

Лекція 11

Тема: Методи збагачення калійних руд. Одержання калій хлориду із сильвінітів і карналітів.

План

1. Механічні методи збагачення калійних руд.
2. Флотаційний метод збагачення калійних руд.
3. Одержання калій хлориду із сильвінітової руди.
4. Одержання калій хлориду із карналітової руди.

1. Механічні методи збагачення калійних руд

Методи механічного збагачення твердої сировини ґрунтуються на різних фізичних і фізико-хімічних властивостях мінералів, які складають гірську породу. Методи хімічного збагачення твердої сировини засновані на різних хімічних властивостях її складових (відношення до окиснення, розкладу, розчинності, реакційна здатність по відношенню до різних реагентів і т.п.).

Механічні способи збагачення ґрунтуються на наступних фізичних властивостях мінералів:

1. Розміри зерен;
2. Форма зерен;
3. Характер поверхні (тертя при колюванні або ковзанні);
4. Густина зерен;
5. Колір і блиск;
6. Магнітна проникливість;
7. Електропровідність;
8. Змочуваність поверхні рідинами і газами.

Найбільш простим способом механічного збагачення є *ручна рудорозробка*, яка полягає в ручному відборі породи за зовнішніми ознаками – кольору, блиску, розміру і форми кусків або зерен. Для прискорення ручної рудорозробки застосовують стрічкові транспортери або круглі столи, які крутяться навколо своєї осі з такою швидкістю, щоб робітники встигали відібрати потрібну руду. Останнім часом ці процеси стараються автоматизувати з використанням оптичних приладів і фотоелементів.

Розсіювання матеріалів за розмірами їх зерен, як метод збагачення застосовується в тих випадках, коли порода складається з міцних (в'язких) і крихких мінералів; останні подрібнюються легше, ніж міцніші і при розсіюванні проходять через отвори сит. Так, наприклад, відділяється фосфорит від пустої породи. Розсіювання мінеральної сировини називається грохотінням, а застосовувані металічні сита – грохотами. Можна пропустити матеріал через декілька грохотів з все меншими отворами і одержати декілька фракцій. Розсіювання застосовується також для сортування по крупності зерен (ситова класифікація) більш або менш однорідного (по складу) матеріалу. Так, наприклад, ділять на декілька фракцій вугілля і кокс. Застосовують плоскі і циліндричні грохоти. Плоский грохот встановлюється під невеликим нахилом для ковзання по ньому крупної фракції. При роботі грохот при допомозі різних механізмів гойдається або вібує, що сприяє швидкому проходженню через сито дрібних частинок. Рідше застосовують нерухомі плоскі грохоти.

Циліндричні грохоти розсіюють матеріал, який поступає всередину циліндра, що обертається з отворами.

Для розділення мінералів, які сильно відрізняються формою кристалів, наприклад азбесту, від пустої породи, застосовують грохоти з відповідною формою отворів.

Гравітаційне збагачення (мокре і сухе) ґрунтується на різній швидкості падіння частинок різної густини і величини в потоці рідини або газу, або на дії відцентрової сили. Даним способом можна розділити мінерали, які значно відрізняються по міцності (як і при розсіюванні), або по густині. Мокре збагачення найчастіше проводиться в струмені води. Якщо вода може розчинити або пошкодити матеріал, то застосовують інші інертні рідини, або сухе збагачення. Для сухого збагачення необхідний більш дрібний помел, ніж для мокрого. Сухе збагачення в основному проводять у струмені повітря або рідше застосовують інертний газ.

Гравітаційні способи широко застосовують для збагачення сировини у виробництві силікатних матеріалів, мінеральних солей і в металургії. Принципова схема гравітаційного збагачення показана на рис. 1.

