

УДК 628.54

ВИКОРИСТАННЯ ДВОХЧАСТОТНОЇ ДІЇ УЛЬТРАЗВУКУ В ОТРИМАННІ ХЛОРИДУ НАТРІЮ ВИСОКОЇ ЧИСТОТИ

© 2011 О. І. Юрченко, О. М. Бакланов

Вивчено використання ультразвуку двохчастотної дії при отриманні хлориду натрію високої частоти. При цьому, ультразвук використовувався для інтенсифікації екстрагування хлориду натрію пероксидом гідрогену із кухонної солі при температурі (-20)...(-25) °С. Показано, що використання ультразвуку відповідних частот та інтенсивностей дозволяє отримати хлорид натрію з вмістом основної речовини не менш ніж 99,999%.

Ключові слова: хлорид натрію високої чистоти, ультразвук двохчастотної дії, пероксид гідрогену, розчинність.

1. Вступ

Для отримання хлориду натрію високої чистоти (>99,99%), що використовується для виготовлення оптичних та акустичних монокристалів найбільше розповсюдження отримали методи очистки кухонної солі сорту «Екстра» та хлориду натрію кваліфікації не нижче ч.д.а. [1, 2].

Є спосіб очищення хлориду натрію, що включає розчинення хлориду натрію у воді та співосадження домішок на колекторі – гідроксиді магнію з ультразвуковою інтенсифікацією процесу. Недоліком способу є недостатня ступінь очищення, що не перевищує 99 %, не дає можливості отримувати кінцевий продукт кваліфікації х.ч. „для спектрального аналізу” та „хлорид натрію для акустичних та оптичних монокристалів” [3].

Раніше нами було запропоновано спосіб очищення хлориду натрію, що включає охолодження хлориду натрію до температури (-15)...(-20) °С, розчинення у пероксиді гідрогену при вібраційному перемішуванні, охолодженню до температури (-20)...(-25) °С (при цих умовах розчиняється тільки хлорид натрію), фільтрування розчину та кристалізацію при температурі 130...150 °С [4]. Недоліками способу є недостатня чистота кінцевого продукту (не більше 99,9 %) та необхідність використовувати значну кількість пероксиду гідрогену через недостатню розчинність хлориду натрію у пероксиді гідрогену при використанні вібраційного перемішування, що не перевищує 34 г у 100 мл.

Відомо [5], що використання ультразвуку дозволяє інтенсифікувати процес розчинення й збільшити розчинність значної кількості неорганічних речовин. При цьому, найбільш ефективною вважається одночасна дія ультразвуку двох частот високої та низької [6]. Дана робота присвячена дослідженню використання двохчастотної дії ультразвуку при отриманні хлориду натрію високої частоти з кухонної солі сорту «Екстра».

2. Експериментальна частина

При виконанні даної роботи використовували ультразвуковий генератор типу 24–УЗГИ–К–1,2 до якого підключали магнітострикційні й п'єзоелектричні випромінювачі, що дозволяють створювати в досліджуваних розчинах ультразвукові коливання частотою 66, 80, 90, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 440, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 880, 900, 950, 1000, 1200, 1500, 2000, 2500 кГц. Застосовували стандартні п'єзоелектричні випромінювачі типу ЦТС–19, виготовлені із цирконата титану–плюмбуму із захисним покриттям із фторопласта [1]. Дані п'єзокерамічні випромінювачі були обрані тому, що мають достатню механічну міцність і стабільність випромінювання на високих частотах УЗ (від 100 кГц до 2,5 МГц) при інтенсивності до 12 Вт/см² [1]. Крім того використовували ультразвуковий диспергатор УЗДН – 1М з набором магнітострикційних випромінювачів, що дозволяло створювати у досліджуваній системі ультразвукові коливання частотою від 16 кГц до 100 кГц при інтенсивності ультразвуку до 25 Вт/см². Визначення вмісту хлориду натрію проводили розрахунково-аналітичним методом за стандартною процедурою [7].

3. Результати та їх обговорення

Зміна частоти низькочастотного ультразвуку при обробці суміші від 18 до 100 кГц на розчинності хлориду натрію у перексиді гідрогену не сказалася (табл.1). Порівняння результатів, одержаних з використанням високочастотного ультразвуку частотою 0,5...3,0 МГц показало, що кращі результати були отримані при використанні ультразвуку частотою 1,0...2,0 МГц (табл. 2). При цьому інтенсивність низькочастотного ультразвуку повинна бути 0,15...0,25 Вт/см², а високочастотного – 0,25...0,50 Вт/см² (табл. 3).

З табл. 4 випливає, що найбільш чистий продукт виходить при використанні способу, що пропонується. При використанні відомого способу можливо отримати хлорид натрію чистотою – 99,9%, що не дає можливості використовувати його за спеціальним призначенням, зокрема – для вирощування оптичних та акустичних монокристалів.

