

вигляді, а деталізація, що враховує національні особливості, здійснена на нижчих рівнях. Такий підхід забезпечив гармонізацію національних стандартів з міжнародними та європейськими.

2. Деталізація типів продукції з урахуванням особливостей в Україні може здійснюватися на рівні сьомого, восьмого та дев'ятого розрядів цифрових кодів ДКПП, а для розділів 13–36 (переважно непродовольчі товари) – на рівні восьмого та дев'ятого розрядів.

3. Для розвитку класифікації в умовах членства України в СОТ доцільно використовувати:

- міжнародні стандарти;
- зміни та доповнення в міжнародних і європейських класифікаціях;
- класифікації Директив Європейського Союзу та Європарламенту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Національна стандартизація. Основні положення : ДСТУ 1.0:2003. – К., 2003.
2. Національна стандартизація. Правила розроблення, побудови, викладення оформлення, ведення національних класифікаторів : ДСТУ 1.10:2005. – К., 2005.
3. Національні (державні) статистичні класифікації (класифікатори) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>. – Назва з титулу екрана.
4. Вимоги до енергетичної ефективності пуско-регулювальних пристроїв для люмінесцентних ламп : Директива Європейського парламенту 2000/55/ЄС від 18 верес. 2000 р.
5. Про імплементацію Директиви Ради 92/75/ЄЕС стосовно маркування енергоспоживання ламп побутового призначення : Директива Європейської Комісії 98/11/ЄС від 28.01.1998 р.
6. Технічний регламент етикетування ламп побутового використання стосовно ефективності споживання електроенергії : Постанова КМУ від 27.12.2008 р. № 1144.
7. Indication by labeling of the consumption of energy by household appliances. Енергетичне маркування електрообладнання побутового призначення : Директива Ради 92/75/ЄЕС.
8. Energy efficiency requirements for household electric refrigerators, freezers and combinations thereof. Вимоги до енергетичної ефективності домашнього електричного холодильного та морозильного обладнання та їх поєднань : Директива Ради 96/57/ЄС.

УДК 539.1

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ШВИДКОСТІ ПОШИРЕННЯ УЛЬТРАЗВУКУ ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ У ВОДІ ПРИ РІЗНИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

**М. Г. Махно, кандидат фізико-математичних наук;**

**Г. М. Махно; А. І. Шурдук, кандидат фізико-математичних наук**

Однією із актуальних проблем нашого сьогодення, є отримання відповідної, кращої якості харчових продуктів. Виробництво їх на Україні іноді відбувається в неналежних санітарних умовах та з порушенням встановлених технологій, і, звичайно, що такі продукти не користуються значним попитом в європей-

ських країнах. Найчастіше це призводить до погіршення стану здоров'я людей.

Звичайно, що якість лікєро-горілчаних напоїв також бажає бути кращою. Відомо, що якість цих напоїв визначається якістю етилового спирту та води, які входять до їх складу. Якісний контроль названих рідин, як правило,

здійснюється хімічними методами. Поряд із ними широко застосовується так званий «поплавковий» метод, згідно з яким глибина занурення поплавка залежить від густини рідини, що описується відомим фізичним законом Архімеда. Але цей експрес-метод не враховує зміну температури досліджуваної рідини, та й має значну похибку вимірювання. Це іноді призводить до зниження якості алкогольних виробів, зменшення концентрації спирту у них і до здійснення відповідних «комбінацій» їх виробниками.

Ми провели дослідження залежності швидкості поширення ультразвуку (УЗ) від процентної концентрації етилового спирту у водних розчинах. Це здійснювалося за допомогою експериментальних установок, опис і блок-схеми яких наведені у праці [1]. Об'єктами досліджень були водяні розчини спирту різних концентрацій (із інтервалом 10 %). Використовувався спирт марки «ХЧ» (хімічно чистий) із показником заломлення  $n = 1,382$  та густиною  $\rho = 790 \text{ кг/м}^3$  при температурі  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для отримання розчинів використовувалась дистильована вода із  $n = 1,335$  та  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  також при вказаній температурі.

Швидкість УЗ вимірювалась імпульсним методом із частотою заповнення 2 МГц і похибкою вимірювання 0,3 %. П'єзоперетворювачем (п'єзодатчиком) була пластинка цикронату свинцю ЦТС-19. Довжина акустичного шляху у вимірювальній камері становила 10 см. Окрім цього, окремо визначалась наявність дисперсії УЗ, тобто досліджувалась залежність швидкості від частоти при фіксованій температурі ( $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Для цього вимірювання здійснювались в інтервалі частот 1–4 МГц. Встановлено, що швидкість УЗ не залежить від частоти, тобто дисперсія УЗ у розчинах спирту відсутня. Оскільки дослідження здійснювались при різних температурах, то використовувався рідинний термостат УТ-15. При цьому вимірювальна камера [1] розміщувалась у металічному циліндрі із досліджуваною рідиною. Точність термостатування становила  $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Спочатку досліджувалась залежність швидкості УЗ  $v$  від процентної концентрації  $x$  у воді при температурі  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , оскільки за світовими

стандартами фізико-хімічні параметри рідин нормуються при такій температурі (при так званий «кімнатній»). З рис. 1 видно, що швидкість УЗ зменшується зі збільшенням концентрації спирту і в межах похибки вимірювання  $v$  цю залежність можна вважати лінійною. Використовуючи метод найменших квадратів (МНК), залежність  $v(x)$  інтерполювалась рівнянням:

$$v = v_0 - 3,1x, \quad (1)$$

де  $v_0 = 1480 \text{ м/с}$  – значення швидкості УЗ при  $x = 0$  та  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $x$  – процентна концентрація спирту.