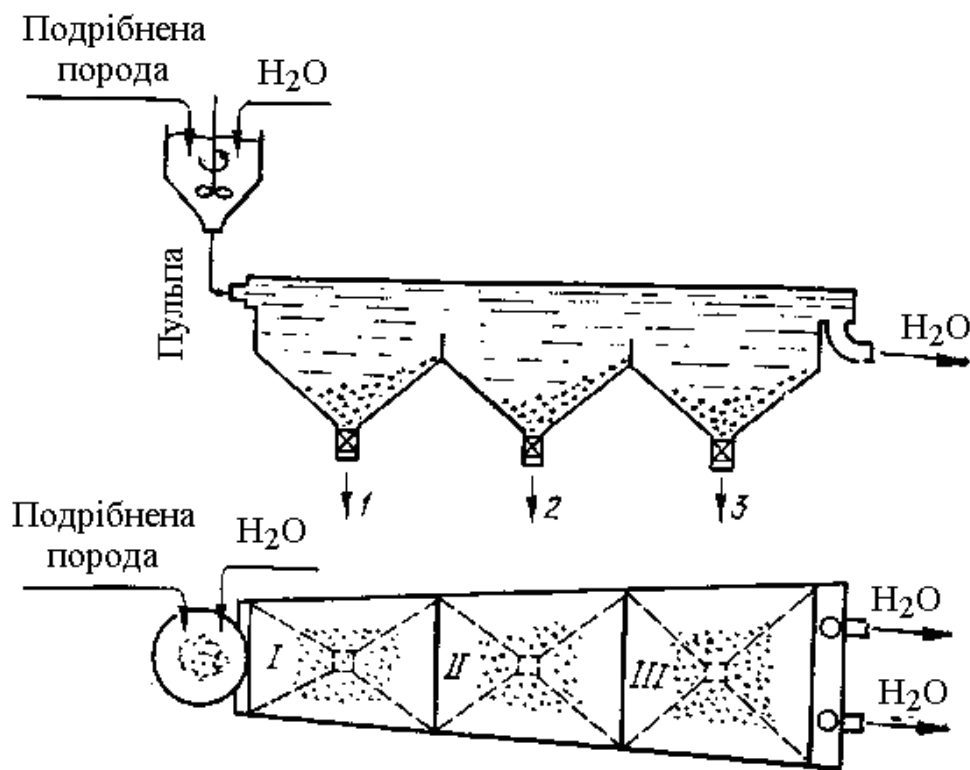


Рис 1. Принципова схема мокрого гравітаційного збагачення:

I, II, III осаджувальні камери; 1-важка (крупнозерниста) фракція; 2-середня фракція; 3-легка (дрібнозерниста) фракція.

Подрібнений матеріал змішаний з водою у баці з мішалкою подається у вигляді пульпи (концентрована завдяки твердого подрібненого матеріалу в рідині) у відстійник, розділений вертикальними перегородками на три осаджувальні камери. Кожна камера внизу має бункер. Найбільш крупні і важкі частинки осідають найшвидше в I-ій камері, середні—в II-ій камері, а легкі — в III-ій камері. Насамкінець найбільш легкі і дрібні частинки породи виносяться водою з відстійника. Кількість камер можна збільшувати і одержувати велику

кількість фракцій. В найпростішому випадку в одній камері звільняють цінний матеріал від неміцної пустої породи (наприклад глини), яка виноситься зі струменем води у вигляді каламуті. Такий спосіб називається відмучуванням.

Існує багато типів машин мокрого гравітаційного збагачення, що ґрунтуються на осіданні частинок в струмені: гідравлічні класифікатори, гравіємики, концентраційні столи, відсадні машини і т.п.

Дуже ефективно застосування відцентрових гідравлічних класифікаторів. Прикладом таких класифікаторів можуть служити гідроциклони. Вони мають більшу продуктивність, а тому менші габарити ніж класифікатори, так як відцентрове прискорення в гідроциклоні в багато раз вище прискорення сили тяжіння при осадженні частинок.

Повітряне збагачення ґрунтується на різних швидкостях падіння твердих частинок у повітрянім струмені в залежності від їх розмірів і густини. Апарати в яких проводиться повітряне збагачення називаються сепараторами. Розрізняють повітряні і відцентрові сепаратори.

Магнітне або електромагнітне збагачення засноване на різниці магнітної проникливості мінералів, які входять в склад сировини. Розмелену руду пропускають через магнітне поле. Частилки більш намагнічуваного матеріалу проходячи через магнітне поле відхиляються у більшій або меншій мірі від свого попереднього шляху. Частилки слабо намагнічені або зовсім не намагнічені не відхиляються. Апарати — електромагнітні або магнітні сепаратори. Найбільш поширене електромагнітне збагачення сухих матеріалів.

