

Л.Ю. Арсеньєва, д-р. техн. наук, проф., **І.В. Тарасенко**, **К.В. Рудик**, **С.Д. Тарасенко**, канд. техн. наук, доцент
(Національний університет харчових технологій, м. Київ).

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН В ЧАСІ ХЛІБОПЕКАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ЄМНІСНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТА ПОТОЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЇЇ СТРУКТУРНИХ ЗМІН

Новий вид прецизійних, високостабільних та високочутливих триконтактних ємнісних вимірювальних перетворювачів вперше дозволяє поставити питання про можливість контролю структурних змін виготовленого хлібопекарного продукту в часі, наприклад, його висихання, черствіння, старіння. А отже слід очікувати, що реальною виявляється й можливість побудови триконтактних ємнісних вимірювальних систем для прогнозування стану та змін в часі фізико–хімічних властивостей продукту під час його зберігання.

Серед таких триконтактних ємнісних вимірювальних систем найкращим є клас так званих перетворювачів з “перехресними ємностями”, побудованих на основі теореми Лемпарда-Томсона, які практично не чутливі як до наявності на електродах помірних плівок окислів і бруду, наприклад – досить неоднорідних залишків на них раніше контрольованих речовин, так і до певної неточності виготовлення та встановлення електродів. В цих датчиках вперше можливо роздільно контролювати товщину об’єкта та його діелектричну проникність на основі використання ефекту М.М.Горбова.

Виправданим видається також вимірювання контрольованого повного електричного опору хліба по двох його складових – не тільки по реактивній (ємнісній), але й по активній, так як остання буде особливо чутливою саме до висихання хлібу зважаючи на підвищену електричну провідність води. Ємнісна провідність може бути чутливою до змін мікроструктури міжпорових стінок м’якшину, коли зерна частково клейстерованого крохмалю ущільнюються та зменшуються в об’ємі, що веде до створення повітряних прошарків між зернами крохмалю та масою коагульованого білку.

Подібний контроль видається доцільним ще й тому, що окремі добавки (наприклад, жири та деякі інші) порівняно мало сповільнюють зміни в часі властивостей м’якшину, які можна визначити об’єктивними (вимірювальними апаратурними) методами, і в той самий час маскують процес черствіння, дозволяючи хлібу довше зберігати свіжість, яку визначають органолептично та дегустаційно.

Технічними засобами такого контролю з класу найточніших, найстабільніших та найчутливіших серед усіх сучасних електричних вимірювальних перетворювачів - триконтактних ємнісних систем з “перехресними ємностями”, побудованих на основі теореми Лемпарда-Томсона, можуть бути розроблені авторами планарні та циліндричні (трубні) ємнісні вимірювальні перетворювачі підвищеної точності та перешкодозахищеності.

Перші з них являють собою, наприклад, три-, або п’ятиелектродні датчики із плоских електродів, всі з яких лежать в одній площині, на якій поміщають виріб. Але за потреби роздільного контролю на транспортері складу (стану), або об’єму продукту, чи сировини датчики стають чотири-, або відповідно шестиелектродними за рахунок додаткового електроду, встановленого на певній відстані в паралельній площині до інших електродів. Тоді на результат вимірювання впливає або тільки діелектрична проникність, або товщина об’єкту.

Розроблені також конструкції циліндричних проточних ємнісних вимірювальних перетворювачів дозволяють проводити як високоточний контроль складу (виду) транспортованої в трубопроводі речовини (інтегральний контроль), так і гранулометричний (диференціальний) контроль розмірів, або складу частинок домішок в ній. Відповідний датчик ніяк не спотворює контрольований потік транспортованої речовини, так як не містить ніяких електродів всередині нього і механічно представляє собою частину труби у вигляді трьох електрично ізольованих між собою металічних циліндричних електродів однакового діаметру з трубопроводом. Середній електрод, як і труба в цілому, заземлений, а два інші електроди довжиною, рівною діаметру труби, є вимірювальними. Довжина середнього кільцеподібного електроду складає 0,3 діаметра трубопроводу.

Проведене експериментальне дослідження характеру розподілу електричного поля в такому датчику показало його неоднорідність з малою чутливістю біля стінок трубопроводу, що виключало можливість диференціального контролю параметрів речовини. Тому для контролю розмірів і складу частинок домішок в потоці була розроблена модифікація такого датчика, в якому діаметр електродів збільшено на 30 %, утворений додатковий кільцеподібний, над поверхнею потоку, простір датчика заповнено допоміжною речовиною – наприклад, контрольованою речовиною без домішок, а внутрішня циліндрична поверхня такого кільця обмежена непровідною трубою з діелектричною проникністю, близькою до такої контрольованого потоку.