Відомо, що швидкість звуку, звичайно і ультразвуку, залежить від температури середовища, у якому він поширюється [2], і вона для більшості рідин, зокрема спиртів, є значною [3]. Тому ми досліджували і температурну залежність швидкості. Спочатку незалежно здійснювалась вимірювання швидкості УЗ у воді та в етиловому спирті в інтервалі температур  $10\text{--}40 \text{ }^\circ\text{C}$ , а потім у їх взаємних розчинах. Вибір такого достатньо вузького інтервалу температур зумовлено тим, що виготовлення алкогольних напоїв здійснюється, як правило, у такому ж температурному режимі (крім вина).

На рис. 2 показана залежність  $v(t)$  для спирту, води і розчинів спирту. Як видно, у досліджуваному інтервалі температур швидкість УЗ лінійно зменшується із збільшенням температури. Також використовуючи метод МНК, було отримано рівняння для опису цієї залежності:

$$v_0 = 1480 - 2,5(t - 20). \quad (2)$$

Після об'єднання рівнянь (1) і (2) маємо:

$$v = 1480 - 2,5(t - 20) - 3,1x. \quad (3)$$

Звідси отримано формулу для визначення процентної концентрації спирту:

$$x = 480 - 0,81(t - 20) - 0,32v. \quad (4)$$

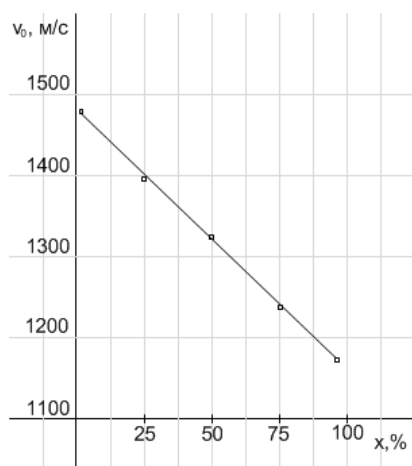


Рис. 1. Залежність швидкості ультразвуку  $v$  від концентрації  $x$  етилового спирту у воді при температурі  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

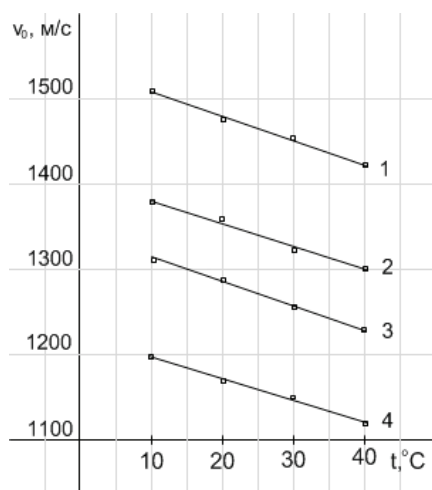


Рис. 2. Залежність швидкості ультразвуку від температури при різних концентраціях етилового спирту: 1 – вода, 2 – 40 %, 3 – 60 %, 4 – спирт

Отже, вимірявши швидкість УЗ та температуру розчину, можна достатньо швидко (протягом декількох хвилин) визначити процентну концентрацію спирту у воді. Відносна похиб-

ка вимірювань не перевищує 3 %, тобто  $\pm 1,5^\circ$  спиртового вмісту в розчині.

Слід також зауважити, що описаний УЗ метод є достатньо чутливим до наявності домішок у спиртових розчинах, також і хімічної чистоти використаної води та спирту. Наприклад, присутність мінеральних солей у так званій «твердій» воді значно погіршує смакові якості горілчаних напоїв. Тому застосування методу ультразвукової діагностики потрібно корегувати залежно від хіміко-біологічного складу лікєро-горілчаних виробів, також і наявності відповідних ароматизованих добавок. Проте після відповідної апробації в умовах виробництва описаний метод, на наш погляд, має перспективу у застосуванні.

Таким чином, маючи в наявності відповідний комплект електронних приладів та п'езодатчик можна здійснювати експрес-аналіз процентної концентрації етилового спирту в розчинах. При наявності відповідної автоматики можна це робити постійно.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Махно М. Г. Визначення кислотності молока ультразвуковим методом / М. Г. Махно, А. І. Шурдук // Науковий вісник Полтавського університету споживчої кооперації. – 2009. – № 1 (37). – С. 93–95.
2. Михайлов И. Г. Основы молекулярной акустики / И. Г. Михайлов, В. А. Соловьев, Ю. П. Сырников. – М. : Наука, 1970. – 514 с.
3. Адаменко І. І. Термодинамічні властивості спиртів в широкому інтервалі тисків та температур / І. І. Адаменко, М. Г. Махно // Вісник Київського університету. – 1998. – Вип. 2. – С. 430–434. – (Фізико-математичні науки).