

Винахід відноситься до області аналізу та контролю якості харчових продуктів.

Важливою характеристикою якості харчових продуктів є вмісту них вологи. Визначення масової долі вологи у в'язко-пластичній рідині здійснюється по величині діелектричної проникності є продукту, яка визначається шляхом вимірювання електричної ємності заповненого конденсатора-датчика (в подальшому - конденсатор).

Відомі різні типи вимірювальних конденсаторів: плоскі, циліндричні, сферичні [Брандт А.А. Исследование диэлектриков на сверхвысоких частотах. - М.: Физматгиз, 1963. - С. 15-36]. Ці конденсатори розраховані для вимірювань окремих проб.

Відомий циліндричний конденсатор, який складається з двох циліндричних металевих, Ізольованих одна від одної, пластин, вісі яких співпадають. Кільцевий простір між цими обкладками є робочим об'ємом конденсатора. Щоб зменшити поля розсіювання, тобто зменшити краєві ефекти конденсатора, довжина середньої обкладки (циліндра) береться коротшою ніж зовнішньої. Циліндричний конденсатор легко виготовляється і знаходить широке застосування для вимірювань окремих проб. Для вимірювань в потоці він не набув поширення, так як його встановлення в потіці в'язко-пластичної рідини без врахування гідродинамічних закономірностей не дає належних достовірних даних про електрофізичні властивості продукту в зв'язку з порушенням стіаціонарності потоку. Останній факт приводить до змін в неоднорідностях електромагнітного поля.

Відомі вимірювальні конденсатори з плоскими пластинами, які використовуються у вологомірах вершкового масла [Брусиловский Л.П. Вайнберг А.Я. Приборы технологического контроля в молочной промышленности. - М.: Агропромиздат, 1990. - С. 86-90].

Конденсатор з плоскими пластинами включає набір металевих пластин, Ізольованих одна від одної. Через одну вони закорочуються на дві загальні клеми. З метою зменшення розсіювання електромагнітного поля пластини, закорочені разом із зовнішніми пластинами, беруть за низькопо-тенціальний електрод конденсатора, інші - за високопотенціальний електрод. Такий конденсатор можна виготовити з досить значним робочим об'ємом. Проте краєві ефекти в цьому конденсаторі проявляються досить виразно.

Використання конденсатора з пластинчастими електродами в потоці в'язко-пластичної рідини приводить до значного зростання гідралічного опору при її русі в трубі внаслідок збільшення змоченого периметра електродів, веде до перерозподілу потоку продукту через робочий об'єм конденсатора та поза нього внаслідок різниці гідралічного опору через ці перерізи, а з точки зору електрофізики -до неоднозначності результатів вимірювань внаслідок існування значних краєвих ефектів при нелінійності є продукту.

В основу винаходу закладене завдання виготовлення конденсатора-датчика для вимірювання масової долі вологи у в'язко-пластичній рідині в потоці, у якому високо-потенціальним електродом є порожниста труба за формою продуктопроводу, що є низь-копотенціальним електродом, з вибраним співвідношенням еквівалентних діаметрів цих труб забезпечується стабілізований ламінарний потік в'язко-пластичної рідини по всьому перерізу труби при мінімальному гідралічному опорі, зводиться до мінімуму вплив краєвих ефектів конденсатора і за рахунок цього підвищується достовірність результатів вимірювання.

Поставлене завдання вирішується тим, що конденсатор-датчик для вимірювання масової долі вологи у в'язко-пластичній рідині в потоці, який включає високопотенціальний електрод, що встановлюється в продуктопроводі, згідно винаходу виготовляється у вигляді порожнистої труби за формою продуктопроводу з відношенням еквівалентних діаметрів цих труб в межах 2,21 - 2,22 при однаковій відстані між ними, високопотенціальний електрод кріпиться до продуктопроводу за допомогою болтів через ізоляційні втулки.

Вибір форми поперечного перерізу ви-сокопотенціального електрода по формі труби продуктопровода та встановлення в

потік продукту лише високопотенціального електрода зводить до мінімуму гідралічний опір в потоці продукту при мінімальному впливі краєвих ефектів на розподіл електромагнітного поля.

Вибір розмірів периметра поперечного перерізу конденсатора забезпечує стабілізований ламінарний потік продукту по всьому перерізу труби продуктопроводу.

Об'єднання запропонованих нами конструктивних особливостей конденсатора, які враховують гідродинамічні закономірності в потоці в'язко-пластичної рідини в трубах з електрофізичними закономірностями взаємодії електромагнітного поля з речовиною, дозволяють підвищити достовірність результатів вимірювання діелектричних параметрів продукту, а по них визначати масову долю вологи в ньому.

Периметр поперечного перерізу високо-потенціального електрода вибирається таким, щоб забезпечити рівність середньої швидкості руху продукту як всередині цього електрода, так і в робочому об'ємі конденсатора, причому при однаковій відстані між поверхнями обкладок.

