

Лекція 7.

Тема. Отримання натрій хлориду

Мета. Розглянути особливості отримання натрій хлориду. Його очищення. Йодування кухонної солі.

План

1. Особливості отримання солей басейновим способом.
2. Технологія хлориду натрію: приготування розсолів, їх очищення.
3. Випарювання сольових розчинів.
4. Йодування солі. Сорти солі.

1. Особливості отримання солей басейновим методом.

Басейний метод отримання кухонної солі застосовують на Кримському півострові і на північному узбережжі Чорного моря. Для видобутку кухонної солі зазвичай споруджуються басейни трьох типів: 1) підготовчі або гіпсовідстійники, 2) запасні, 3) осаджуючі. Спочатку ропу з озера накачують в підготовчі басейни, де її тримають невеликим шаром 25 - 40 см і де вона випаровується в спекотну пору року (квітень-вересень), згущується майже до насичення і відстоюється від механічних домішок, а також від кристалізаційних солей: гіпсу і карбонатів кальцію і заліза. Потім ропу перекачується в запасні басейни, де зберігається до наступної весни можливо більш високим шаром (50 - 60 см) для зменшення розведення атмосферними опадами. При отриманні кухонної солі з сульфатних озер ропу перекачується в запасні басейни в холодну пору року після осадження мірабіліту. У міру випаровування осаджуючі басейни поповнюються ропу з запасних басейнів. До кінця сезону осадження пласт солі, що осіла на дно басейну, досягає 5 - 6 см. Ломка (збір) солі виробляють при цьому ручним способом - простими лопатами або чалпами (дірчастими лопатами) - після відкачування розсолу назад в озеро. Виламаної сіль збирають в купи на дні басейну, а потім вивозять на берег і складають в горби трапецеподібні висотою 3 - 4 м для стікання маточного розсолу.

2. Технологія хлориду натрію: приготування розсолів їх очищення.

Родовища кухонної солі. Хлорид натрію — основна частина практично всіх природних розсолів і солених вод, що утворює ряд родовищ, в яких розсоли поєднуються з твердими сольовими покладами. Хлорид натрію представлений також кам'яною сіллю і змішаними рудами, які містять сильвініт, галіт, карналіт. Склад ропи деяких хлоридних розсолів, а також солених вод морів і океанів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика хімічного складу деяких природних мінералізованих вод.

Джерела природних вод	Густина кг/м ³	Масова частка %							
		NaCl	MgSO ₄	MgCl ₂	CaSO ₄	CaCl ₂	KCl	о.м.	H ₂ O
Світовий океан	1025	2.735	0.229	0.323	0,126	—	0,074	3,50	96,5
Чорне море	1014	1.45	0.12	0.16	0,006	—	0,04	1,86	98,1

Каспійське море	1010	0.63	0.24	0.05	0,072	—	0,012	1,03	99,0
Аральське море	1009	0.56	0.26	0.007	0,154	—	0,018	1,02	99,0
Залив Кара-Богаз-Гол	1205	11.38	4.26	8.09	0,082	—	0,78	24,73	5,27
Поверхнева ропа зимою	1228	14.41	7.35	4.65	0,065	—	0,75	27,57	72,43
Поверхнева ропа літом									
Оз. Кучук	—	18.28	0.61	4.73	0,012	—	—	23,63	76,37
Ропа зимою	—	20.97	5.52	0.15	0,015	—	—	26,66	73,34
Ропа літом									
Оз. Баскунчак									
Півн. частина	1230	7.30	—	12.01	—	4,11	—	—	—
Південна частина	1220	19.52	—	4.10	—	1,33	—	—	—
Оз. Сисак	1077	7.48	0,74	1.22	0,89	0,18	—	—	—
Сиваш(пвд.чна)	1070	9.61	0,86	1.14	0,38	—	0,27	—	—
Ходжа Мумин	1200	25.86	—	0.08	0,40	0,15	0,08	—	—
Камиш Курган	1210	24.40	—	0.08	0,12	—	—	—	—

