

В.В. Єфименко, к.т.н.

(Національний авіаційний університет, Україна)

О.В. Єфіменко, головний фахівець

(Філія «ЦМГС» НАК Нафтогаз України, Україна)

Н.Г. Калмикова, аспірант

(Національний авіаційний університет, Україна)

Контроль та визначення концентрації фулеренових присадок у вуглеводневих рідинах

Розглянута методика фотокolorиметричного визначення концентрації фулерену у вуглеводневих рідинах, отримані данні оптичних властивостей розчинів C_{60} та проведені розрахунки визначення кількості фулерену у розчині

Відкриття фулеренів визнано одним з важливих відкриттів у науці. Сьогодні з цими нанорозмірними структурами пов'язують великі надії у створенні нових матеріалів з унікальними трибологічними, окисними, каталітичними властивостями.

Перспективи використання вуглецевих наноматеріалів надзвичайно багатообіцяючі. Вивчення розчинності фулерену C_{60} в різних розчинниках має як фундаментальне так і прикладне значення. Особливий інтерес викликають похідні фулеренів та ефективність різних методів визначення їх концентрацій у вуглеводневих розчинах.

Усі відомі методи аналізу можна класифікувати як за характером взаємодії речовини з різноманітними видами зовнішніх впливів, так і за тими властивостями речовини, які можна цими методами визначити. Методи аналізу – сукупність методів дослідження структури, складу та властивостей речовин, а також фізико-хімічних процесів, що в них відбуваються, з метою їх ідентифікації та створення нових речовин із заданими властивостями.

При класифікації методів аналізу за типом досліджуваних систем і їх властивостями враховують методи визначення структури речовини, зокрема, геометричної будови молекул, електронних, коливальних і обертових енергетичних спектрів, електричних дипольних моментів, атомних і молекулярних мас та ізотопного складу речовини тощо. Сучасні варіанти спектрального аналізу використовують ефект поглинання електромагнітних хвиль речовиною і називаються відповідно абсорбційними або спектрами поглинання, більш чутливими, одержаними в більш контрольованих умовах порівняно зі спектрами випромінювання. При класифікації фізичних методів аналізу за типом досліджуваних систем і їх властивостями враховують методи визначення структури речовини, зокрема, геометричної будови молекул, електронних, коливальних і обертових енергетичних спектрів, електричних дипольних моментів, атомних і молекулярних мас та ізотопного складу речовини тощо.

Із збільшенням наукових досліджень наноматеріалів виникла необхідність індексації фулерену в розчині. Одним із наповнених

способів визначення кількості речовини у розчині є проведення досліджень за допомогою фотоелектроколориметра.

Фотоелектроколориметричний метод більш об'єктивний у порівнянні з візуальною колориметрією і може давати більш точні результати. Світловий потік, проходячи крізь зафарбовану рідину, частково поглинається. Інша частина світлового потоку потрапляє на фотоелемент, в якому виникає електричний струм, який реєструється за допомогою амперметра. Чим більша концентрація розчину, тим більша його оптична густина і тим більша ступінь поглинання світла, і, відповідно, тим менша сила виникаючого струму. Проходячи через кювети з розчином, промені світла потрапляють на фотоелементи.

Між оптичною густиною і концентрацією речовини в розчині існує пряма пропорційна залежність на якій і будуть ґрунтуватись подальші дослідження.

Метою роботи є дослідження ефективності використання фотоколориметричного методу з метою встановлення невідомої концентрації фулерену C_{60} у розчині.

Для встановлення невідомої концентрації фулерену C_{60} в розчині толуолу проведено фотоколориметричне вимірювання розчинів фулерену C_{60} в толуолі з різними відомими концентраціями фулеренів. Після чого побудовано калібрувальний графік залежності для певної довжини хвилі оптичної густини від концентрації фулерену. На основі побудованої залежності проведені відповідні розрахунки невідомої концентрації фулерену C_{60} в розчині толуолу.

Готуємо розчини фулерену C_{60} в толуолі відомої концентрації, визначаємо їх оптичну густина та заносимо данні в таблицю 1.

Таблиця 1

Залежність оптичних властивостей розчинів фулерену C_{60} в толуолі від концентрації фулерену

		Концентрація розчинів, мг/мл						невідома концентр.
		0,56 мг/мл	0,45 мг/мл	0,38 мг/мл	0,28 мг/мл	0,23 мг/мл	0,16 мг/мл	
	Довжина хвилі, нм	D						
2	364	1.7	1.5	1.36	1.35	1.42	1.4	1.55
3	400	1.5	1.25	1.12	1	0.93	0.84	1.45
4	440	1	0.76	0.72	0.59	0.48	0.44	0.89
5	490	2.13	1.69	1.5	1.15	0.95	0.73	1.7
6	540	2.5	2.3	1.75	1.38	1.14	0.82	1.95
7	582	1.9	1.71	1.48	1.15	0.96	0.79	1.59
8	600	1.34	1.17	1.05	0.91	0.75	0.68	1.14
9	630	0.75	0.69	0.64	0.6	0.56	0.56	0.69

Будуємо залежність оптичної густини для кожного розчину фулерену C_{60} в розчині толуолу від довжини хвилі (рис. 1).