Збагачення у важких рідинах і суспензіях. Цей метод широко застосовується в лабораторній практиці. Він заснований на розділенні мінералів, які мають різну густину, в рідинах, що володіють проміжною густиною. Мінерали з меншою густиною, ніж рідина, спливають, більш тяжкі мінерали сідають на дно. В промисловості за таким принципом застосовують метод збагачення у важких суспензіях. Середовищем для розділення тут служить завись твердих мінералів ("обтяжувачів") у воді, які володіють підвищеною густиною, певною в'язкістю і пружними властивостями. Для цього застосовують пісок і магнетит (для збагачення легких матеріалів) або феросиліцій (для збагачення важких матеріалів).

2. Флотаційний метод збагачення калійних руд

Флотаційне збагачення засноване на різнім змочуванні частинок різних матеріалів водою і властивості не змочувальних або погано змочувальних частинок спливати у вигляді піни разом з пухирцями спеціально поданого повітря.

Як правило, при збагаченні руд методом флотації в суміш води і подрібнених мінералів вводять невеликі кількості так званих флотаційних реагентів:

1. *Піноутворювачі*—речовини здатні утворювати стійку оболонку газових пухирців і густої піни, здатної довгий час триматися на поверхні суспензії. Найбільш поширені піноутворювачі—соснове масло, деревний і кам'яновугільний дьоготь, деякі спирти;
2. *Колектори*—речовини здатні зв'язувати частинки флотаційного матеріалу з пухирцями газу завдяки утворенню на поверхні твердої частинки

гідрофобної плівки. Найбільш поширені колектори—олеїнова кислота, нафтенові кислоти і т.п.

3. *Подавлювачі* або *депресори*—речовини, які утруднюють спливання частинок шляхом збільшення гідрофільності їх поверхні. В якості депресорів застосовують луѓи, ціаністи, кремнекислі, сірчаноокислі, сірчистоокислі солі лужних металів.
4. *Регулятори*, або *контролюючі і нейтралізуючі агенти*—речовини, які діють на склад і реакцію середовища, в якому протікає флотація, а також вливають на розчинення, осадження, коагуляцію або пептизацію деяких домішок з метою підвищення ефективності процесу. Сюди відносяться вапно, сода, сірчана кислота, її солі та інші речовини.
5. *Флотаційні отрути*—речовини, які протидіють утворенню гідрофобних плівок на поверхні мінералів і роблять флотацію неможливою. Існують речовини які знижують або послаблюють дію отрути. Флотаційні отрути спеціально у пульпу не вводять, вони, як правило, знаходяться у воді або розчинних компонентах руди і під час її розчинення переходять у розчин. Найбільш шкідливими є солі важких металів, гумусові речовини, таніди та ін. Іноді невеликі зміни у складі води (під час сильних дощів, танення снігу, зміни умов газоочистки) значно погіршують процес флотації. Тому аналіз води на флотофабриках є дуже важливий. Як протиотруту застосовують головним чином вапном, луѓи, вуглекислий барій та ін.

Сировину, яка підлягає флотації, спочатку подрібнюють, а потім тонко подрібнюють. Подрібнену руду і воду з флотореагентами подають у флотаційну машину. Застосовують флотаційні машини двох типів: камерні з механічним перемішуванням пульпи з повітрям і коритні з пневматичним (повітряним) перемішуванням.

Флотаційний спосіб збагачення сильвінітової руди ведеться в насичених сольових розчинах. Він оснований на селективній гідрофобізації реагентами збирачами поверхні калійних мінералів, що створює умови для закріплення частинок на бульбашках повітря та вилучення їх у пінний продукт. Флотаційний метод переробки включає підготовчі операції з подрібнення і класифікації мінеральних зерен і виділення глинисто-карбонатних шламів (знешламлювання).

Кінцевий концентрат із вмістом КСІ 95,3-96,2 % проходить операції зневоднення і сушки. “Хвости флотації”, з вмістом КСІ 2,5-3,0 % після зневоднення передаються на солевідвал. Шламований продукт після згущення і освітлення транспортується на шламосховище. Вилучення корисного компонента при флотаційному методі переробки становить 84-85 %.

Флотаційне збагачення сильвінітової руди включає наступні основні операції:

- 1) дроблення і подрібнення руди;
- 2) попереднє видалення глинистого шламу з руди або його придушення в процесі основної флотації;
- 3) основна флотація з виділенням КСІ в пінний продукт і наступною переочисткою отриманого концентрату;
- 4) переочистка глинистого шламу з метою зниження втрат КСІ;

5) зневоднення хвостів, шламу і концентрату з поверненням в цикл оборотного розчину.

