

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗЧИННОСТІ СІРКОВОДНЮ В
МОРСЬКІЙ ВОДІ**

Філюшин Г.Р. – гр. БТЕТскн-19, студент, *nikofg007@gmail.com*

Глибін В.І. – к.т.н., доц., *v.glybin@ukr.net*

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є створення розрахункової методики розчинності сірководню у морській воді для практично важливого діапазону температур (0...40° С) та тисків (0.1...1.0 МПа). Сфера можливого застосування методики – екологічні задачі, зокрема такі, які стосуються проблем Чорного моря, наприклад, прогнозування можливого переміщення сірководню у приповерхневі шари.

Для характеристики морської води за умов виконання закону Дітмара (тобто сталого кількісного співвідношення між концентраціями головних іонів) використовується солоність S (в г солі на кг розчину). Саме з використанням цього інтегрального параметру розчинність газів у розчинах електролітів з успіхом описують за допомогою відомого рівняння Сеченова:

$$X = X_0 \cdot \exp(-K \cdot S), \quad (1)$$

де X – концентрація газу у сольовому розчині, X_0 – концентрація газу у чистому рідкому розчині (при тих самих температурах T та тисках P), K – константа Сеченова.

Опорною функцією при використанні (1) є залежність $X_0(P, T)$. Була обрана аналітична форма опису розчинності сірководню в прісній воді [1], яка охоплює заявлені інтервали температур та тисків.

В [1] розраховуються значення x_1 (кмоль/кмоль), які необхідно перерахувати до X_0 (кмоль газу/м³ розчину). Враховуючи незначну розчинність сірководню у воді $V(\text{розчину}) \approx V(\text{води})$, тоді

$$X_0 = \frac{x_1}{18,02} \rho(H_2O),$$

де V – об'єм, $\rho(H_2O)$ – густина води при відповідних P та T , 18,02 – молекулярна маса води.

Для визначення констант Сеченова використані експериментальні дані [2]. В [2] досліджено розчинність сірководню у природній морській воді, взятій з поверхні Ірландського моря ($S \approx 33\%$), крім того штучно утворювались рідкі розчини з меншою солоністю при змішуванні вихідної морської води з відповідною кількістю дистильованої води. Розчини з $S > 33\%$ утворювались шляхом упарювання вихідної морської води. Середня солоність світового

Платформа: ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

океану $S \approx 35\%$, Балтійського моря $S \approx 11\%$, Азовського моря $S \approx 14\%$, Чорного моря $S \approx 18\%$, Червоного моря $S \approx 42\%$, тобто в [2] змодельовані практично всі світові моря.

При визначенні K на базі даних [2] цільовою функцією вважали СКВВ (середньоквадратичне відносне відхилення) розрахункових значень молярної частки сірководню від відповідних експериментальних значень. Залежність K від температури передана поліномом:

$$K = 0,05116 - 0,0003140 T + 0,4880 \cdot 10^{-6} T^2$$

Прийнято, що константа Сеченова не залежить від тиску (принаймі в межах тиску 0,04-1,0 МПа).

Для масиву з 49 точок СКВВ склало 0,73 %, максимальне відносне відхилення – 1,3%.

За допомогою створеної математичної моделі розроблені таблиці розчинності сірководню в залежності від температури, тиску та солоності. Фрагмент таблиці наведено нижче.

Таблиця – Рекомендовані довідкові дані з розчинності сірководню X (моль / літр) або (кмоль / м³) у прісній та морській воді для тиску 0,1 МПа

Т,К	Солоність, ‰ (г солі на кг розчину)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
273,15	0,208e	0,2060	0,2040	0,2020	0,2000	0,1987	0,1964	0,1948	0,1931
283,15	0,1482	0,1472	0,1462	0,1452	0,1442	0,1432	0,1423	0,1413	0,1403
293,15	0,1107	0,1101	0,1095	0,1089	0,1084	0,1078	0,1073	0,1067	0,1062
303,15	0,0854	0,0851	0,0848	0,0845	0,0841	0,0838	0,0834	0,0831	0,0827
313,15	0,0675	0,0673	0,0670	0,0668	0,0666	0,0664	0,0661	0,0659	0,0657

Примітка e - екстраполяція.

Висновок. В результаті проведеного аналізу досліджень розчинності сірководню в прісній та морській воді розроблена математична модель, яка дозволяє в інтервалі температур 273-313 К і тисках 0,1-1,0 МПа прогнозувати вміст сірководню в морській воді.

Л і т е р а т у р а

1. Глибін В.І., Чмихало П.О. Математична модель розчинності сірководню у воді в межах температур 273-423 К та тиску 0,04-8,0 МПа. / В. І. Глибін, П.О. Чмихало. – Доповіді 3 міжнародної науково-практичної конференції ”Забезпечення єдності вимірювань фізико-хімічних та оптико-фізичних величин”, Київ, 2008, с.248 - 252.

2. Douabul A.A. The solubility of gases in distilled water and seawater.- Hydrogen sulphide / A.A. Douabul, J.P. Riley. – Deep-Sea Res., 1979, 26A, P. 259 - 268.

[http://dx.doi.org/10.1016/0198-0149\(79\)90023-2](http://dx.doi.org/10.1016/0198-0149(79)90023-2)