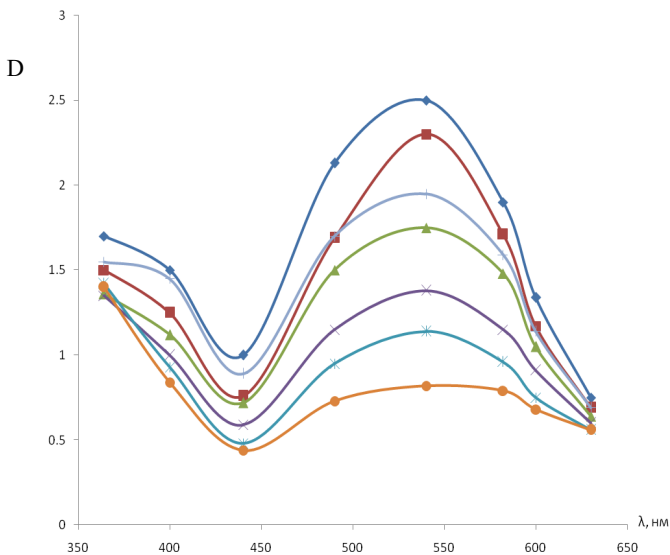


Рис. 1. Спектри поглинання розчинів фулерену C_{60} в толуолі. Концентрації фулерену C_{60} починаючи з верхньої кривої (1-6): 1- 0,56 мг/мл; 2 - 0,45 мг/мл; 3 – 0,38 мг/мл; 4 – 0,28 мг/мл; 5 – 0,23 мг/мл; 6 – 1,14 мг/мл; 7 – невідома концентрація C_{60} .

Для обчислення невідомої концентрації C_{60} в розчині будуємо калібрувальний графік для обраної довжини хвилі (540 nm) (рис. 2).

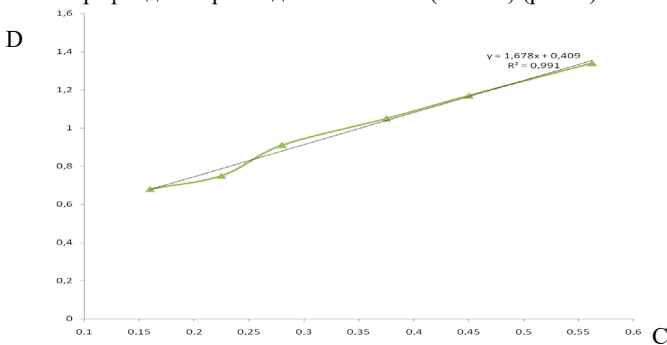


Рис. 2. Графік залежності оптичної густини (D) від концентрації (C) фулерену для хвилі, довжиною 540 nm

На криву на графіку наносимо лінію Тренда, використовуючи можливості MS Excel. Також одержали математичний опис прямої у вигляді рівняння:

$$y = 1,678x + 0,409,$$

Розраховуємо концентрації C_{60} в розчині толуолу за рівнянням:

$$y = 1,678x + 0,409,$$

$$y = 1,95, \text{ звідси } x = (1,95 - 0,409) / 1,678 = 0,92 \text{ мг/мл.}$$

0,92 мг/мл – концентрація фулерену C_{60} в розчині.

Висновки

Результати досліджень підтвердили ефективність використання фотоколориметричного методу з метою встановлення невідомої концентрації фулерену C_{60} у розчині толуолу. Доведено, що цей метод є досить точним і не потребує великих затрат. Таким чином, можливо визначати концентрацію фулеренових присадок у паливно-мастильних матеріалах.

Список літератури

1. Иванов С.В. Перспективы использования фуллеренов как присадок к нефтепродуктам / С.В. Иванов, О.В. Єфіменко, Є.В. Полункін // III Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми хімотології». – К.: НАУ, 2010. – С. 139 – 142.
2. Иванов С. В. Влияние фуллеренов на эксплуатационные свойства топливно-мастильных материалов / С.В. Иванов, В.В Єфименко, О.В. Єфіменко // Міжнародна науково-технічна конференція „ABIA-2011.” –Т.4 – К.: НАУ, 2011. – С. 26.1 – 26.5.
3. Трофимов, В. И. Фуллерены – основа материалов будущего / В.И. Трофимов, Д.В. Щур, Б.П. Тарасов // Изд. АДЕФ – Украина, Киев. – 2001. – С. 128-132.