Технологічна схема флотаційного збагачення калійних руд (рис. 2) відрізняється деякими особливостями. Калійні руди відрізняються невеликою твердістю і значною крихкістю, тому для зменшення переподрібнення руди її дроблення і подрібнення виконується в обережному режимі. Для дроблення застосовуються щоківі і молоткові дробарки. Перша стадія дроблення виконується в шахті (в щоківій дробарці), тому на фабрику руда надходить крупністю не більше 200-250 мм. На збагачувальній фабриці руда дробиться в молоткових дробарках до 10-20 мм і направляється на одностадійне подрібнення в стержневі млини, що працюють в замкненому циклі з дуговими ситами. Крупність подрібненої руди складає 0,8 мм. Тонкі шлами поглинають збирач катіонного типу і погіршують флотацію, тому обов'язковою операцією перед флотацією є знешламлення, яке може здійснюватись в гідроциклонах або на дугових ситах. Підготовлена за крупністю і знешламлена руда надходить на флотацію.

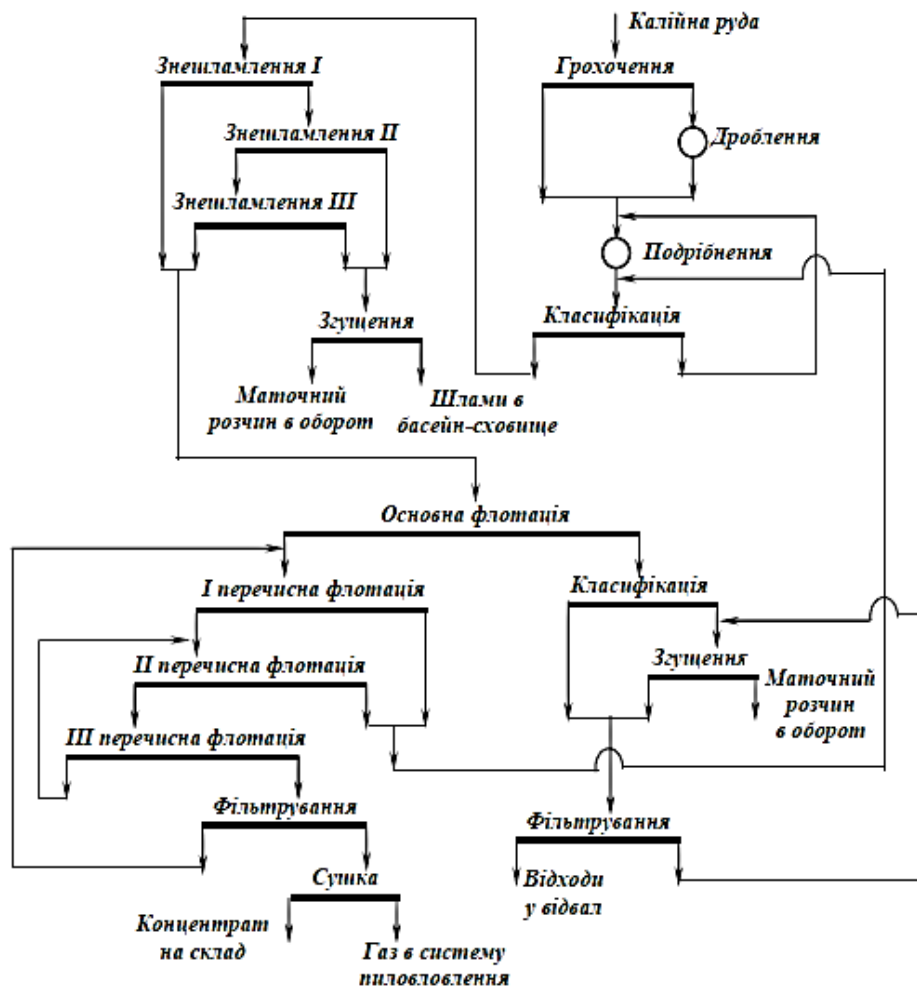


Рис. 2. Технологічна схема флотаційного збагачення калійних руд

Схема флотації включає основну і три переписних операції. При флотації солей використовують такі реагенти: основний збирач – підігрітий до 60 – 65°C 1 %- вий розчин аміну $C_{16} - C_{20}$, аполярний збирач – мазут, спінювач – Т-80. Зфлотований хлористий калій після переписних операцій направляється на фільтрування і сушку. Шлами також згущають і фільтрують для відділення

маточного розчину і повернення його в процес. Залежно від методу одержання випускають хлористий калій двох марок: К – одержують кристалізацією з розчинів; Ф – одержують флотаційним збагаченням калійних руд.

