

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ РІДКИХ КОМПОНЕНТІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ

Циб В.Г., ст. викладач,

Полудненко О.В., аспірант\*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06<sup>1</sup>

**Анотація** – у статті наведено результати аналізу існуючих методів оцінювання якості змішування рідких компонентів та обґрунтовано вибір оптимального методу для оцінювання якості суміші.

**Ключові слова** – аналіз, метод, якість змішування, напої.

*Постановка проблеми.* Процес змішування є одним з найвідповідальніших процесів технологічних схем виробництва безалкогольних напоїв. Великі обсяги виробництва цього виду продукції потребують використання обладнання високої продуктивності безперервної дії. Виробництво високоякісної продукції можливе за умови забезпечення високого ступеня рівномірності розподілу компонентів в об'ємі продукту. Тому в процесі розробки більш ефективних конструктивних рішень важливо приділяти увагу не тільки підвищенню продуктивності, але й підвищенню якості готового продукту. Отже, важливою задачею в процесі контролю якості продукту на виробництві і при розробці нових способів та конструкцій змішувачів є оцінювання якості процесу змішування. Для її вирішення необхідно провести аналіз відомих методів оцінювання якості сумішей розчинних рідких компонентів (розчинів) у харчовій промисловості та обґрунтувати найбільш раціональний, технологічний та універсальний.

*Аналіз останніх досліджень.* Якість змішування залежить від багатьох факторів (конструкції змішувача, інтенсивності змішування, якостей перемішуваних рідин та інш.) і визначає в подальшому якість вихідного продукту. Оцінка якості змішування має значні труднощі. У літературі є спроби оцінювання якості змішування статистичними методами, але поки що важко рекомендувати методику інженерної оцінки цього процесу. Існуючі методи оцінки якості змішування можна поділити на «класичні» хімічні методи аналізу і методи інструментального аналізу [1-4]. Інструментальні методи класифікують відповідно з використовуваними для вимірювань властивостями речовин:

- електрометричні - вимірюють електричні параметри розчинів речовин
- ;
- резонансні - використовують явища резонансного поглинання

речовиною електричного або магнітного поля;

- термічні - вимірюють теплові ефекти, що супроводжують нагрівання, висушування, титрування, тощо, речовин;

- хроматографічні - застосовується хроматографічний метод розділення у комбінації з детекторами розділених речовин;

- ультразвукові - вимірюють швидкість ультразвуку в розчинах речовин.

Швидкість ультразвуку пропорційна концентрації розчину і ін.

Різні інструментальні методи аналізу можуть дуже відрізнятися за чутливістю.

Найбільш надійним є лабораторний метод оцінки якості змішування. У цьому випадку повинні бути відомі межі допустимих відхилень концентрації окремих компонентів, що містяться в елементарних об'ємах відібраних проб, у порівнянні із складом вихідної суміші.

*Метою публікації* є обґрунтування оптимального методу для оцінювання якості змішування при виробництві нових конструкцій змішувачів при виробництві безалкогольних напоїв.

*Основна частина.* Якість змішування визначається гомогенністю суміші. Ідеальне змішування передбачає постійність складу рідини в усіх точках робочого об'єму змішувальної камери, відтак, такий самий склад буде мати рідина на виході із змішувального пристрою.

На практиці ідеальне змішування досягається не завжди, тому широко розповсюджені критерії змішування, що являють собою різні комбінації значень теоретичної і експериментальної дисперсії. Для оцінки якості змішування критерієм неоднорідності суміші декількох компонентів часто використовують середньоквадратичне відхилення  $i$ -го компоненту, що визначається за формулою [1]

$$\sigma_i = \left[ \frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij} - X_i)^2}{(m-1)} \right]^{1/2}, \quad (1)$$

де  $x_{ij}$  – доля  $i$ -го компоненту, отримана при  $j$ -му вимірюванні;

$m$  – число вимірювань для  $i$ -го компоненту.

Для практики, як правило, більш цінною інформацією є відносне відхилення частки  $i$ -го компоненту, що визначається як [2]

$$s_i = \frac{\sigma_i}{X_i}. \quad (2)$$

Через те, що коливання вмісту в суміші компонентів, доля яких  $X_i$  мала, в більшій мірі впливають на якість суміші, ніж відхилення вмісту в суміші компонентів з більшою об'ємною часткою  $X_i$ .

При виготовленні безалкогольних напоїв відбувається процес змішування розчинних рідин. Якість змішування таких компонентів може

бути визначена за кількісним критерієм, тобто, як досягнення заданого за умовами експерименту масового співвідношення змішуваних рідин. Під повним або завершеним змішуванням мається на увазі факт рівності співвідношення мас різнорідних рідин при відборі проб їх суміші, заданих співвідношенням мас  $m_1/m_2$  на вході в змішувальний пристрій (до змішування) [3]

$$\frac{m_1}{m_2} = (K_{12})_{\text{експ}}, \quad (1)$$

де  $(K_{12})_{\text{експ}}$  – концентрація першої рідини у другій.

Інструментальні методи аналізу[4] засновані на залежності фізичних властивостей речовини від її природи, причому аналітичний сигнал являє собою величину фізичної властивості, функціонально пов'язану з концентрацією або масою компонента, який визначається.

У якості інструментів застосовують аналітичні прилади різних типів, призначені для проведення основних процедур аналізу та реєстрації його результатів.

На відміну від «класичних» хімічних методів аналізу, де аналітичним сигналом слугує маса речовини або її об'єм, в інструментальному аналізі в якості аналітичного сигналу використовують силу струму, електропровідність, різницю потенціалів та ін.

