

УДК 681.7.08; 544.08

**ОЦІНЮВАННЯ ПОХИБКИ ПРИГОТУВАННЯ НОРМОВАНИХ ЗА
ЗНАЧЕННЯМ КОНЦЕНТРАЦІЙ РОЗЧИНІВ ПОРІВНЯННЯ****Дроменко В. Б., Полонський В. А.**

Київський національний університет технологій та дизайну

В статті наведені результати розрахунку оцінювання впливу на результат вимірювання концентрації похибки приготування нормованих за значенням концентрацій розчинів порівняння, які застосовуються в оптико-абсорбційному методі вимірювального контролю концентрації досліджуваної речовини.

Ключові слова: *нормовані за значенням концентрацій розчини порівняння, оптико-абсорбційний метод вимірювального контролю концентрації, результат вимірювання концентрації, оптично прозорі та забарвлені бінарні розчини*

Необхідним і першочерговим чинником для керування технологічними режимами переробки рідинних речовин, особливо в автоматизованому режимі, є контроль концентрації речовин. Наприклад, важливе значення має вимірювальний контроль концентрації деяких біологічних сполук або дорогоцінних металів з метою їх виділення та подальшого використання.

Серед всієї різноманітності методів вимірювального контролю концентрації розчинів [1-4] оптико-абсорбційний метод є найбільш відомим та давно використовуваним для контролю складу речовин. Це обумовлено наявністю різноманітних фотометричних методик визначення практично всіх елементів періодичної системи і багатьох сполук та можливістю використання відносно маловартісних пристроїв для реалізації методу.

Постановка завдання

Оптико-абсорбційний метод вимірювального контролю концентрації досліджуваної речовини, як і класичний диференційний спектрофотометричний метод, реалізується виконанням тактів вимірювання з нормованими за значеннями концентрації розчинами порівняння. Навіть при дуже ретельному процесі приготування нормованих за значенням концентрацій розчинів порівняння не можливо повністю уникнути похибок, пов'язаних зі зважуванням наважки досліджуваної речовини або вимірюванням об'єму розчинника. Розглянемо, як впливають похибки відтворення нормованих за значенням концентрацій розчинів порівняння на результат визначення концентрації досліджуваної речовини.

Об'єкт та методи дослідження

Об'єктом дослідження є процес вимірювального контролю концентрації оптично прозорих та забарвлених бінарних розчинів.

Метод дослідження ґрунтуються на загальних положеннях фізико-хімічної теорії розчинів.

Результати дослідження та їх обговорення

В загальному випадку, масова частка досліджуваної речовини (г/100 г розчину) визначається [5] за рівнянням величин

$$C_x [\%, \text{ваг.}] = \frac{m_n [\text{Г}]}{m_p [100\text{Г}]} \cdot 100\% , \quad (1)$$

де C_x – концентрація речовини, %, ваг.; m_n – маса наважки, г; m_p – маса розчину, 100 г.

При зважуванні наважки або розчинника на аналітичних вагах з ціною поділки 0,1 мг, абсолютна похибка зважування $\Delta_{зв} = \pm 0,05$ мг. Тоді, на основі рівняння величин (1), реальна вагова концентрація C_x' досліджуваної речовини з урахуванням похибки зважування визначається за рівнянням величин

$$C_x' = \frac{m_n \pm \Delta_{зв_n}}{(m_n \pm \Delta_{зв_n}) + (m_{рн} \pm \Delta_{зв_{рн}})} \cdot 100\% , \quad (2)$$

де $\Delta_{зв_n}$ – абсолютна похибка зважування наважки; $\Delta_{зв_{рн}}$ – абсолютна похибка зважування розчинника.

Аналіз рівнянням величин (2) показав, що можливі чотири випадки приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння в яких, в залежності від «недоважування» або «переважування» наважки та розчинника. На основі (2) отримані залежності та значення абсолютної похибки $\Delta_{пр}$ приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння, що представлені графіками на рис. 1.

Аналіз залежностей показав, що в будь-якому з можливих чотирьох випадків приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння значення абсолютної похибки $\Delta_{пр}$ не перевищує $\pm 5 \cdot 10^{-5}\%$ (ваг.).

Мінімальне значення абсолютної похибки $\Delta_{пр}$ приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння досягається при похибках $\Delta_{зв_n}$ та $\Delta_{зв_{рн}}$ зважування наважки та розчинника, відповідно, одного знаку (рис. 1, т. Е на графіках АВ та ДБ). При різних за знаком похибках $\Delta_{зв_n}$ та $\Delta_{зв_{рн}}$ похибка $\Delta_{пр}$ приготування

нормованого за значенням концентрації розчину порівняння досягає максимального значення і становить $\Delta_{\text{пр}} = \pm 5 \cdot 10^{-5} \%$ (ваг.) (рис.1, графіки АБ та ДВ функцій похибок).

