмина: отчет о НИР, тема № 281-66 / Г.И. Микулин. – Х.: НИОХИМ, 1969. – 122 с.

7. Микулин Г.И. Применение интенсивных ионообменных процессов технологии основной химии для получения реактивных и высокочистых минеральных веществ: отчет о НИР, тема № 271-66 / Г.И. Микулин. – Х.: НИОХИМ, 1966. – 37 с.

8. Беньковский С.В. Технология содопродуктов / С.В. Беньковский, С.М. Круглый, С.К. Секованов. – М.: Химия, 1972. – 352 с.

9. Аксенов Е.М. Перспективы освоения сырьевой базы калийных удобрений на востоке России / Е.М. Аксенов, Ю.В. Баталин, А.К. Вишняков, Р.Р. Туманов, Р.З. Фахрутдинов. – Москва, Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2008. – № 1. – 78–90 с.

10. Разработка вариантов технологических схем и оценка целесообразности организации производства поташа на Украине с выдачей технико-экономической оценки: отчет о НИР. – Харьков: НИОХИМ, 1992. – 98 с.

11. Пат. 2132301 RU, МКИ C01D7/00. Способ получения поташа / [А.А. Битнер, С.А. Николаев, В.Г. Тесля и др.] / заявитель Всероссийский алюминиево-магниево-институт; ОАО Пикалевское объединение «Глинозем». Дата подачи заявки 10.04.1997; Дата публикации 27.06.1999.

12. Саймон Грайвер. Грани израильской экономики. Сырье как основа экономики [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://posolstvo.narod.ru/lib/rawmaterials.html>.

13. Крашенинников С.А. Получение соды и поташа из сильвинитов Карлюкского месторождения / [С.А. Крашенинников, Т.С. Греф и др.] – Москва. Химическая промышленность, 1984. – № 2. – 93 с.

14. Львов А.В. Электрохимическая регенерация органических акцепторов хлористого водорода в процессе получения соды и поташа // Дис ... канд. хим. наук. – Москва, 1983. – 243 с.

Bibliography (transliterated)

1. Pozin M.E. Tehnologiya mineralnyh soley. M.E. Pozin. – L.: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatelstvo himicheskoy literaturyi, 1962. – P. 116.

2. Pat. 1741673 (A2) EP, МКИ B01F11/00P; B01F3/12D; C01D7/00; C05D9/00. Process for the recuperation of potassium carbonate from ash from biogenic fuels. Steindl Roman Dipling, Gumpinger Franzing, assignor to SF SoepenberG Compag GmbH; Application 04.07.2005; Published 10.01.2007.

3. Kamalova N.K. Issledovanie vozmozhnosti polucheniya potasha iz zolyi selskohozyaystvennyih rasteniy. N.K. Kamalova, V.V. Abramova. Ekologiya – 2003: Tezisy molodezhnoy mezhdunarodnoy konferentsii, Arhangel'sk, 17–19 iyunya, 2003. – Arhangel'sk, 2003. – P. 103–104.

4. Chernov V.F. Proizvodstvo kaltsinirovannoy sodyi. V.F. Chernov. – M.: Gos-himizdat, 1956. – 316 p.
5. Saymon Grayver. Grani izrainskoy ekonomiki. Syire kak osnova ekonomiki [Elektronnyiy resurs]. Rezhim dostupa <http://posolstvo.narod.ru/lib/rawmaterials.html>.
6. Mikulin G.I. Issledovanie protsessa polucheniya potasha iz hloristogo kaliya s primeneniem geksametenimina: otchet o NIR, tema # 281–66 / G.I. Mikulin. – H.: NIOHIM, 1969. – 122 p.
7. Mikulin G.I. Primenenie intensivnykh ionoobmennyykh protsessov tehnologii osnovnoy himii dlya polucheniya reaktivnykh i vyisokochistykh mineralnykh veschestv: otchet o NIR, tema # 271–66 / G.I. Mikulin. – H.: NIOHIM, 1966. – 37 p.
8. Benkovskiy S.V. Tehnologiya sodoproduktov/ S.V. Benkovskiy, S.M. Kruglyiy, S.K. Sekovanov. – M.: Himiya, 1972. – 352 p.
9. Aksenov E.M. Perspektivnyi osvoeniya syirevoy bazyi kaliynykh udobreniy na vostoке Rossii/ E.M. Aksenov, Yu.V. Batalin, A.K. Vishnyakov, R.R. Tumanov, R.Z. Fahrutdinov. – Moskva, Mineralnyie resursyi Rossii. Ekonomika i upravlenie, 2008. – # 1. – 78–90 p.
10. Razrabotka variantov tehnologicheskikh shem i otsenka tselesoobraznosti organizatsii proizvodstva potasha na Ukraine s vyidachey tehniko-ekonomicheskoy otsenki: otchet o NIR. – Harkov: NIOHIM, 1992. – 98 p.
11. Pat. 2132301 RU, MKI C01D7/00. Sposob polucheniya potasha. [A.A. Bitner, S.A. Nikolaev, V.G. Teslya i dr.]. zayavitel Vserossiyskiy alyuminievo-magnievyiy institut; OAO Pikalevskoe ob'edinenie «Glinozem». Data podachi zayavki 10.04.1997; Data publikatsii 27.06.1999.
12. Saymon Grayver. Grani izrainskoy ekonomiki. Syire kak osnova ekonomiki [Elektronnyiy resurs]. Rezhim dostupa <http://posolstvo.narod.ru/lib/rawmaterials.html>.
13. Krashenninikov S.A. Poluchenie sodyi i potasha iz silvinitov Karlyukskogo mestorozhdeniya. [S.A. Krashenninikov, T.S. Gref i dr.] – Moskva. Himicheskaya promyshlennost, 1984. – # 2. – 93 p.
14. Lvov A.V. Elektrohimicheskaya regeneratsiya organicheskikh aktseptorov hloristogo vodoroda v protsesse polucheniya sodyi i potasha // Dis ... kand. him. nauk. – Moskva, 1983. – 243 p.

УДК 661.332.3

Гринь Г.И., Панасенко В.В., Лавренко А.А., Бондаренко Л.Н., Резниченко А.М.,
Дейнека Д.Н., Адаменко С.Ю.

МЕТОДЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПОЛУЧЕНИЯ КАРБОНАТНЫХ СОЛЕЙ

В работе проанализированы существующие методы получения карбонатных солей, широко освещены их преимущества и недостатки, показано, что наиболее перспективным является химический метод с применением KCl и $(C_2H_5)_2NH$.

УДК 661.332.3

Gryn G.I., Panasenko V.V., Lavrenko A.A., Bondarenko L.N., Reznichenko A.M.,
Deyneka D.N., Adamenko S.Y.

METHODS FOR PRODUCING INDUSTRIAL CARBONATE SALTS

This paper analyzes the existing methods for the preparation of carbonate salts, widely covered their advantages and disadvantages, it is shown that the most promising is a chemical method using KCl and $(C_2H_5)_2NH$.