

Тема 10. Опріснення і знесолення води

1. Доцільні межі застосування основних методів опріснення води.
2. Вибір методу знесолення води.
3. Технологічні схеми монообмінного знесолення.
4. Метод випарювання.

1. При опрісненні води солевміст повинен бути знижений до величини, що робить воду придатною для питних цілей ($P < 1000$ мг/л). Знесолення повинне забезпечувати більш повне видалення розчинених солей (до величини, установлені технологічними вимогами).

Дані про рекомендовані межі застосування різних методів опріснення і їхньої ефективності наведені в табл. 2.1.

Доцільні межі застосування основних методів опріснення води

Спосіб опріснення	Солевміст води, мг/л		Технологічна схема (апаратура)
	вихідної	опрісненої	
Дистиляція	більше 10 000	1–50	Багатоступінчасті установки адіабатного випару
Електродіаліз	2500-15000 ($T_o < 40$ мг-екв/л $K < 20$ град) $Fe_o < 0,5$ мг/л	500–1000	Електродіалізна установка, фільтри з активованим вугіллям
Іонний обмін	до 2000–000, ($M \leq 8$ мг/л, $K < 30^0$, перманганатна окисненість $O_2 < 7$ мг/л)	15–150	Н-катіонітові фільтри, дегазатор, аніонітові фільтри, бар'єрні Na-катіонітові фільтри
Гіперфільтрація	3000–3500	300–1000	Фільтропресні апарати
Заморожування	більше 5000	300–1000	

Для знесолення води застосовуються іонообмінні методи, багатоступінчаста дистиляція та електродіаліз у багатокамерних апаратах з іонітовим заповненням.

2. Вибір методу знесолення повинен ґрунтуватися на економічному порівнянні іонітового і випарного знесолення. Іонітове знесолення зазвичай переважніше інших методів при загальному солемісті менше 800- 1000 мг/л.

Часткове знесолення на одноступінчастих іонообмінних установках, що складаються з катіонітових фільтрів, завантажених середньо- або сильнокислотними катіонітом, і аніонітових фільтрів, завантажених слабоосновним аніонітом, дозволяє знизити загальний солеміст до 2-10 мг/л. При цьому на катіонітових фільтрах затримується більша частина катіонів, а на аніонітових фільтрах зі слабоосновним аніонітом - аніони сильних кислот.

II ступінь катіонітових і аніонітових фільтрів призначається для дознесолення води, причому аніонітові фільтри II ступеня завантажуються сильноосновним аніонітом, який при відсутності вуглекислоти, вилученої в дегазаторі, і аніонів сильних кислот здатний затримати аніони кремнієвої кислоти. Ще глибше знесолення ($P < 0,02-0,05$ мг/л) досягається на триступінчастих іонообмінних установках.

Застосування іонітових фільтрів змішаної дії в якості II ступеня при двоступінчастій схемі і III ступеня при триступінчастій схемі дозволяє одержати глибше знесолену воду. Однак, це пов'язано зі значною перевитратою реагентів.

Докладний опис конструкції, основ розрахунку й принципів експлуатації фільтрів змішаної дії наведені в гл. XIII [4] і п. 8.6 [8].

3. Нижче наведені основні технологічні схеми монообмінного знесолення води:

- а) $H_I - Д - Б - A_I$;
- б) $H_I - H_{II} - Д - Б - Н - A_I$;
- в) $H_I - H_{II} - Д - Б - Н - A_{II}$;
- г) $H_I - Д - Б - Н - A_I - A_{II}$;
- д) $H_I - A_I - H_{II} - Д - Б - Н - A_{II}$;
- е) $H_I - A_I - H_{II} - Д - Б - Н - A_{II} - H_{III} - A_{III}$;
- ж) $H_I - Д - Б - Н - A_I - ФЗД$;

з) Н_I – А_I – Н_{II} – Д – Б – Н - А_{II} – ФЗД,

де Н_I, Н_{II}, Н_{III} – водень-катіонітові фільтри I, II, III ступеня; Д – декарбонізатор; Б – проміжний бак; Н – насос; А_I, А_{II}, А_{III} – аніонітові фільтри I ступеня (зі слабоосновним аніоном), II і III ступенів (із сильноосновним аніоном); ФЗД– фільтр змішаної дії. У табл. 2.2 наведена ефективність розглянутих технологічних схем знесолення води.