Розробка донних покладів хлориду натрію у вигляді, новосадки, гранатка, чугунки, а іноді корінної солі ведеться на деяких озерних родовищах, із яких найбільш велике — оз. Баскунчак. На експлуатованому озері слід прийняти до уваги, що постійний цикл появи і зникнення ропи приводить до повільного відновлення промислового шару. Сучасний видобуток хлориду натрію механізовано та автоматизовано. Сіль масово добувається випарюванням морської води (тоді її називають *морською сіллю*) чи ропи з інших ресурсів, таких як соляні джерела та соляні озера, а також розробкою соляних шахт та видобуванням кам'яної солі. Для видобування хлориду натрію з морської води необхідні умови жаркого клімату з низькою вологістю повітря, наявність значних низинних територій, що лежать нижче рівня моря або затоплюються припливом, слабка водопроникність ґрунту випаровувальних басейнів, мала кількість опадів протягом сезону активного випаровування, відсутність впливу прісних річкових вод та наявність розвинутої транспортної інфраструктури.

Утворення розсолів та їх очищення. Особливий тип природних розсолів — солені води, які самовиливаються родовище Ходжи-Мумин — представляють майже насичені хлоридом натрію розсоли, які не потребують попереднього концентрування перед осадженням. Розсоли утворюються в результаті перетікання підземних вод через глибинні сольові товщі, які складаються головним чином із кам'яної солі. В залежності від складу і вмісту завислих часточок, загального солевмісту, вміст окремих компонентів сольової системи (кальцію, магнію, заліза, карбонатів, хлоридів, сульфідів), органічних речовин розсіл піддається спеціальній попередній обробці.

Основні схеми і процеси для очищення засновані на використанні таких процесів: **відстоювання і фільтрування**.

Здійснення процесу періодичного відстоювання на практиці дуже не бажане, оскільки потребує періодичного наповнення та випорожнення відстійних басейнів. Тому на практиці застосовують так зване безперервне відстоювання, під час якого вода неупинно повільно проходить малими швидкостями через відстійники, в яких відбувається осадження завислих частинок.

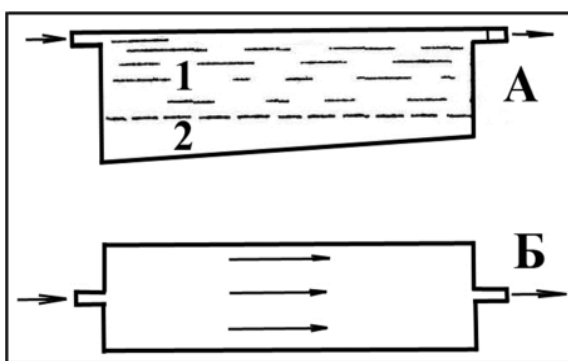


Рис. 1. Горизонтальний відстійник: А – розріз збоку; Б – вид зверху; 1 – робоча частина, де відбувається осадження осаду; 2 – нижня частина, де відбувається накопичення та ущільнення осаду.

Фільтрування – процес проходження освітленої води через шар матеріалу для фільтрування. Фільтрування, як і відстоювання застосовують для освітлення води, тобто затримання завислих частинок, які знаходяться у воді. В якості основного фільтруючого матеріалу використовують пісок. Як правило фільтр – це резервуар, в нижній частині якого розташований дренажний пристрій тієї, чи іншої конструкції для відведення профільтрованої води. На дренаж, як правило вкладають шар матеріалу для підтримки (переважно гравій, щебінь тощо), а потім власне шар матеріалу для фільтрування (пісок). В процесі фільтрування фільтр постійно заповнений водою до рівня, розташованого не менше ніж на 2 м вище від поверхні матеріалу для фільтрування. В звичайних фільтрах вода подається зверху і відводиться знизу через дренажний пристрій.

