

О.О. Коваленко, д-р техн. наук, доц. (ОНАХТ, Одеса)

О.Б. Василів, канд. техн. наук, доц. (ОНАХТ, Одеса)

І.В. Курчевич, асп. (ОНАХТ, Одеса)

ОЦІНКА СУМАРНОГО ВПЛИВУ ЧИННИКІВ ПРОЦЕСУ ВИМОРОЖУВАННЯ НА ЯКІСТЬ ПІДГОТОВЛЕНОЇ ВОДИ

Авторами було розроблено технологію водопідготовки методом виморожування для приготування напоїв для спортсменів. При цьому було виконано ряд наступних задач: обґрунтування попереднього етапу обробки технологічної води, розробка режимів процесу опріснення води методом виморожування та обґрунтування заключних операцій технології.

Одним із етапів удосконалення процесу опріснення води виморожуванням є визначення закономірностей розподілу розчинених речовин між рідкою (концентрований розчин домішок води) та твердою (опріснена вода) фазами в ході процесу в залежності від різних факторів впливу. Особливий інтерес представляє вплив таких факторів, як температурний режим і тривалість процесу опріснення води, а також якісний склад та концентрація домішок різного походження у вихідній воді. На наш погляд, розуміння особливостей впливу зазначених факторів на розподіл домішок між твердою та рідкою фазами дозволить розробити більш ефективні механізми регулювання технологічних параметрів в процесі з метою отримання опрісненої води необхідного хімічного складу.

Для виконання експериментальних досліджень використовували природну мінеральну хлоридно-натрієву воду «Куяльник» з мінералізацією (3-4) г/дм³. При цьому досліджували вплив температурного режиму (постійного і змінного в процесі) і тривалості процесу, а також рН і концентрації домішок у вихідній воді на хімічний склад опрісненої води. рН вихідної води змінювали шляхом додавання до неї аскорбінової кислоти та шляхом насичення вихідної води вуглекислим газом. Відбір зразків опрісненої води для хімічного аналізу здійснювали в моменти часу, коли діаметр льоду досягав величин, рівних $d_{\text{л}}=4,5$ мм та $d_{\text{л}}=9$ мм. Слід зазначити, що при цьому тривалість процесу виморожування та маса утвореного льоду ($m_{\text{л}}$) були різними.

Сумарний вплив факторів оцінювали за допомогою коефіцієнту залучення домішок у тверду фазу (K_3), який розраховували за формулою:

$$K_3 = \frac{C_{т.ф.}}{C_{к.р.}},$$

де $C_{т.ф.}$ – концентрація домішок у твердій фазі, мг/дм³; $C_{к.р.}$ - концентрація домішок у вихідному розчині, мг/дм³.

Як показали результати узагальнених експериментальних даних і розрахунку K_3 , коефіцієнт залучення домішок у тверду фазу залежить як від температурного режиму, так і від тривалості процесу виморожування (табл.1). Проведення процесу виморожування при температурі, близькій до лінії ліквідусу, сприяє отриманню твердої фази з меншим вмістом домішок. Процес виморожування розчину при більш низьких температурах навпаки погіршує ступінь опріснення води.

На основі розрахунків коефіцієнтів залучення визначено порядок руху іонів в тверду фазу та характер перерозподілу домішок вихідної води в системі «тверда фаза - концентрований розчин»:

1. Зміна температурного режиму процесу опріснення води виморожуванням не впливає на характер розподілу домішок між твердою і рідкою фазами. Так, для всіх досліджуваних в роботі температурних режимів порядок руху іонів в тверду фазу наступний: $Ca^{2+} > HCO_3^- > (Na^+ > Cl^-) > (Mg^{2+} > SO_4^{2-} > K^+)$. Іони, наведені в дужках, можуть між собою змінювати порядок руху в зв'язку з незначною різницею в їх співвідношенні.

2. Зміна початкової концентрації домішок у вихідній воді відображається на порядку руху іонів в тверду фазу. Так, при загальній мінералізації вихідної води, рівній 3,58 г/дм³ порядок руху іонів такий - $Ca^{2+} > HCO_3^- > (Na^+ > Cl^-) > (Mg^{2+} > SO_4^{2-} > K^+)$, а при загальній мінералізації вихідної води, рівній 2,48 г/дм³ наступний - $Ca^{2+} > SO_4^{2-} > (Na^+ > Cl^-) > (HCO_3^- > Mg^{2+} > K^+)$.

3. Зміна рівня рН вихідної води шляхом додавання до неї аскорбінової кислоти обумовлює підвищення ступеню залучення іонів гідрокарбонатів, сульфатів і калію в тверду фазу, в порівнянні з випадком, коли зміну рН вихідної води досягнуто шляхом насичення її вуглекислим газом.