Таблиця 1. Вплив частоти низькочастотного УЗ на розчинність хлориду натрію у перексиді гідрогену та на чистоту кінцевого продукту

Характеристики	Частота УЗ, кГц %							
	17	18	22	50	60	80	100	110
Розчинність хлориду натрію у перексиді гідрогену, г/100 мл	43	47	47	48	47	47	47	45
Чистота кінцевого продукту, %	99,9992	99,9992	99,9992	99,9994	99,9992	99,9994	99,9993	99,9992

Частота високочастотного УЗ 1,0 МГц, інтенсивність – 0,30 Вт/см². Інтенсивність низькочастотного УЗ – 0,20 Вт/см². Час дії УЗ – 20 с.

Таблиця 2. Вплив частоти високочастотного УЗ на розчинність хлориду натрію у перексиді гідрогену та чистоту кінцевого продукту

Характеристики	Частота УЗ, МГц %					
	0,5 МГц	1 МГц	1,5 МГц	2 МГц	2,5 МГц	3 МГц
Розчинність хлориду натрію у перексиді гідрогену, г/100 мл	40	47	47	48	44	36
Чистота кінцевого продукту, %	99,9980	99,9992	99,9991	99,9992	99,9992	99,9985

Частота низькочастотного УЗ 22,0 кГц, інтенсивність високочастотного УЗ – 0,30 Вт/см². Інтенсивність низькочастотного УЗ – 0,20 Вт/см². Час дії УЗ – 20 с.

Таблиця 3. Вплив інтенсивності ультразвуку на розчинність хлориду натрію у перексиді гідрогену та чистоту кінцевого продукту

Інтенсивність низькочастотного УЗ, Вт/см ²	Інтенсивності УЗ високої частоти, Вт/см ²					
	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,60
Розчинність хлориду натрію у перексиді гідрогену, г/100 мл						
0,10	34	38	40	41	43	40
0,15	43	46	47	46	46	43
0,20	42	47	46	47	45	43
0,25	41	47	47	46	47	44
0,30	40	42	42	49	43	40
Чистота кінцевого продукту, %						
0,10	99,9988	99,9980	99,9980	99,9977	99,9978	99,9985
0,15	99,9987	99,9990	99,9992	99,9993	99,9992	99,9989
0,20	99,9985	99,9992	99,9992	99,9991	99,9990	99,9984
0,25	99,9989	99,9993	99,9991	99,9992	99,9992	99,9986
0,30	99,9870	99,9865	99,9860	99,9850	99,9865	99,9860

Частота низькочастотного УЗ – 22 кГц, частота високочастотного УЗ – 1 МГц. Час дії УЗ – 30 с.

Використання ультразвуку двох частот для розчинення хлориду натрію у пероксиді гідрогену обумовлено більш високою ефективністю двохчастотного ультразвуку у порівнянні з ультразвуком однієї частоти. Це пояснюється особливостями утворення і схлопування кавітаційних пухирців при двохчастотній дії ультразвуку при якій переважно (більше 90 %) утворюються малих сферичних кавітаційних пухирців, при схлопуванні саме яких і інтенсифікуються дані процеси [6, 8].

Таблиця 4. Порівняння способів очищення хлориду натрію відомого та того, що пропонується

Показники	Спосіб, що пропонується	Відомий спосіб [4]
Вміст основної речовини, % не менше	99,999	99,9
Максимально можлива розчинність, г на 100 мл пероксиду гідрогену	47	34
Вміст плюмбуму, не більше %	10^{-9}	10^{-8}
Вміст кадмію, не більше %	10^{-10}	10^{-8}
Вміст купрум, не більше %	10^{-8}	10^{-5}
Вміст калію, не більше %	10^{-6}	10^{-5}
Вміст магнію, не більше %	10^{-7}	10^{-5}
Вміст кальцію, не більше %	10^{-8}	10^{-5}

Для очистки була використана харчова кухонна сіль ДВО Артемсіль із вмістом основної речовини 98,5 %.

4. Висновки

Таким чином в результаті проведених досліджень встановлено, що використання ультразвуку двох частот 1,0...2,0 МГц та 18,0...100,0 кГц при інтенсивності низькочастотного ультразвуку 0,15...0,25 Вт/см², а високочастотного – 0,25...0,50 Вт/см² дозволяє отримувати хлорид натрію з вмістом основної речовини більш ніж 99,999% (табл.4).

Приклад.

Наважку кухонної солі масою близько 40 г розтирають у ступці до пиловидного стану та поміщають у хімічний реактор, охолоджують до температури –20 °С, приливають 100 мл пероксиду гідрогену, охолодженого до температури –25 °С та діють одночасно ультразвуком частотою 22 кГц, інтенсивністю 0,20 Вт/см² та ультразвуком частотою 1,0 МГц, інтенсивністю 0,30 Вт/см² на протязі 20 с. і фільтрують. Відфільтрований розчин поступово нагрівають до температури 150 °С і витримують при цій температурі 8 хв. Отриманий продукт аналізують на вміст хлориду натрію, кальцію, магнію, калію, плюмбуму, купрум та кадмію. Досліди по очищенню кухонної солі проводилися в умовах «чистої кімнати», що представляє спеціальній бокс із пластичного скла, де в якості атмосфери використовувався гелій квалфікації осч 5-5 [8]*.