Ефективність знесолення води іонним обміном

Склад вихідної води після механічних фільтрів				Якість знесоленої води		
Сума всіх катіонів, мг-екв/л	≤0,6	6–9	6–16	Кремнієва кислота, мг/л	Загальний солевміст, мг/л	Примітка
Натрій, мг-екв/л	≤0,5	0–6	0–12			
Сума аніонів сильних кислот, мг-екв/л	≤2	2–4	4–12			
Кремнієва кислота, мг/л	≤30	≤30	≤30			
Загальний солевміст, мг/л	350–400	350–500	500–950			
	а			Не знижується	2–10	
	б	б		Те саме	1–3	Економічніша схеми а)
		а	а		10–20	
		б	б		1–3	Економічніша схеми а)
	в	в	в	Знижується до 0,05–0,15	1–3	
	г	г	г	Те саме	1–3	
	д	д	д	0,02–0,2	<1	
	є	є	є	<0,05	<0,1	
	ж	ж	ж	0,02–0,2	<1	Вищий ефект чим при схемі д)
	з	з	з	<0,05	<0,1	Вищий ефект чим при схемі є)

4. Випарювання

Випарювання - це процес концентрування практично нелетучих компонентів частковим випаром розчинника при кипінні. Його сутність полягає в переведенні розчинника в пароподібний стан і відводі отриманої пари від сконцентрованого розчину. Випарювання зазвичай ведуть при кипінні, тобто в умовах, коли тиск пари над розчинником дорівнює тиску пари в робочому апараті.

Цей процес широко застосовується в різних галузях промисловості (особливо в хімічній), а також у водопідготовці. Це пояснюється тим, що багато речовин одержують у вигляді розведених водних розчинів, а на подальшу переробку і транспорт вони повинні надходити в концентрованому виді.

Випарні установки можуть бути періодичної й безперервної дії.

Залежно від кількості перероблюваного розчину випарні установки безперервної дії можуть компонуватися по кілька послідовно працюючих апаратів у так звані багатокорпусні. Виходячи з техніко-економічних міркувань, якщо витрата розчину невелика, необхідно передбачати однокорпусну випарну установку. У випадку великої витрати розчину економічно доцільніше приймати дво-, три- і чотирьокорпусні установки, у яких розчин послідовно переходить через окремі апарати, і в кожному наступному апараті встановлюється більша концентрація розчину, чим у попередньому.

По тиску усередині апарата розрізняють випарні апарати, що працюють при надлишковому, атмосферному тиску та у вакуумі. Тиск в установках багатокорпусного випарювання знижується від першого апарата до останнього.

В якості теплоносія широко застосовується водяна пара. Вона може мати природну або примусову циркуляцію.

При багаторазовому випарюванні як теплоносієм використовується вторинна пара. Отже, досягається значна економія теплоти. Багаторазове

випарювання дозволяє скоротити витрата теплоти на проведення процесу пропорційно числу послідовно з'єднаних апаратів.

Багатокорпусні випарні установки можуть бути прямоточні, противоточні і комбіновані.

За конструктивними особливостями вони можуть підрозділені на апарати із природною і примусовою циркуляцією розчину, зі співвісною і виносною гріючими камерами і апарати з іншими особливостями [6].

Питання для повторювання

1. Які обмеження існують при застосуванні основних методів опріснення води?
2. Як вибрати метод знесолення води.
3. З яких елементів складаються технологічні схеми монообмінного знесолення?
4. При яких умовах застосовується метод випарювання?