Хлористий калій марки Ф випускається трьох видів: дрібнозернистий, крупнозернистий і гранульований, який виробляють пресуванням дрібнозернистого з наступним дробленням і класифікацією. За вимогами споживачів для усунення злежування, хлористий калій повинен подаватися обробленим відповідними реагентами (напр., амінами).

3. Одержання калій хлориду із сильвінітової руди

Хлористий калій є концентрованим калійним добривом. Це біла кристалічна речовина, яка легко розчиняється у воді. Вміст поживної речовини K_2O знаходиться на рівні 52-62 %. Основною сировиною для виробництва хлористого калію є природні калійні солі (сильвініт та карналіт - солі з вмістом чистої речовини на рівні 12-15 % з домішками солей натрію і магнію). Хлористий калій застосовують на будь-яких ґрунтах як основне добриво. Особливо ефективно воно при використанні під коренеплоди, картоплю, соняшник, плодові та інші культури. Калійні добрива, як правило, застосовуються в комплексі з азотними і фосфорними добривами. Крім збільшення урожайності, калійні добрива підвищують якісні характеристики вирощуваної продукції: це проявляється в підвищенні опірності рослин до захворювань, підвищенні стійкості плодів при зберіганні і транспортуванні, а також покращенні їх смакових і естетичних якостей.

Переробку сильвінітової і карналітової руд на хлорид калію здійснюють:

1. *Методом розчинення і роздільної кристалізації*, основаної на різниці температурних коефіцієнтів розчинності сольових складових руди (цей метод називають ще тепловим або галургійним);

2. *Механічним збагаченням породи*, головним чином флотацією; гравітаційні методи при збагаченні калійних руд не знайшла широкого розповсюдження;

3. *Комбінацією флотаційного збагачення з розчиненням і кристалізацією* дрібних фракцій руди; такого роду схеми починають широко застосовуватися в останні роки в закордонній практиці;

4. *Підземним вилуговуванням руди* з наступною переробкою розсолу випарюванням і кристалізацією; цей спосіб застосовується поки тільки в Канаді при переробці руди, що залягає на великій глибині.

Виробництво хлориду калію з сильвінітової руди галургійним способом - розчиненням і роздільною кристалізацією - основане на різній розчинності у воді KCl і $NaCl$. Процес розчинення ведуть при 90-100°C з наступним охолодженням розчину до 20-25°C. У розчинах, насичених обома солями, з підвищенням температури від 20-25 до 90-100°C вміст KCl зростає приблизно в 2 рази, а вміст $NaCl$ – зменшується (див. табл. 1.). При охолодженні такого гарячого розчину буде кристалізуватися тільки KCl , а $NaCl$ залишиться в розчині.

Табл. 1. Розчинність хлоридів калію і натрію та сильвініту у воді за різної температури

Температура, °C	Склад осаду	Кількість г солі в 100 г води	
		NaCl	KCl
25	KCl	–	26,96
	NaCl	35,63	–
	KCl + NaCl (сильвініт)	29,38	16,28
50	KCl	–	43,12
	NaCl	36,50	–
	KCl + NaCl (сильвініт)	29,09	22,03
75	KCl	–	49,70
	NaCl	37,75	–
	KCl + NaCl (сильвініт)	27,87	29,06
100	KCl	–	56,20
	NaCl	39,40	–
	KCl + NaCl (сильвініт)	27,39	35,16

Ця властивість системи NaCl-KCl-H₂O використовується в циклічному процесі отримання KCl із сильвініту. Технологічний процес галургічного способу складається з дроблення сильвінітової руди, розчинення сильвініту гарячим лугом в розчинниках із шнековими мішалками і ковшовими елеваторами, охолодження (з метою кристалізації хлориду калію із освітленого насиченого розчину) і згущення у відстійниках. Потім згущена суспензія через проміжну мішалку подається на центрифуги.

