

С.С. Левуш, В.Б.Шепітчак, Ю.В. Кіт, Н.М. Коваль
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра охорони праці

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗЧИННОСТІ CO₂ У ВОДНИХ РОЗЧИНАХ NaCl

© Левуш С.С., Шепітчак В.Б., Кіт Ю.В., Коваль Н.М., 2008

Досліджено розчинність вуглекислого газу у водних розчинах хлористого натрію. Зроблено спробу пояснити зменшення розчинності CO₂ у воді зі збільшенням концентрації NaCl.

Solubility of carbon dioxide in water solutions of chlorous sodium were probed. Attempt to explain lowering of solubility of CO₂ in water while increasing of concentration of NaCl was made in this article.

Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими завданнями. У практиці об'ємного пожежогасіння широко використовуються вогнегасні порошки [1], в якості яких застосовують хлориди, карбонати, бікарбонати, оксалати та біхромати лужних металів. Ефективність використання вогнегасних порошоків залежить від їхньої дисперсності та способу подавання у вогнище пожежі. Нині домінує пневматичний спосіб подавання, який полягає у видавленні порошку із ємкості стисненим газом, що міститься в окремій ємкості, яка розміщується всередині або зовні основної ємкості. Експлуатаційні властивості порошоків, до яких належить текучість, злежуваність, грудкування, з часом змінюються у бік погіршення, що негативно впливає на їхнє ефективне використання і через певний час вимагає їхньої повної заміни.

Нами запропонований новий метод отримання і подання мікродисперсного порошку у вогнище пожежі, який полягає в попередньому розчиненні мінеральної вогнегасної речовини у воді [2]. Враховуючи високу розчинність CO₂ у воді, можливе також удосконалення подавання водного розчину вогнегасної речовини за рахунок попередньо розчиненого в ньому CO₂. Але наявність у воді розчиненої солі може зменшувати розчинність CO₂ в системі, своєю чергою, також понижуючи розчинність NaCl. У літературі відсутня кількісна інформація про взаємний вплив розчинності у воді NaCl та CO₂.

Мета роботи. Дослідження розчинності CO₂ у водних розчинах NaCl. Вибір хлористого натрію в якості мінеральної солі зумовлений його високою ефективністю під час порошкового пожежогасіння, а також його економічною доступністю.

Методика експерименту. Досліди здійснювали у металевій ампулі діаметром 2,5 см, висотою 10,6 см із зовнішньою різьбою, на яку накручувалась гайка із внутрішнім різьбовим отвором для під'єднання трійника, на якому кріпився манометр та вентиль, або вентиль під'єднувався безпосередньо до ампули. Об'єм ампули 52 мл.

Аналізи виконували ваговим методом. Рідкий CO₂ в 5 л стандартному балоні термостатували у водяній бані при температурі 20 °С. “Промивали” ампулу газоподібним CO₂, з метою вилучення повітря. Після “промивки” ампулу заповнювали газоподібним CO₂ до заданого тиску, який встановлювали вентилем редуктора. Заповнену CO₂ ампулу зважували з точністю до 0,01 г (m₁). В ампулу заливали водний розчин NaCl у кількості 40 мл (m₂). Ампулу термостатували при тій самій температурі. Набирали CO₂ в ампулу до зрівноваження тисків у балоні та ампулі. Рідку та газову фази в ампулі періодично, через кожні 5–6 хвилин, перемішували упродовж 20–30 с при закритому вентилі. Час сорбції до насичення розчину CO₂ становив 25–30 хв. Після насичення розчину CO₂, ампулу зважували (m₃).

Масу розчиненого CO₂ водним розчином NaCl визначали за формулою:

$$m = m_3 - m_2 - \frac{46 - 40}{46} * m_1, g$$

де m_1 – маса ампули із заповненим до вибраного тиску CO_2 , г; m_2 – маса водного розчину NaCl в кількості 40 мл, г; m_3 – маса ампули із заповненим водним розчином NaCl (40 мл), сорбованим в ньому CO_2 при вибраному тиску та CO_2 в газоподібному стані у “вільному” об’ємі ампули, г.

Результати досліджень та їхнє обговорення. Результати дослідження розчинності CO_2 у водних розчинах NaCl наведено на рис. 1.