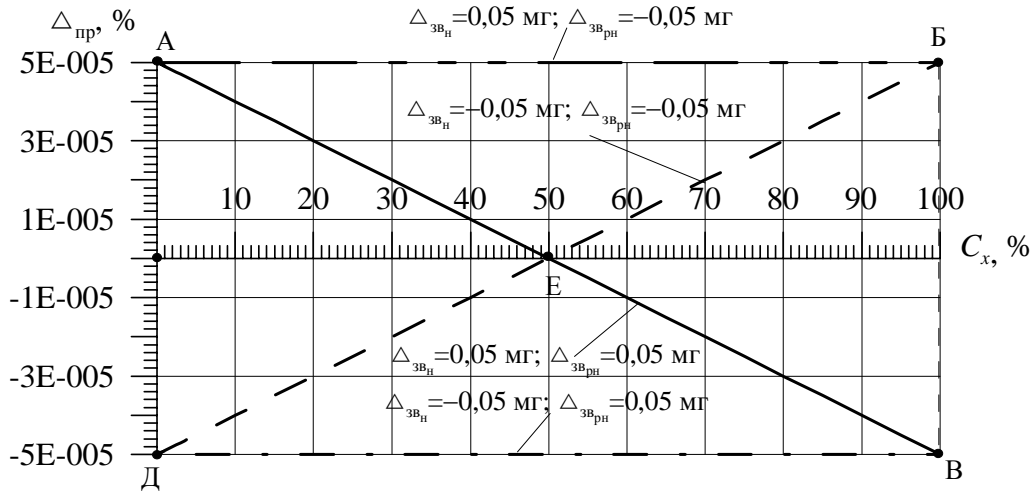


Рис. 1. Залежність абсолютної похибки приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння

Відносна похибка приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння в будь-якому з можливих випадків має значення, що представлені залежностями на рис. 2 в двох діапазонах концентрації C_x : в усьому діапазоні можливих концентрацій – рис 2, а та у початковому діапазоні концентрацій C_x до 2% (ваг.) – рис. 2, б.

Слід зауважити, що залежності відносної похибки приготування нормованого за значенням концентрації C_x розчину порівняння є гіперболічними функціями: спадаючою – при додатних значеннях похибки $\Delta_{\text{зв}_н}$ і зростаючою – при від'ємних значеннях похибки $\Delta_{\text{зв}_н}$. У випадках, коли знак абсолютних похибок зважування наважки та розчинника співпадає, відносна похибка $\delta_{\text{пр}}$ приготування нормованого за значенням розчину порівняння змінює свій знак на протилежний в середині діапазону значень концентрації C_x (рис. 2, а, т. Е), що свідчить про її мінімальні значення. Коли знак абсолютних похибок зважування наважки та розчинника не співпадає, знак відносної похибки приготування нормованого за значенням розчину порівняння лишається одним і тим же самим в діапазоні можливих значень концентрації C_x . В цих випадках мінімальних значень відносна похибка $\delta_{\text{пр}}$ приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння набуває в кінці діапазону концентрацій C_x (рис. 2, а, т. Б та т. В) і становить $\delta_{\text{пр}} = \pm 5 \cdot 10^{-5} \%$. В

діапазоні концентрацій C_x від 5%(ваг.) до максимальних її значень відносна похибка $\delta_{пр}$ приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння не перевищує $\pm 1 \cdot 10^{-3}\%$ (рис. 2, а, т. А та т. Д).