Сушка відфільтрованого хлориду калію здійснюється на сушильних барабанах або в печах киплячого шару. Вміст хлористого калію у концентраті становить 95-98 %, у галітових відходах 2,5-3,0 %, вихід продукту 86,5-87,5%. Для виділення хлориду калію, цей метод використовується ширше методу флотації, який базується на різній змочуваності речовин.

Таким чином, принципова схема отримання хлориду калію з сильвінітової руди за методом розчинення і кристалізації складається з наступних основних операцій:

- 1)вилуговування подрібненого сильвініту гарячим маточним розчином, отриманим кристалізацією KCl ;
- 2)відділення гарячого розчину від відвалу ($NaCl$) і освітлення його;
- 3)кристалізація KCl охолодженням розчину;
- 4)відділення від маточного розчину кристалів KCl та сушка їх;
- 5)нагрівання маточного розчину і повернення його на розчинення KCl з нових порцій сильвініту.

Експериментальна частина

Хімічні реактиви, посуд, обладнання

Обладнання: стакани ємністю 100 і 250 мл, мішалка; лійка для гарячого фільтрування або лійка Бюхнера; циліндр об'ємом 100, 150 і 200 мл; колба з пробкою об'ємом 150–200мл; фарфорова ступка; сито з отворами 0,1–0,05мм; ваги; сушильна шафа; термометр.

Реактиви: подрібнений сильвініт або штучна суміш еквівалентних кількостей хлориду калію і натрію.

Опис лабораторної установки

Отримання хлориду калію здійснюється на лабораторній установці, схема якої наведена на малюнку.

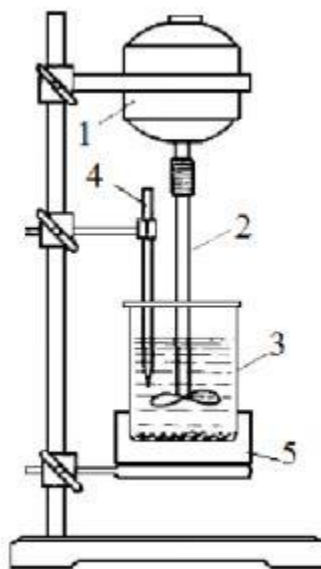


Рис 3. Установка для отримання KCl із сильвініту: 1 – електродвигун; 2 – мішалка; 3 – стакан; 4 – термометр; 5 – гліциринова баня.

Для розділення суміші сухих солей отримують спочатку розчин при заданій температурі, із якого потім охолодженням кристалізують хлорид калію. Маточний розчин, який залишився, насичений KCl і трохи недонасичений $NaCl$, знову нагрівають і використовують для розчинення нових кількостей вихідної суміші солей. Вихідний розчин отримують при неповному розчиненні сильвініту гарячою водою або маточним розчином.

При відповідному співвідношенні між кількостями маточного розчину і сильвініту процес циклічного розділення сильвініту зводиться до трьох

основних операцій (без врахування операції по відокремленню твердих солей): 1) вилуговування хлориду калію маточним розчином (або водою); 2) охолодження гарячого розчину, насиченого солями хлориду калію і натрію, до 25 °С з кристалізацією при цьому хлориду калію; 3) нагрівання відфільтрованого маточного розчину від 25 °С до, наприклад, 100 °С. В лабораторних умовах ця операція, за звичай, проводиться в стакані 3 об'ємом 150 - 200 мл, оснащеним скляною мішалкою 2 і термометром 4. Мішалка закріплюється на штативі за допомогою лапок. Порожній стакан 3 разом з мішалкою, до проведення досліду, зважують на технічних вагах. При нагріванні холодного розчину стакан поміщають в гліцеринову баню 5, а для охолодження гарячого розчину — в водяну баню з проточною водою.

Гарячий розчин відділяють від осаду на лійці для гарячого фільтрування або на лійці Б'юхнера, використовуючи обладнання для вакуумного фільтрування на водоструменевому насосі. Для цього виймають мішалку із стакана, а вміст стакану швидко переносять на попередньо підготовлену лійку. Осад після фільтрування не промивають, оскільки хлориди калію і натрію розчинні у воді. Вихід солі в сухому вигляді визначають по вмісту води у вологому осаді і у відповідності зі складом розчину визначають кількість солей, які знаходяться у розчині, що утримується осадом. По різниці між масою вологого осаду і масою розчину вираховують масу солі в осаді.