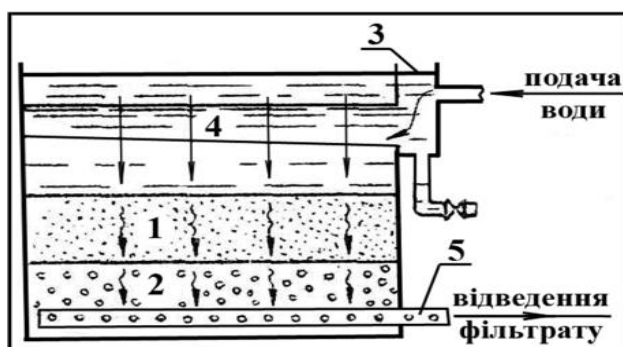


Рис. 2. Самоочищений швидкий фільтр: 1 – шар піску; 2 – шар гравію; 3 – кишень; 4 – жолоб; 5 – дренажні пристрої;

Робота самовільно перетікаючого швидкого фільтра. Вода надходить на фільтр через кишеню і жолоби, проходить через шари піску та гравію і відводиться за допомогою дренажних пристроїв, які розташовані в нижній частині фільтра. Під час промивання фільтр виключають з роботи, промивну воду подають знизу через дренажні пристрої і прокачують її через шар піску та гравію у зворотному напрямку. Швидкість проходження промивної води в декілька раз більша, ніж швидкість фільтрування. Вода скаламучує пісок і інтенсивно відмиває його від забруднень, що надійшли в ході фільтрування забруднень. Вода для промивання відводиться через жолоб. Промивання здійснюється 5...7 хвилин.

— освітлення;

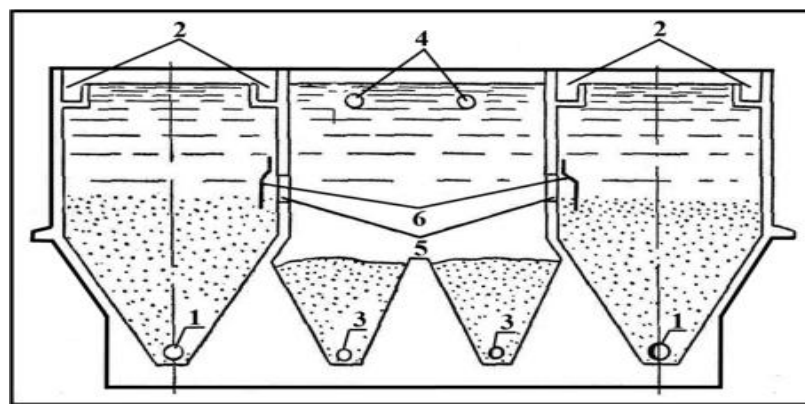


Рис 3. Прямокутний освітлювач коридорного типу: 1 – труби по яких в нижню призматичну частину подається вода для освітлення; 2 – жолоби для відведення освітленої води; 3 – труби з дірами для випуску ущільненого осаду; 4 – труби для відсмоктування осаду; 5 – вікна, по яких осад із завислого шару надходить до ущільнювача осаду; 6 – козирки, які прикривають вікна.

Так, освітлювач **коридорного типу**, що представлений на рисунку 3 працює таким чином. В нижню призматичну частину по трубах подають воду для освітлення. Освітлена вода відводиться жолобами в збірний лоток і далі по відповідних трубах. Камера для збирання і ущільнення осаду розташована по середині між двома освітлювачами. Осад із завислого шару надходить до ущільнювача осаду через спеціальні вікна, які прикриті козирками, що запобігають надходженню у вікна освітленої води. Для примусового відсмоктування осаду через вікна здійснюється відбір води із ущільнювача осаду по трубах в збірний жолоб. За допомогою засувки можна забезпечити такий відбір води, щоб її рівень в ущільнювачі для осаду був дещо нижчий, ніж у відділеннях робочої камери. Ця різниця рівнів і буде забезпечувати постійний примусовий відбір осаду через вікна. Ущільнений осад випускають по трубах з дірками.

