

УДК 658.562

О.В. Малик,
П.Г.Столярчук, д-р техн. наук

СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ЗАЙВОЇ ВОДИ У МОЛОЦІ

Пропонується система для тестування наявності зайвої води у молокопродуктах. За результатами експериментальних досліджень створюється можливість використання системи нового швидкого способу для визначення вмісту води у молочній сировині та готовій продукції за характеристиками електромагнітного сигналу. Як інформативний параметр використовується амплітуда вихідного сигналу в діапазоні частот 2 – 10 МГц.

Ключові слова: вимірювальна система, молоко, амплітудно-частотні характеристики, перетворювач.

O. Malyk,
P.G.Stolyarchuk, ScD.

DETECTION SYSTEMS FOR EXCESS WATER IN MILK

A system for testing the presence of excess water in milk. According to the results of experimental studies established the use of a new rapid method for determining water content in milk raw materials and finished products for electromagnetic signal. As an informative parameter is used the amplitude of the output signal in the frequency range 2 - 10 MHz.

Key words: measuring system, milk, amplitude - frequency respons, transducer.

О.В. Малык,
П.Г.Столярчук, д-р техн. наук

СИСТЕМА ВЫЯВЛЕНИЯ ЛИШНЕЙ ВОДЫ В МОЛОКЕ

Предлагается система для тестирования наличия лишней воды в молокопродуктах. По результатам экспериментальных исследований создается возможность использования системы нового быстрого способа для определения содержания воды в молоке - сырье и готовой продукции по характеристикам электромагнитного сигнала. Как информативный параметр используется амплитуда выходного сигнала в диапазоне частот 2 - 10 МГц.

Ключевые слова: измерительная система, молоко, амплитудно-частотные характеристики, преобразователь.

Молоко і молочні продукти (масло, сир, кисломолочні продукти та молочні консерви) відзначаються високою засвоюваністю і калорійністю. Вони містять усі необхідні для життя людини, росту і розвитку її організму поживні речовини і належать до найбільш повноцінних продуктів харчування. Молоко забезпечує організм людини всіма необхідними поживними, мінеральними і біологічно активними речовинами і є одним з основних продуктів харчування людини та сировиною для виробництва різних молочних продуктів.

Метою роботи було встановлення зв'язку між відсотком доданої води до молока та його електричними параметрами, які можуть бути використані для визначення ступеня розбавлення молока та рівень фальсифікації молока водою.

Зайва вода у молоці може з'явитися як наслідок технічних несправностей молоко-

системи або зумисне – як один із видів фальсифікації сирого молока для збільшення об'єму молочного продукту.

На сьогодні фальсифікація молока є звичайним явищем, що призводить до економічних втрат, погіршення якості готової продукції, а також ризиків для безпеки здоров'я споживачів. Традиційні методи оцінки якості молока є селективними, високоточними, проте тривалими, трудомісткими і дорогими.

Одними з найважливіших фізичних параметрів молока, за якими може контролюватися його натуральність, є густина та температура замерзання.

Згідно ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови» густина молока має бути не менше 1023 кг/м³. Густина молока складається із густини його складників та відображає їх кількісне співвідношення.

Густина натурального коров'ячого молока коливається від 1027 до 1032 кг/м³, у

© Малик О.В., Столярчук П.Г., 2012

деяких тварин — від 1026 до 1034 кг/м³. Густина знежиреного молока вища від густини незбираного і становить 1036 кг/м³, вершків залежно від жирності — від 1005 до 1025 кг/м³.

Визначається густина молока аерометричним методом, залежить від температури молока та його складових частин. При змішуванні натурального молока з водою густина його зменшується і наближається до одиниці. При цьому кожні 10 % добавленої води зменшують густина молока приблизно на 3 кг/м³ [1, 2, 3].

Згідно з ДСТУ 2661:2010 «Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови» точка замерзання молока становить – 0,520 °С для вищого, першого та екстра гатунків. Температура замерзання молока в середньому коливається від –0,540 до –0,570 °С. Цей показник — величина досить постійна, тому за нею можна встановити натуральність молока.

Суть методу (за ГОСТ 25101-82 «Молоко. Метод визначення точки замерзання») полягає у застосуванні принципу переохолодження. У молоко, що перебуває у стані переохолодження вводять кристалик льоду і після зупинки ртутного стовпа починають відлік. В середньому точка замерзання молока підвищується при додаванні 1 % води на 0,005 °С [4].