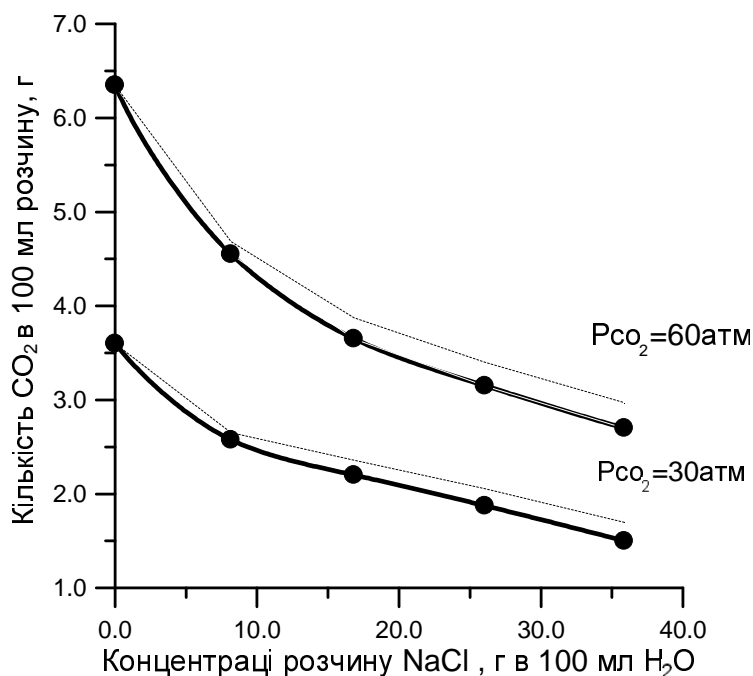
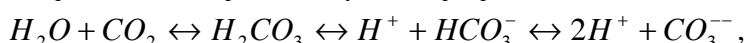


Рис. 1. Розчинність CO_2 у водних розчинах NaCl

На цьому рисунку наведено також розчинності CO_2 у дистильованій воді в умовах наших експериментів. Розраховані величини розчинності CO_2 у воді на основі довідникових даних при 20°C за законом Генрі, при парціальних тисках CO_2 60 і 30 атм. на 61 і 69,2 відн. % відповідно вищі, ніж експериментальні дані, що узгоджується із загальними теоретичними положеннями щодо відхилення від закону Генрі для добре розчинних газів, при їхніх високих концентраціях у розчині.

На рис. 1 результати розчинності CO_2 отримані при заповненні ампули однаковою кількістю розчину NaCl (40 мл). Із зростанням концентрації солі густина розчину зростає. Це означає, що кількість води в однаковому об’ємі розчину зменшується із збільшенням його концентрації. Зменшення кількості води у відносних одиницях у розчині із зростанням концентрації NaCl наведена на рис. 2.

Оскільки кристалічний хлористий натрій практично не сорбує CO_2 (це було встановлено експериментально), з певним спрощенням можна вважати, що розчинником CO_2 є лише вода, тобто прирощений об’єм за рахунок, розчинення у воді NaCl не бере участі в процесі. На рис. 1 пунктирною кривою наведено результати, розраховані за фактичною водою у водних розчинах NaCl . Як видно, такий, по суті, фізичний підхід до цього питання не пояснює значнішу залежність розчинності CO_2 у водних розчинах NaCl від концентрації солі. Очевидно, хімічні процеси, які зумовлені зміною рівноваги реакцій, що проходять у воді при розчиненні CO_2 :



та участь молекул води у гідратації іонів Na^+ і Cl^- відіграють основну роль у зменшенні розчинності CO_2 із зростанням концентрації NaCl . Детальний аналіз цього питання не входив у завдання нашого дослідження.

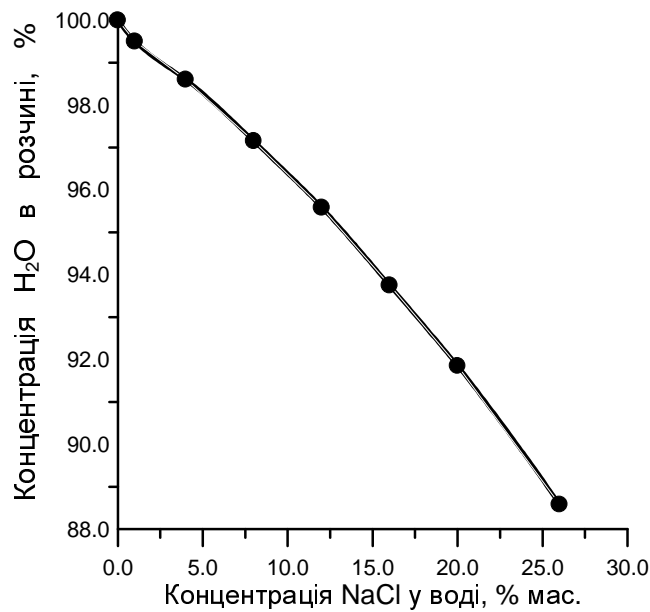


Рис. 2. Зменшення кількості води у відносних одиницях у розчині із зростанням концентрації NaCl

Висновки. Розчинність CO₂ у водних розчинах NaCl зменшується із зростанням концентрації солі. Максимальне зменшення розчинності CO₂ для насиченого розчину дорівнює 61 і 69,2 % при парціальних тисках CO₂ 60 і 30 атм. відповідно. Кількість розчиненого CO₂ у водних розчинах NaCl є достатньою для організації подання водних розчинів NaCl у вогнище пожежі.

1. *Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справ. изд./ А.Н. Баратов, Е.Н. Иванов, А.Я. Корольченко и др. – М.: Химия, 1987. – 272с.* 2. *Деклараційний патент України. № 9154. Спосіб одержання аерозольних вогнегасних сумішей. Бюл. № 9, 2005.*