

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДА ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ В'ЯЗКИХ РІДИН В ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Кошель С.А., Кошель М.Д.

*Інститут транспортних систем і технологій НАН України, Дніпро, вул.
Пісаржевського, 5, kkknd@ua.fm, 777java777@i.ua*

One of the most common food technologies is the production of oils and fats. In this production, methods of product control at various stages of the process are widely used. Most often, these are chemical analytical methods, titrimetric determination of acid and peroxide values, refractometry, etc.

During refining, paraffins, phosphatides, and other impurities are removed from crude oil. They use such cleaning methods as hydration, deodorization, winterization, bleaching, etc. as well as chemical refining, during which neutralization of free fatty acids is carried out.

Chemical cleaning of oil is carried out by neutralization with alkali (caustic soda NaOH solution). Neutralization allows you to remove free fatty acids from the oil. To carry out the neutralization process, accurate measurement of various oil parameters is required, one of which is the acid value (AV) [2]. This is an indicator that characterizes the content of free acids in the oil. Numerically, AV is expressed as the number of milligrams of potassium hydroxide used to neutralize acids in a 1 g mass of substance.

Today, both the traditional titrimetric method and modern, faster methods using photometry are used to determine KC in oils and fats.

It is possible to significantly simplify the technology of determining the AV using the method of electrical conductivity and the KSN sensor-conductometer created by the authors

Key words: vegetable oil, NaOH solution, neutralization, electrical conductivity, sensor, acid value.

Вступ

Однією з найпоширеніших харчових технологій є виробництво олій і масел. В цьому виробництві широко використовують методи контролю продукції на різних стадіях процесу. Найчастіше це хіміко-аналітичні методи, титриметричне визначення кислотного та пер оксидного чисел, рефрактометрія і т.д.

При рафінації із сирової олії видаляють парафіни, фосфатиди, та інші домішки. Використовують такі методи очищення як гідратація,

дезодорація, вінтеризація, відбілювання, та ін. а також хімічну рафінацію, при якій здійснюється нейтралізація вільних жирних кислот (ВЖК).

Хімічна очистка олії здійснюється шляхом нейтралізації лугом (розчин каустичної соди NaOH). Нейтралізація дозволяє видаляти з олії вільні жирні кислоти. Для проведення процесу нейтралізації потрібно точне вимірювання різних параметрів олії, одним з яких є кислотне число (КЧ) [2]. Це показник, що характеризує вміст в олії вільних кислот. Чисельно КЧ виражається як кількість міліграмів гідроксиду калію, що йде на нейтралізацію кислот у наважці речовини масою 1 г.

Сьогодні для визначення КЧ в оліях та жирах використовують як традиційний титриметричний метод, так і сучасні, більш швидкі способи з використанням фотометрії.

Суттєво спростити технологію визначення КЧ можна, використовуючи метод електропровідності і створений авторами сенсор-кондуктометр КСН (рис. 2)

Ключові слова: рослинна олія, розчин NaOH, нейтралізація, електропровідність, сенсор, кислотне число.

Техніка експерименту

1. Спочатку готується базовий розчин лугу з концентрацією $C_1^{\text{NaOH}} = 0,05$ моль/л.

2. В пробірку вноситься порція досліджуваної олії масою $m_1 = 0,2$ г, потім підготовлений розчин лугу NaOH об'ємом $V = 0,002$ л.

3. Пробірку із сумішшю переносять на лабораторний шейкер та збовтують протягом 10 хвилин.

4. Після перемішування емульсію переносять в ділильну воронку та відстоюють до розшарування на дві фази (водний розчин NaOH і шар олії).

5. Розчин лугу зливають в підготовлену ємність і вимірюють його іонну провідність та одразу перераховують в концентрацію C_2^{NaOH} моль/л. Вона буде меншою за C_1^{NaOH} , бо частина лугу витрачена на нейтралізацію ВЖК

в олії. Результат перерахунку концентрації і визначає кислотне число досліджуваної олії.

Результати

В даному експерименті 2 мг нерафінованої олії змішували з 2 мл (г) розчину лугу NaOH концентрацією 0,05 моль/л. Суміш протягом 10 хвилин обробляли лабораторним шейкером для повного перемішування і гомогенізації. Всі параметри експерименту наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні параметри експерименту

C_1^{NaOH}	0,049 моль/л
C_2^{NaOH}	0,046 моль/л
V	0,002 л
m_1	0,2 г

Розрахунок кислотного числа олії проводився за формулою (1)

$$КЧ = \frac{(C_1 - C_2) * V * M * 1000}{m_1} \quad (1)$$

де C_1 – початкова концентрація розчину NaOH моль/л;

C_2 – кінцева концентрація розчину NaOH моль/л;

V – об'єм розчину NaOH л;

M – молярна маса NaOH г/моль;

m_1 – маса олії.

Як видно з наведених даних досліджуваної нерафінованої олії має значення 1,2. Це підтверджує можливість ефективного використання електрохімічного методу комп'ютерної резистометрії [1] для прискорення і спрощення аналітичного контролю масло-жирової продукції.