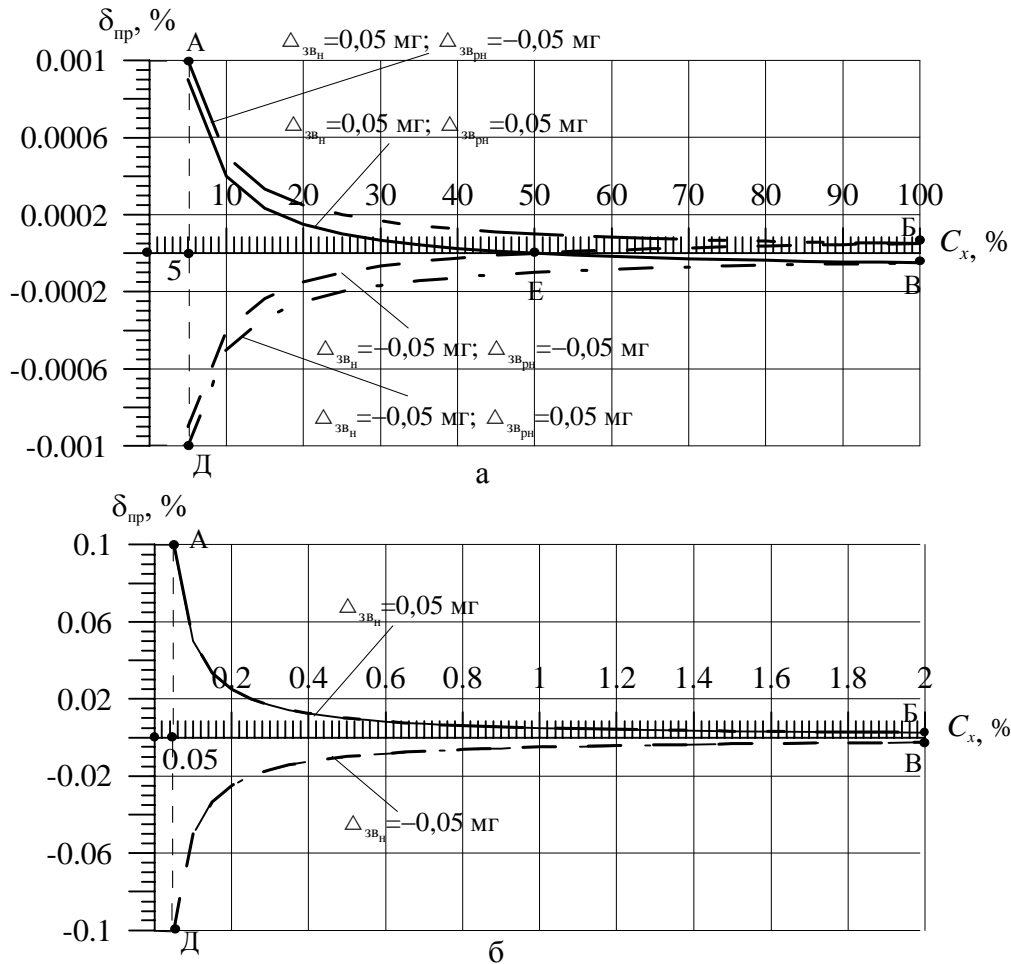


Рис. 2. Залежність відносної похибки приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння:
а – весь діапазон можливих концентрацій;
б – початковий діапазон можливих концентрацій до 2% (ваг.)

В початковому діапазоні концентрацій C_x до 2%(ваг.) (рис. 2, б), при однакових за знаком абсолютних похибках $\Delta_{звн}$ зважування наважки, залежності відносної похибки приготування нормованого за значенням розчину порівняння співпадають. Відносна похибка $\delta_{пр}$ приготування нормованого за значенням концентрації розчину порівняння не перевищує $\pm 0,1\%$ в діапазоні концентрацій $C_x \geq 0,05\%$ (ваг.) (рис. 2, б, т. А та т. Д). При

значеннях концентрації слідів елементів відносна похибка нелінійно збільшується і при $C_x = 1 \cdot 10^{-4}\%$ (ваг.) досягає $\delta_{пр} = 50\%$ (на рис. 2 не показано).

Висновки

Результати розрахункових експериментальних досліджень показали, що невиключеною складовою загальної похибки оптико-абсорбційного методу вимірювального контролю концентрації досліджуваної речовини є похибка відтворення стандартних (нормованих за значенням) розчинів. Показано, що відтворення нормованих за значенням розчинів порівняння забезпечується з абсолютною похибкою $\Delta_{пр} \leq \pm 5 \cdot 10^{-5}\%$ (ваг.) при застосуванні електронних вагів з ціною похибки 0,1 мг. Це забезпечує коректне вирішення задачі вимірювання концентрації речовин в діапазоні від 0,001% (ваг.) до 30% (ваг.).

ЛІТЕРАТУРА

1. Барковский В. Ф. Дифференциальный спектрофотометрический анализ. / В. Ф. Барковский, В. И. Ганопольский. – М.: Химия, 1969. – 169 с.
2. Ваня Я. Анализаторы газов и жидкостей. / Ярослав Ваня. – [пер. с чеш.], [под ред. О. С. Арутюнова] – М. - : «Энергия», 1970. – 552 с.
3. Булатов М. И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа. / М. И. Булатов, И. П. Калинин. – [5-е изд., перераб.] – Л.: Химия, 1986. – 432 с.
4. Упор Э. Фотометрические методы определения следов неорганических соединений. / Э. Упор, М. Мохай, Д. Новак; пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 359 с.
5. Краткий справочник по химии. / [Под общей ред. члена-корреспондента АН УССР Куриленко О. Д.] – 4-е изд., перераб. и доп. – К.: Наукова думка, 1974. – 991с.

Дроменко В. Б., Полонский В. А.

Оценивание погрешности приготовления нормируемых по значению концентраций растворов сравнения

В статье приведены результаты расчета оценивания влияния на результат измерения концентрации погрешности приготовления нормируемых по значению концентраций растворов сравнения, которые применяются в оптико-абсорбционном методе измерительного контроля концентрации исследуемого вещества.

Ключевые слова: нормируемые по значению концентраций растворы сравнения, оптико-абсорбционный метод измерительного контроля концентрации, результат измерения концентрации, оптически прозрачные и окрашенные бинарные растворы

Dromenko V. B., Polonskiy V. A.

Evaluation of error of preparation of the concentrations of solutions of comparison rationed by value

In this article there are given the results of influence evaluation calculation on the result of measuring error concentrations of solutions preparation concentration rationed by value comparisons used in optic-absorptive method of the probed matter concentration of measuring control.

Keywords: rationed by solution concentration comparison value, optic-absorptive method of measuring concentration control, measuring result is concentrations, optically transparent and coloured binary solutions