Порядок виконання роботи

Хлорид калію отримують із сильвініту. Розділення хлоридів калію і натрію базується на їх різній розчинності. Оскільки розчинність хлориду калію, на відміну від хлориду натрію, різко зростає із підвищенням температури, відокремлення хлориду калію можна провести охолодженням гарячого насиченого розчину суміші солей.

В стакан для вилуговування хлориду калію вміщують 75 г розчину, який містить 12,5 % KCl і 18,5 % NaCl. Склад розчину відповідає складу маточного розчину, який отримується після кристалізації хлориду калію. Стакан вміщують в гліцеринову баню і нагрівають розчин до 100 °С.

Відважують 25 г сильвініту із вмістом 25 % KCl і 75 % NaCl або штучну суміш із відповідним вмістом KCl і NaCl. Коли температура досягне 100 °С, вносять в стакан відважену кількість сильвініту і продовжують нагрівання при перемішуванні, підтримуючи температуру близько 100 °С.

Розчинення солі проводять 30–40 хв. За цей час готують систему для фільтрування. Потім вилуговування припиняють і відокремлюють розчин від осаду на лійці гарячого фільтрування або вакуумній системі фільтрування. Суміш солей, яка залишилась, здають лаборанту.

Профільтрований розчин охолоджують на повітрі до кімнатної температури. Утворену після кристалізації сіль відокремлюють від рідини фільтруванням у звичайних умовах. Фільтрат збирають у попередньо підготовлений стакан (попередньо зважений), осад висушують і зважують.

Виходячи із кількості отриманого хлориду калію і кількістю взятого сильвініту розраховують вихід хлориду калію. Фільтрат можна використовувати для наступних розділень.

Кількість солей, які перейшли в розчин, визначають теоретичним шляхом на основі кількості взятої води і розчинності солей. Кількість хлориду калію розраховують на основі загальної маси отриманого осаду солей.

4. Одержання калій хлориду із карналітової руди

В системі $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ карналіт $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ стабільний в інтервалі температур від -21 до $+167,5^\circ$ (рис. 4). Він розчиняється інконгруентно - при обробці обмеженою кількістю води в розчин переходить MgCl_2 , а KCl залишається у твердій фазі. При випаровуванні розчину карналіту кристалізується спочатку KCl , а потім карналіт з розчиненням раніше випадає KCl . Якщо до початку кристалізації карналіту відокремити викристалізований KCl , а розчин, що залишився, продовжувати випарювати або охолоджувати, то в обох випадках буде кристалізуватися карналіт.

Природний карналіт забруднений домішками сильвіну і галіту. При кристалізації KCl з гарячого розчину, насиченого KCl і NaCl , він буде тим чистіший, чим менше в розчині магній хлориду.

Всі існуючі методи переробки карналіту ґрунтуються на більшій розчинності хлористого магнію в порівнянні з розчинністю хлористого калію і діляться на способи повного і неповного розчинення. Перші способи полягають в повному розчиненні карналітової руди гарячим оборотним лугом, в якому міститься значна кількість MgCl_2 і мало KCl (наприклад, 280 г/л MgCl_2 , 40 г/л KCl і 40 г/л NaCl). При охолодженні отриманого розчину більша частина хлористого калію кристалізується (з домішкою NaCl).

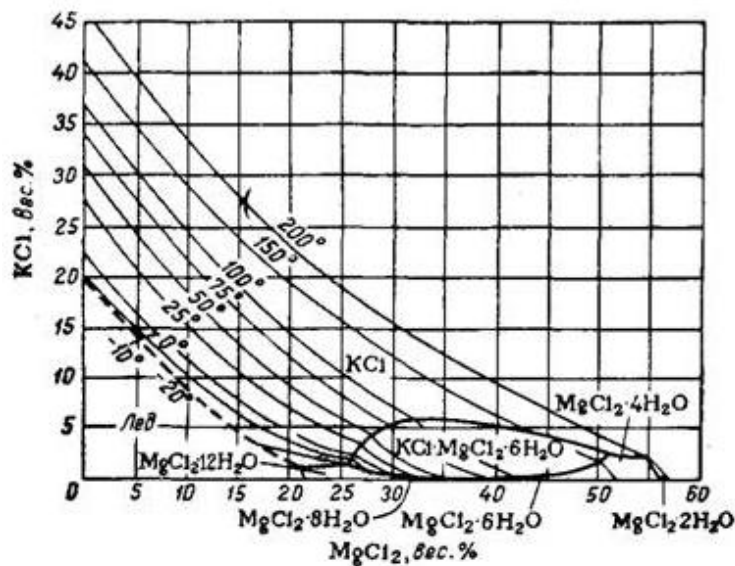


Рис. 4. Розчинність в системі $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$.