Наведені стандартні методи контролю показників молока вимагають достатньо часу для підготовки та проведення аналізу. Тому необхідне застосування нових способів, які є швидшими та більш автоматичними.

Новий спосіб для виявлення доданої води до молока був розроблений з використанням діапазону частот електричних вимірювань амплітудних та фазових характеристик первинного перетворювача для сирого молока. Запропонований спосіб та пристрій дозволить контролювати наявність зайвої води у молоці за характеристиками електромагнітного сигналу високої частоти, пропущеного через молоко.

Суть способу полягає у тому, що молоко з різним відсотком доданої води, яке знаходиться між пластинами ємнісної комірки, змінює амплітудо-частотні та фазово-частотні характеристики синусоїдного сиг-

налу, який подається на пластини цієї комірки, у діапазоні частот 2–10 МГц.

Розроблення вимірювальної системи мало на меті дати змогу реєструвати зміни у досліджуваному зразку молока при додаванні до нього води. Для визначення впливу розчиненого молока водою на характеристики вихідних сигналів вимірювального перетворювача з виходу генератора синусоїдний періодичний високочастотний сигнал подавався на вхід вимірювального первинного перетворювача. Напруги на активному опорі u_1 та на ємності u_2 записували на комп'ютер для подальшого опрацювання.

На вимірювальний первинний перетворювач, що являє собою послідовно підключені опір R та ємнісну комірку C , між обкладками якої знаходиться молоко, з виходу генератора Γ подається електромагнітний синусоїдальний сигнал високої частоти ($2 \div 10$ МГц)

$$u(t) = U_m \sin \omega t. \quad (1)$$

Схема вимірювального первинного перетворювача зображена на рис. 1.

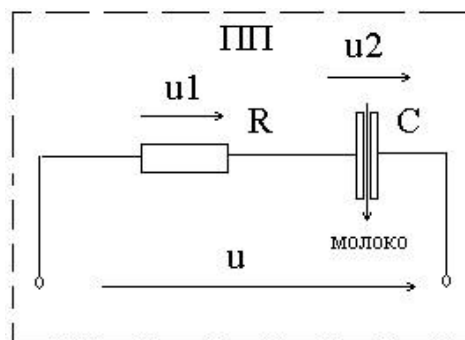


Рис. 1. Схема вимірювального первинного перетворювач (ПП)

Амплітуда перетворювача високочастотного сигналу, пропущеного через молоко, визначається

$$A = \frac{u_1}{u}. \quad (2)$$

Тангенс кута діелектричних втрат – відношення активної потужності до реактивної синусоїдної напруги певної частоти

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{G_x}{B_x} \quad (3)$$

Втрати енергії у конденсаторі визначаються втратами у діелектрику та на обкладках.

Досліджувалися розчини молока з водою: перший зразок – молоко без води, решта зразків – молоко з доданою часткою води: 10 %, 25 %, 65 %. На рис. 2 показано результати досліджень – амплітудно- та фазовочастотні характеристики вихідного сигналу по відношенню до вхідного синусоїдального сигналу вимірювального первинного перетворювача для досліджуваних зразків молока.

Результати досліджень молока показали пропорційне збільшення величини амплітуди вихідного сигналу перетворювача зі зростанням вмісту води у досліджуваному зразку молока.

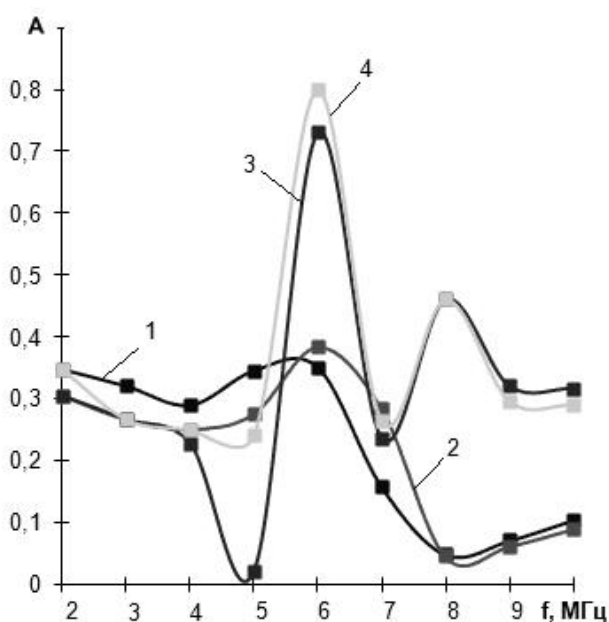


Рис. 2. Залежність амплітуди первинного перетворювача А для молока розведеного водою від частоти f:

- 1 – тільки молоко; 2 – 90 % молока / 10 % води; 3 – 75 % молока / 25 % води; 4 – 35 % молока / 65 % води

Як видно із залежностей на рис. 2, гармонічними частотами, які показують значні зміни характеристик у досліджуваному зразку молока при додаванні води, є діапазон частот від 5 до 7 МГц. Амплітуди збільшуються від значення 5 МГц для різних зразків молока та досягають свого максимуму на частоті 6 МГц.

Такі зміни зумовлені складом молока, його розчинними компонентами. Відомо, що вміст компонентів у молоці залишається відносно постійним і може змінюватися залеж-

но від таких факторів, як пора року, стадія лактації, годування, порода тощо.

Молоко являє собою складну суміш води (вільна, кристалізаційна, зв'язана, набухання), жиру, білка, лактози тощо.

Після дії на воду магнітного поля вона стає більш структурованою, ніж звичайна, у ній збільшується швидкість хімічних реакцій і кристалізації розчинених речовин.

Вплив електромагнітних коливань високої частоти призводить до деформації водневих зв'язків, що спричиняє зміну фізико-хімічних характеристик процесів, які протікають у молоці.

Такий вигляд залежностей характеристик молока зумовлений змінами складу молока, його розчинними частинами – сироватковими білками, альбуміном, фракціями між розчинною та колоїдною фазами молока, що має істотний вплив на характер складників молока на певних частотах.

З проведених досліджень видно, що максимальні зміни амплітуди сигналу спостерігаються на частотах 6 МГц. Тобто тестовою частотою для визначення у досліджуваному молоці доданої води від 20 % є частота 6 МГц. Фазо-частотні характеристики вихідного сигналу перетворювача не показують суттєвих змін для різних зразків молока.

У молоці не повинно міститися зайвої води, яка негативно впливає на технологічні параметри сировини та змінює співвідношення складових молока. Стандартні методи є точні, але тривалі. Тому виникає необхідність розроблення нових і вдосконалених систем приладів для швидкого і надійного виявлення зайвої води у молоці. Даний спосіб визначення параметрів натуральності молока може застосовуватися в пунктах приймання молока та під час виготовлення готової продукції як тестовий спосіб визначення води у молоці з подальшими лабораторними аналізами.

Список використаної літератури

1. Машкін М. І. Технологія молока і молочних продуктів: Навчальне видання / М. І. Машкін, Н. М. Париш. – К.: Вища освіта, 2006. – 351 с.

2. Экспертиза молока и молочных продуктов. Качество и безопасность / Н. И. Дунченко, А. Г. Храмов, И. А. Смирнова, И. А. Макеева, Н. Б. Гаврилова и др. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 488 с.

3. Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови: ДСТУ 2661:2010. – [Чинний з 01-10-11 згідно наказу № 456 від 11-10-10 (ПС 10-2010)]. – К.: Держстандарт України, 2010. – 20 с. (Національний стандарт України).

4. ГОСТ 25101-82 Молоко. Метод визначення точки замерзання

Отримано 18.05.2012

References

1. Mashkin M. I. Technology of milk and milk products / M. I. Mashkin, N. M. Paryshiv. – Kyiv: Higher Education, 2006. – 351 p. [in Ukrainian].

2. Examination of milk and dairy products. quality and safety / N.I. Dunchenko, A.G. Hramtsov, I.A. Smirnova, I.A. Makeieva, N. B. Gavrilova, etc. – Novosibirsk: Siberian university publishing, 2007. – 488 p. [in Russian].

3. State Standard of Ukraine 2661:2010. Milk cow drinking. General specifications. – Kyiv: Derjstandart Ukraine, 2010. – 20 p. [in Ukrainian].

4. GOST 25101-82 Milk. Method for determining the freezing point.



Малик
Ольга Володимирівна,
аспірант каф. Метрології,
стандартизації та сертифікації
НУ «Львівська політехніка»,
e-mail:
oljgakutenska@gmail.com



Столярчук
Петро Гаврилович,
д-р техн. наук, проф., зав.
каф. Метрології, стандартизації
та сертифікації НУ
«Львівська політехніка».