Література

1. Бакланов О.М., Авдєєнко А.П., Чмиленко Ф.О., Бакланова Л.В. Аналітична хімія кухонної солі і розсолів.- Краматорськ: вид-во ДДМА, 2011.- 268 с.
2. Фурман А.А., Бельды М. П., Соколов И.Д. Поваренная соль. Производство и применение в химической промышленности.–М.: Химия, 1989.– 272 с.
3. Чмиленко Ф.А., Чуйко В.Т., Бакланов А.Н. и Бакланова Л.В. Способ очистки растворов поваренной соли от примесей тяжёлых металлов/– А.с. №1611863, СССР–Опубл. 07.12.90– Бюл. № 45).
4. Чмиленко Ф.А., Бакланов А.Н., Сидорова Л.П., Бакланова Л.В. Получение и анализ хлорида натрия реактивной чистоты с применением селективного растворения основы в пероксиде водорода и с интенсификацией процесса ультразвуком // Известия вузов. Химия и хим.технология.– 1997.– Т.40, N 3. С. 65-69.
5. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Гл.ред. И.П. Голямина – М.: Сов. энцикл., 1979.– 400 с.
6. Маргулис М.А. Звукохимические реакции и сонолюминесценция.–М.: Химия, 1986.– 288 с.

7. «Сіль кухонна. Методи випробувань» ДСТУ 4886.1:2007 - ДСТУ 4886.24:2007.- К: Вид-во стандартів, 2007.- 143с.
8. Бакланов О.М., Авдєєнко А.П., Чмилєнко Ф.О., Бакланова Л.В. Аналітична хімія кухонної солі та розсолів.- Краматорськ: вид-во ДДМА, 2011.- 283 с.

References

1. Baklanov O.M., Avde"e"nko A.P., Chmilenko F.O., Baklanova L.V. Analitichna hi'miya kuhonnoї soli i rozsoliv. Kramators'k: vid-vo DDMA, 2011. 268 s.
2. Furman A.A., Bel'dy' M. P., Sokolov I.D. Povarennaya sol'. Proizvodstvo i primeneniye v himicheskoy promy'shennosti. M.: Himiya, 1989. 272 s.
3. A.s. №1611863, SSSR. Chmilenko F.A., Chuyko V.T., Baklanov A.N. i Baklanova L.V. Sposob ochistki rastvorov povarennoy soli ot primesey tyaje'ly'h metallov. Opubl. 07.12.90. Byul. № 45.
4. Chmilenko F.A., Baklanov A.N., Sidorova L.P., Baklanova L.V. Poluchenie i analiz hlorida natriya reaktivnoy chistoty' s primeneniemy selektivnogo rastvoreniya osnovy' v peroksidge vodoroda i s intensifikaciey processa ul'trazvukom // Izvestiya vuzov. Himiya i him.tehnologiya. 1997. T.40, № 3. S. 65-69.
5. Ul'trazvuk. Malen'kaya e"nciklopediya. Gl.red. I.P. Golyamina M.: Sov. e"ncikl., 1979. 400 s.
6. Margulis M.A. Zvukohimicheskie reakcii i sonolyuminescenciya. M.: Himiya, 1986. 288 s.
7. DSTU 4886.1:2007 - DSTU 4886.24:2007. Si'l' kuhonna. Metodi viprobuvan'. K.: Vid-vo standartiv, 2007. 143s.

Поступила в редакцию 3 июля 2011 г.

О. И. Юрченко, А. Н. Бакланов. Использование двухчастотного действия ультразвука при получении хлорида натрия высокой чистоты.

Изучено использование ультразвука двухчастотного действия при получении хлорида натрия высокой чистоты. Ультразвук использовали для интенсификации экстрагирования хлорида натрия пероксидом водорода из поваренной соли при температуре (-20) ÷ (-25) °С. Показано, что использование ультразвука соответствующих частот и интенсивностей позволяет получать хлорид натрия с содержанием основного компонента не менее 99.999%.

Ключевые слова: хлорид натрия высокой чистоты, ультразвук двухчастотного действия, пероксид водорода, растворимость.

O. I. Yurchenko, A. N. Baklanov. The use of two-frequency ultrasound scheme for the preparation of high purity sodium chloride.

The capability of the two-frequency ultrasound scheme for the preparation of high-purity sodium chloride is investigated. The ultrasound was used to intensify the extraction of sodium chloride by hydrogen peroxide from mined salt in the temperature range (-20) ÷ (-25) °C. The use of ultrasound of appropriate frequencies and intensities was shown to allow to obtain sodium chloride with the main compound content not less than 99.999%.

Key words: high purity sodium chloride, two-frequency ultrasound processing, hydrogen peroxide, solubility.

Kharkov University Bulletin. 2011. № 976. Chemical Series. Issue 20(43).