Маточний розчин випарюють і охолоджують; при цьому кристалізується карналіт $\text{KCl}\cdot\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$, що називається штучним. Способи неповного розчинення, при яких KCl повністю не розчиняється, а залишається частково в шламi, називають також «шламовими». Основними з них є способи холодного розкладання, розчинення «на кінцевий луг» і «кінцевим лугом».

Холодне розкладання карналіту ведуть обробкою його водою або оборотним розчином без нагрівання. KCl витягується у вигляді тонкого шламу,

зваженого в рідині. Після видалення галітових відвалів шламовий хлористий калій відокремлюють від розчину, з якого випарюванням і охолодженням кристалізують штучний карналіт, що приєднується до природного карналіту, який іде на розкладання. Розчин магній хлориду, що містить мало домішок, переробляють на твердий плавлений хлористий магній.

Розчинення «на кінцевий луг» або гаряче шламове розкладання полягає в обробці карналітової руди маточним розчином при ~ 100 °С. При цьому в розчин переходить весь $MgCl_2$ і частина KCl з карналіту, а інша частина KCl з розкладеного карналіту виділяється у вигляді шламового хлористого калію. Після відділення галітового відвалу (в якому залишається і знаходився в руді сильвін), а потім шламового хлористого калію, розчин охолоджують і для кристалізації повертають в цикл штучного карналіту, а потім випарюють для отримання плавленого хлористого магнію. Перевагою цього способу є можливість отримання без випарювання кінцевого розчину, що збагачений хлористим магнієм і є бідним на хлористий калій.

Способи холодного розкладання відрізняються тим, що в них практично весь KCl залишається нерозчинений; а в гарячих способах KCl повністю або частково розчиняється.

Використання способів холодного розкладання, як і гарячих способів неповного розчинення карналіту, призводить до отримання менш цінного продукту, забрудненого глинистими та іншими нерозчинними домішками, що містяться в сировині, проте цілком придатного як добриво. Використання цих способів виявляється доцільним при наявності порівняно чистого карналіту.

Найбільш поширені способи повного розчинення карналіту, вони дають можливість отримувати найбільш чистий продукт, але вимагають приблизно в 1,5 рази більшу витрату тепла, ніж способи холодного розкладання і майже в 2 рази більше тепла, ніж спосіб розчинення «на кінцевий луг». Тому в тих випадках, коли склад природної сировини допускає можливість їх використання, способи неповного розчинення карналіту є більш економічно вигідними.

Складність виділення хлористого калію з карналіту значно здорощує технологічний процес в порівнянні з переробкою сильвініту. Переробка карналіту на хлористий калій більш економічно вигідна, якщо вона проводиться з використанням інших компонентів, що входять до складу природного карналіту, і в першу чергу хлористого магнію з метою отримання сполук магнію, металевого магнію, хлору, хлорпохідних та ін.

Відходом у виробництві магнію електролізом карналіту є калійна сіль, яка містить 75-80% KCl ; її випускають як добриво під назвою «електроліт».

При переробці карналіту застосовують таку ж апаратуру, як і при переробці сильвініту. Розчинення карналіту проходить з великою швидкістю, тому його здійснюють у вертикальних розчинниках; мабуть, доцільно вести його в трубах, поєднуючи цей процес з гідротранспортом.

Література

1. Загальна хімічна технологія: Підручник / В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 552 с.
2. Загальна хімічна технологія: промислові хіміко-технологічні процеси: навч. посіб. / С.В. Іванов, Н.М. Манчук, П.С. Борсук. — К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2010. — 280 с.
3. Галургия. Теория и практика. Под ред. И.Д. Соколова. - Л.: Химия, 1983.- 342 с.
4. Грабовенко В.А. Производство безхлорных калийных удобрений. – Л.: Химия, 1980. – 256 с.
5. Лунькова Ю.Н. Производство концентрированных калийных удобрений из полиминеральных руд / Ю.Н. Лунькова, Н.В. Хабер. – К.: Техника, 1980. – 158 с.