Також важливо зазначити, що оскільки в роботі оцінювали лише принципову можливість використання методу комп'ютерної резистометрії для визначення кислотного числа олії, при розрахунках концентрації

суміші після реакції, для спрощення, не враховувався вплив натрієвих солей жирних кислот на іонну провідність розчину.

Важливим елементом математичної обробки даних експериментів є визначення концентрацій. Для обраного в досліді інтервалу концентрацій $C < 0,1$ моль/л в довідниках наводяться точні дані, за якими можна побудувати апроксимаційні формули. В таблиці 2 наведені дані, за якими виконувались розрахунки.

Таблиця 2 – Послідовність розрахунків концентрацій

R Ом	1/R	(1/R) ²	κ См/см	Ks3	C=Ks3*R
10	0,1	0,01	13,431	407,709	40,771
20	0,05	0,0025	4,003	132,248	6,612
30	0,033333	0,001111	2,067	78,994	2,633
40	0,025	0,000625	1,326	59,598	1,490
50	0,02	0,0004	0,954	50,275	1,005
60	0,016667	0,000278	0,736	45,023	0,750
66	0,015152	0,00023	0,644	42,891	0,650
75	0,013333	0,000178	0,542	40,543	0,541
300	0,003333	1,11E-05	0,105	31,731	0,106
600	0,001667	2,78E-06	0,053	30,937	0,052
664	0,001506	2,27E-06	0,048	30,871	0,046
635	0,001575	2,48E-06	0,050	30,899	0,049

Перерахунок концентрації розчину з даних опору на сенсорі виконується за наступними формулами (1, 2), наведеними в роботі [1]. Формули є апроксимаціями даних загальноприйнятих довідників.

$$Ks3 = \frac{30,336 + 302,73}{R} + 34710 * \left(\frac{1}{R}\right)^2 \quad (1)$$

$$C = \frac{Ks3}{R} \quad (2)$$

де R- опір розчину на сенсорі КСН, кОм;

Ks3 – проміжний параметр;

C= концентрація в моль/л.

Аналіз роботи створених нами низькочастотних кондуктометричних сенсорів КСН показує, що гарантований мінімальний рівень відносної похибки в 2-3 % досягається при визначених умовах експлуатації. Наприклад, для роботи в лужних середовищах питома електропровідність як функція концентрації C. моль/л для 18 °С апроксимується виразом (3). Для більшості сольових систем має місце постійна поправка на температуру (2 % на 1 °С).

$$\kappa^{18} = 0,0004 + 0,087 * C - 0,0131 * C^2, \quad (3)$$

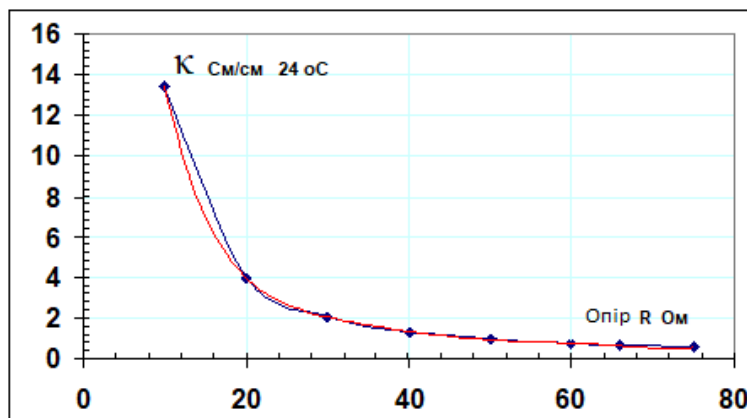


Рисунок 1 – Графік залежності електропровідності від опору, побудований за даними таблиці 2. Точки – результат розрахунків, червона лінія – апроксимація графіка $\kappa = f(R)$

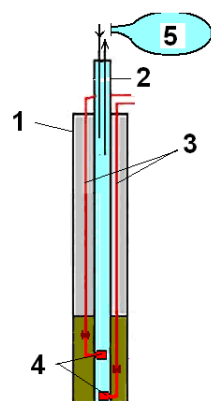


Рисунок 2 – Схема будови сенсора КСН, 1-скляний корпус сенсора діаметром 6,5 мм; 2-внутрішній капілярний канал для потоку досліджуваного розчину; 3 – провідники для виводу сигналу сенсора на резистометр; 4- електроди (платинові спіралі); 5- гумова груша для примусового прокачування розчину через капілярний канал

Список літератури

- [1] N. D. Koshel and S. A. Koshel. Determining Conditional Constants of conductometric sensors. Surface Engineering and Applied Electrochemistry. 2022 Vol.58, No.5, pp 540-547
- [2] Cinthia G. Zoski. Handbook of Electrochemistry. Las Cruces. New Mexico, USA, Elsevier, 2007. 935 p
- [3] ДСТУ 4492:2005. Технічні умови. Олія соняшникова. [Чинний від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України. (Національний стандарт України). 2007. 26 с.