До електрохімічних методів аналізу, які знайшли широке застосування у практиці, належать кондуктометричний, кулонометричний і потенціометричний методи.

Кондуктометрія – це метод, що ґрунтується на визначенні вмісту речовини в пробі за величиною її електричної провідності. Оскільки питома електропровідність розбавлених розчинів є пропорційною концентрації електроліту, можна, вимірюючи електропровідність, визначити концентрацію.

Суть кондуктометрії полягає в тому, що, використовуючи стандартні розчини електроліту, будують градувальний графік залежності електропровідності від концентрації електроліту. Потім визначають електропровідність аналізованого розчину і за графіком знаходять його концентрацію. Не дивлячись на високу точність і простоту проведення визначень, кондуктометричний метод не знайшов широкого застосування у практиці аналітичних лабораторій. Це пов'язано з тим, що метод не є специфічним, бо вимірювана електропровідність є сумою електропровідностей всіх іонів, що присутні у розчині. Тому навіть найменші домішки значно змінюють значення електропровідності і викривляють результати аналізу.

Кулонометрія - електрохімічний метод аналізу, що ґрунтується на визначенні кількості речовини, яка виділяється на електроді в процесі електрохімічної реакції.

Кулонометричний метод аналізу проводиться з використанням

спеціального приладу, кулонометра і заснований на об'єднаному законі Фарадея, згідно з яким маса електрохімічно перетвореної речовини прямо пропорційна кількості електрики  $Q$ , пропущеної через аналізовану пробу. Залежність виражається рівнянням

$$m = \frac{M \cdot Q}{n \cdot F}, \quad (3)$$

де  $m$  – маса електроперетвореної (окисленої або відновленої) речовини, г;

$M$  – її молярна маса г/моль;

$Q$  – кількість електрики, витраченої на електроперетворення компоненту, що визначається, Кл;

$n$  – число переміщених (відданих або прийнятих електроперетвореним компонентом) електронів;

$F$  – постійна Фарадея - кількість електрики, що необхідно пропустити через електроліт для виділення на електроді одного грам-еквівалента (г-екв) будь-якої речовини,  $F = 96500$  Кл.

Кулонометрія – єдиний фізико-хімічний метод аналізу, в якому не потрібні стандартні зразки.

Очевидним плюсом кулонометрії є те, що при неможливості визначення осаду на електроді, у разі, коли отриманий продукт залишається в електроліті, вміст вихідної речовини, що визначається у пробі, можна визначити за кількістю електрики, витраченої на його отримання. Ця кількість електрики визначається за допомогою кулонометра.

Для проведення кулонометричного аналізу обов'язкові наступні умови:

- 100%-ве електроперетворення аналізованого компонента;
- надійний спосіб визначення моменту завершення електрохімічної реакції;

- точне визначення кількості електрики, що пройшла через вічко кулонометра до моменту завершення електрохімічної реакції.

Тобто, якщо аналізований компонент не піддається електроперетворенню, проведення кулонометричного аналізу неможливе.

Потенціометрія - електрохімічний метод аналізу, заснований на визначенні кількості речовини в аналізованому зразку за величиною електродного потенціалу .

Плюсами методу є:

- висока точність, висока чутливість ;
- можливість потенціометричного визначення декількох речовин в одному розчині без попереднього розділення;
- можливість автоматизації процесу, що дозволяє використовувати його для неперервного контролю технологічних процесів.

Недоліком методу є його досить висока тривалість.

*Висновки.* Якість змішування розчинних рідин може бути визначена за кількісним критерієм як масове співвідношення змішуваних рідин, тобто за концентрацією однієї рідини в другій. У результаті проведеного аналізу методів визначення концентрації розчинів було виділено електрохімічні методи. Вони мають високу точність і вже знайшли широке застосування у практиці. Серед електрохімічних методів аналізу вигідно вирізняється потенціометричний метод, оскільки він дає змогу аналізувати вміст відразу декількох компонентів у розчині без їх попереднього розділення, забезпечує високу точність отримання результатів і завдяки можливості автоматизації процесу дає можливість проводити неперервний контроль процесу змішування. Такий метод є оптимальним для оцінювання якості змішування при розробці нових конструкцій змішувачів при виробництві безалкогольних напоїв.

Література:

1. *Ландау Л.Д.* Теоретическая физика: Учебное пособие для вузов. Т. VI. Гидродинамика / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001 г. 731 страница

2. *Чаусов Ф.Ф.* Отечественные статические смесители для непрерывного смешения гидкостей/ Ф.Ф.Чаусов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2009. № 3. с. 11 - 14.

3. *Грушенко А.М.* Определение длины смесеобразующего участка в асимметричном цилиндрическом вихревом тракте / А.М.Грушенко, А.Л.Кирьянчук // Авиационно-космическая техника и технология. 2009. № 7. с. 109 - 113

4. *Васильев В. П.* Аналитическая химия, В 2 кн. Кн. 2 Физико-химические методы анализа/ В.П. Васильев – 4-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2004 – 384 с.

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ ЖИДКИХ КОМПОНЕНТІВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ**

Циб В.Г., Полудненко О.В.

**Аннотация – в статье приведены результаты анализа существующих методов оценки качества смешивания жидких компонентов и обоснован выбор оптимального метода для оценки качества смеси.**

## **ANALYSIS OF METHODS OF ESTIMATION OF QUALITY OF MIXING LIQUID COMPONENTS AT PRODUCTION OF SOFT DRINKS**

V. Tsib, O. Poludnenko

*Summary*

**The article represents results of analysing of existing methods of estimation of quality of mixing liquid components and grounding the optimal method for the estimation of quality of mixture.**