Наприклад, для циліндричного коаксіального конденсатора [Рабинович Е.З. Гидравлика. - М.: "Недра", 1980. - 278 с]

$$\frac{\Delta P}{8l \eta} R_1^2 = \frac{\Delta P}{8l \eta} \left(R_2^2 - R_1^2 - \frac{R_2^2 - R_1^2}{\ln \frac{R_2}{R_1}} \right). \quad (1)$$

де R_1 , R_2 - радіуси відповідно внутрішнього та зовнішнього циліндрів (товщиною стінки високопотенціального електрода практично можна знехтувати). ΔP - спад тиску на ділянки високопотенціального електрода довжиною l , η - динамічна в'язкість продукту.

З рівності (1) маємо

$$\ln \frac{R_2}{R_1} = 1 - \frac{1}{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2} \quad (2)$$

$$I(2) \epsilon: \frac{R_2}{R_1} = 2,218.$$

Розв'язком рівняння

Довжина високопотенціального електрода обумовлюється необхідною геометричною електроємністю конденсатора, величина якої узгоджується з вимірювальним приладом.

При гідродинамічних розрахунках некруглих труб вводиться так званий еквівалентний (гідралічний) діаметр $d_{\text{екв}}$, величина якого визначається не тільки розмірами перерізу, а й співвідношенням його сторін [Альтшуль А.Д., Киселев П.К. Гидравлика и аэродинамика. - М.: Изд-во по строительству, 1965. - С. 156 - 158] (див. таблицю).

Вибравши відношення еквівалентних діаметрів обкладок конденсатора рівним 2,218, та обчисливши величину еквівалентного діаметра труби продуктопровода, розраховується еквівалентний діаметр високопотенціального електрода (з врахуванням співвідношення між його сторонами), після чого обчислюється відстань між обкладками конденсатора.

На кресленні зображено конденсатор-датчик для вимірювання масової долі вологи у в'язко-пластичній рідині в потоці. Високо-потенціальний електрод у вигляді порожнистої труби 1 за формою труби продукте про воду 2 закріплюється в ній за допомогою болтів 3 та Ізоляційних втулок 4. На трубі продуктопровода, яка є низькопотенціальним електродом, над одним із кріпильних болтів, який є одночасно виводом високопотенціального електрода, встановлюється рознімання 5 для підключення конденсатора до вимірювального приладу через ВЧ кабель.

Конденсатор-датчик працює таким чином.

В'язко-пластична рідина під постійним напором подається по трубі продуктопровода, в якій вмонтований високопотенціальний порожнистий електрод. Досягнувши його, частина потоку проходить всередині цього електрода, інша частина по міжелектродному проміжку (по робочому об'ємі) конденсатора. Середня швидкість цих потоків однакова, вийшовши з конденсатора ці потоки зливаються в один з практично не порушеною структурою. В робочому об'ємі конденсатора в накладеному електромагнітному полі відбуваються поляризаційні процеси в продукті, що відображається на величині ємності конденсатора, яка фіксується відповідним вимірювальним приладом. В робочому об'ємі конденсатора внаслідок од-накової відстані між обкладками електромагнітне поле в усіх точках практично однакове в кожний момент часу, краєві ефекти зводяться до мінімуму.

Приклад розрахунку конденсатора.

При відомих розмірах труби продуктопровода з прямокутним перерізом ($a = 130$ мм, $b = 80$ мм) еквівалентний діаметр її буде

$$D_{\text{екв.}} = 2 \frac{a \cdot b}{a + b} = 99,0 \text{ (мм)}.$$

Тоді еквівалентний діаметр високо-тенціального електрода з врахуванням впливу форми буде

$$d_{\text{екв.}} = \frac{D_{\text{екв.}}}{2,218} \cdot \frac{1,4}{1,2} = 52,1 \text{ (мм)}.$$

Позначивши відстань між обкладками конденсатора через x , запишемо вираз для $d_{\text{екв}}$ через розміри цього електрода

$$d_{\text{екв.}} = 2 \frac{(130 - 2x)(80 - 2x)}{(130 - 2x) + (80 - 2x)} = 52,1.$$

Розв'язавши це рівняння, одержуємо $x = 21,5$ мм.

Врахувавши товщину стінки високо-тенціального електрода, яка дорівнює 0,5 мм, одержуємо внутрішні розміри перерізу цього електрода: 86 мм та 36 мм.

Форма перерізу труби	Прямокутник з відношенням сторін $\frac{b}{a}$						Рівностор. трикутник з стор. b
	0	0,1	0,2	0,25	0,33	0,5	
$d_{\text{екв.}}$	2 b	1,81 b	1,67 b	1,6 b	1,5 b	1,3 b	0,58 b