3. Випаровування сольового розчину.

Випарювання – процес концентрування розчинів, який полягає в частковому видаленні розчинника шляхом його випарювання при температурі кипіння. Процес пароутворення до настання моменту кипіння називають випарюванням. Внаслідок випарювання із розчину видаляється розчинник, а нелеткі речовини залишаються в розчині в незмінній кількості, але в концентрованому стані. Випарювання дає змогу одержати не лише концентровані розчини, а й перенасичені, в яких відбувається кристалізація з метою виділення нелетких речовин у твердому вигляді (наприклад, кристалічного цукру, кухонної солі тощо). Іноді випарювання використовують для одержання користуються, щоб одержати чистий розчинник (дистиллят).

Випарювання – концентрування розчинів (найчастіше твердих речовин у воді) частковим випаровуванням розчинника при кипінні. При цьому підвищуються концентрація, густина і в'язкість розчину, а також температура кипіння. При пересиченні розчину розчинена речовина випадає в осад. Температура кипіння розчинів завжди вища за температуру кипіння розчинників; різниця між ними, називається температурною депресією, зростає із збільшенням концентрації розчиненої речовини і зовнішнього тиску.

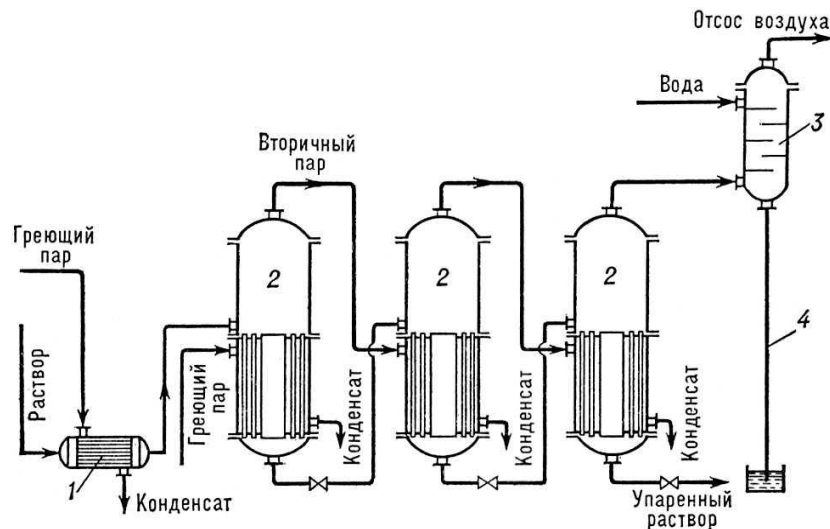


Рис. 4. Багатокорпусна прямооточійна випарна установка:

1-підігрівач; 2-випарні апарати; 3- конденсатор; 4- барометрична труба.

Концентрація розчинів шляхом випарювання є основними методами отримання кухонної солі. У разі випаровування в багатокорпусних установках передбачається використання вторинної (сокової) пари, яка утворюється в одному корпусі та використовується як греючий агент в другому. Попередньо нагрітий до температури кипіння вихідний розчин надходить у перший корпус, який нагрівається свіжою (первинною) парою.

Утворену (вторинну) пару з цього корпусу крізь краплеуловлювач подають як гріючу пару в нагрівну камеру другого корпусу, де внаслідок зниженого тиску розчин кипить за нижчої температури, ніж у першому. Випарований розчин самотечією переміщується з першого в другий корпус, внаслідок зниження тиску в корпусах у напрямку руху розчину.

4. Йодування солі. Сорти солі.

Харчова кухонна сіль — це речовина, яка існує у вигляді кристаликів, містить 93-99 % хлористого натрію і домішки солей кальцію, магнію, калію, які надають їй гігроскопічності, жорсткості і гіркуватого присмаку. Чим менше в солі цих домішок, тим вища її якість. Сіль - кристалічний сипучий продукт без запаху (окрім випадку йодованої солі) з солоним смаком без присмаку, в якому не допускається присутність сторонніх домішок, що не пов'язані з методом добування солі. Колір екстра та вищого гатунків — білий, однак для першого та другого допускаються сірий, жовтуватий, рожевий та голубуватий відтінки в залежності від походження солі.

Як сировина для одержання кухонної солі (хлористого натрію) використовується кам'яна сіль (67,9%), озерна осадова сіль (31,8%) і в невеликих об'ємах натуральні розсоли. За призначенням і споживанням розрізняють харчову (50 %) загального виробництва, технічну (40 %) і кормову (10 %) сіль.

За способом добування сіль ділиться на кілька видів:

- Кам'яна. Кам'яна сіль залягає в землі пластами та добувається гірським способом;

- Самоосаджена, або озерна. Ця сіль знаходиться у вигляді пластів на дні озер та є головним джерелом отримання солі в СНД;

- Осаджену сіль отримують випарюванням або виморожуванням з води лиманів та озер;

- Виварювальна. Виварювальна сіль видобувається випарюванням з підземних розсолів.

Сорти.

За якістю сіль поділяють на гатунки: екстра, вищий, I і II. Масова частка хлористого натрію у гатунках, %: екстра — не менш ніж 99,7; вищий — 98,4; I — 97,7; II — 97,0. Масова частка вологи у вивареній солі сорту екстра — 0,1 %, у вищому сорті — 0,7 %. Допускаються добавки йодиду калію (йодистого калію), йодату калію (йоднатовокислий калій), флуориду калію та флуориду натрію (фторидів калію та натрію). При цьому масова частка йоду має становити $(40,0 \pm 15,0) \cdot 10^{-4}$ %, флуору $(25,0 \pm 5,0) \cdot 10^{-3}$ %. За розміром зерен мелену сіль поділяють на номери: 0, 1, 2, 3. Чим більший номер, тим більші зерна солі.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники харчової солі ГОСТ 13830-97.

Найменування показника	Норма для сорту		
	Екстра	Вищий	Перший
Зовнішній вигляд	Кристалічний сипкий продукт		
Смак	Солоний без стороннього присмаку		
Колір	Білий		
Запах	Відсутня		
Фізико-хімічні показники			
Масова частка хлористого натрію, %, не менше	99,50*	98,20*	97,50*
Масова частка кальцій-іону, %, не більше	0,02*	0,35*	0,55*
Масова частка магній-іону, %, не більше	0,01*	0,08*	0,10*
Масова частка сульфат-іону, %, не більше	0,20*	0,85*	1,20*
Масова частка калій-іону, %, не більше	0,02*	0,10*	0,20*
Масова частка ферум оксиду (III), %, не більше	0,005*	0,040*	0,040*
Масова частка йод-іону, %	0,001*	0,001*	Не норм.
Масова частка сульфату натрію, %, не більше	0,21*	Не регламентується	
Масова частка нерозчинного у воді залишку (н.о.), %, не більше	0,03*	0,25*	0,45*
Масова частка вологи, %, не більше	0,10	0,70	0,70
pH розчину	6,5-8,0	Не регламентується	
Крупність: до 0,5 мм включ., %, не менш	95,0*	95,0* 5,0*	95,0* 5,0*
понад 0,5 мм до 1,2 мм, %, не більше	5,0*		

Йодована сіль.

Для профілактики дефіциту йоду, який відчуває близько 70 % населення України, сіль випускають з додаванням йодату калію або, рідше, йодиду калію. Таку сіль називають йодованою. За старим стандартом йодована сіль повинна містити 25 г йодиду калію на 1 т солі і зберігатися не

більше 6 міс. За новим українським нормативом (40 ± 15 мкг/г йодату калію) йодована сіль не повинна мати жодного запаху, не втрачати властивостей при кип'ятінні і повинна бути здатною запобігти проблемам, пов'язаним з йододефіцитом (особливо розумовій відсталості у дітей).

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.