

Изобретение относится к хранению плодоовощной продукции.

Известен прибор Р5016 (3.455.022 ТО, ОКП42 2194 9102), включающий RC-мост, в одно из плеч которого подключается измеряемый объект, блок питания моста, блок автоматического уравнивания моста, блок цифровой индикации.

Однако, применение этого прибора для анализа "сочных" плодов и овощей (яблок, лука, капусты), на частоте 50 кГц при тангенсе угла потерь -  $\operatorname{tg} \geq 1$ , оказывается невозможным. Далее, напряжение, действующее на измеряемом с помощью Р5016 объекте, зависит как от емкости, так и от добротности последнего. При нелинейном характере диэлектрической проницаемости -  $\epsilon$  это приводит к неоднозначности результатов при измерении емкости. Плодам (овощам) с абсолютно одинаковыми емкостными характеристиками, но различными активными проводимостями будут соответствовать разные показания прибора.

В качестве прототипа выбран измеритель СLP типа Е7-13 (гб 2.724.000ТО). Это прибор прямого преобразования измеряемого комплексного сопротивления в комплексное напряжение, из которого затем с помощью фазочувствительного детектора выделяется составляющая, пропорциональная лишь одному параметру исследуемого объекта (в интересующем нас случае - его емкости).

Недостаток аналога, связанный с зависимостью напряжения, прикладываемого к измеряемому объекту, от величин  $C_x$  и  $R_{ш}$  в полной мере присущ прототипу.

Задачей изобретения является усовершенствование устройства для измерения диэлектрических свойств плодоовощной продукции при прогнозировании ее лежкоспособности посредством изменения его конструкции, что приведет к повышению достоверности результатов измерения и за счет этого определяется лежкоспособность плодоовощной продукции.

Поставленная задача решается тем, что устройство для измерения диэлектрических свойств плодоовощной продукции при прогнозировании от лежкоспособности включает формирователь синусоидального напряжения, RC-полумост, одно из плеч которого образовано измеряемой емкостью, а другое - эталонным сопротивлением, усилитель, фазовращатель и последовательно соединенные фазочувствительный детектор, фильтр низких частот и амплитудно-цифровой преобразователь с цифровым индикатором на выходе, согласно изобретению, снабжено разделительным трансформатором, вход которого соединен с формирователем синусоидального напряжения, выход - с усилителем, измерительной емкостью и фазочувствительным детектором, цепью стабилизирующей обратной связи, включенной между выходом усилителя и формирователем синусоидального напряжения и включающей источник опорного напряжения и последовательно соединенные амплитудный детектор и усилитель сигнала рассогласования, при этом последний связан с источником опорного напряжения, а выход амплитудного детектора подключен ко входу амплитудно-цифрового преобразователя, а также устройство снабжено формирователем напряжения прямоугольной формы, установленным, между фазовращателем и фазочувствительным детектором.

Технический результат заключается в повышении достоверности результатов измерения диэлектрических свойств плодоовощной продукции при прогнозировании ее лежкоспособности.

На чертеже изображена блок-схема предлагаемого устройства.

Формирователь синусоидального напряжения 1 соединен с понижающим разделительным трансформатором 2, нагруженным на последовательно соединенные эталонное сопротивление 3 и измеряемую емкость 4, общая точка которых соединена с шиной "Земля".

Выход РТ 2 со стороны  $C_x$  4 подсоединен к инвертирующему входу масштабного усилителя 5, а выход последнего соединен как с фазовращателем 6, так и с амплитудным детектором 7. Детектор 7 соединен с амплитудно-цифровым преобразователем 8 и с одним из входов усилителя сигнала рассогласования 9, другой вход которого подсоединен к стабилизированному источнику опорного напряжения 10, а выход УСР 9 соединен с ФСН 1.

Выход фазовращателя 6 соединен с формирователем напряжения прямоугольной формы 11, а тот - с управляющим входом фазочувствительного детектора 12, сигнальный вход которого соединен с выходом РТ 2 со стороны  $R_0$  3.

ФЧД 12 соединен с фильтром низких частот 13, а тот - с сигнальным входом АЦП 8.

Генератор тактовых импульсов 14, являющийся составной частью АЦП 8, соединен со входом формирователя 1.

Устройство работает следующим образом.

ГТИ 14, входящий в состав АЦП 8, выполненного в виде большой интегральной микросхемы, генерирует импульсы частотой 90-110 кГц, по форме близкие к прямоугольным. Эти импульсы не только обеспечивают нормальное функционирование непосредственно АЦП 8, но и служат для раскачки формирователя синусоидального напряжения 1, обслуживающего измерительный RC-полумост 3,4. Благодаря повышенной рабочей частоте ( $f > 90$  кГц) формирователя 1 удается примерно в 3 раза снизить (по сравнению с прототипом) требования к фазовой (угловой) изобретательности ФЧД.

Теперь все, встречающиеся на практике случаи, включая и самый неблагоприятный ( $C_x = 2$  нФ,  $R_{ш} = 50$  Ом), соответствуют значениям  $\operatorname{tg} \leq 3$ . Дальнейшее увеличение частоты (выше 110 кГц) хотя, в принципе, и позволяет улучшить качественные показатели устройства, однако, сопряжено с существенным усложнением его конструкции (переход на более скоростную элементную базу, введение развязок для подавления самовозбуждения на высоких частотах и т.п.), что вряд ли оправдано.

Напряжение с выхода ФСН 1 на последовательно соединенные эталонное сопротивление  $R_0$  3 и измеряемую емкость  $C_x$  4 (в качестве  $C_x$  выступает датчик, заполненный овощной мякотью) подается через понижающий разделительный трансформатор 2. Общая точка между  $R_0$  и  $C_x$  соединена с шиной "Земля".

Напряжение  $U_x$ , действующее на  $C_x$  4, подается на вход масштабного усилителя 5, с выхода которого поступает на амплитудный детектор 7 и после детектирования и сглаживания в этом каскаде сравнивается на входе усилителя сигнала рассогласования 9 со стабилизированным постоянным напряжением  $U_{оп}$  от источника опорного напряжения 10. Своим выходным сигналом УСРЭ воздействует на формирователь 1 таким образом, чтобы напряжение на электродах датчика (на  $C_x$  4) при изменении в широких пределах электрических параметров (емкости и проводимости) исследуемого образца поддерживалось на неизменном уровне  $U_x = U_{оп}(K_y K_d)$ , где  $K_y$  - коэффициент усиления усилителя 5, а  $K_d$  - коэффициент передачи детектора 7. Иными

словами, элементы устройства МУ 5-АД 7-УСР 9 и ИОН 10 образуют цепь обратной связи, стабилизирующую амплитуду напряжения, действующего на измеряемой емкости 4 (на электродах датчика).

Одновременно этим сигнал с выхода МУ 5 подается на фазовращатель 6, осуществляющий поворот фазы на угол  $90^\circ$ . Далее следует формирователь напряжения прямоугольной формы 11, преобразующий сдвинутое по фазе синусоидальное напряжение в прямоугольное, типа "меандр", служащее для управления работой фазочувствительного детектора 12.

На сигнальный вход ФЧД 12 поступает напряжение с эталонного сопротивления 3. Это напряжение носит комплексный характер, содержит активную и реактивную (емкостную) составляющие, сдвинутые по фазе относительно друг друга на угол  $90^\circ$ , причем активная составляющая синфазна с  $U_x$ . Благодаря тому, что ФЧД 12 управляется напряжением, сдвинутым по фазе на  $90^\circ$  относительно  $U_x$ , он пропустит на свой выход только емкостную составляющую сигнала с  $R_0$  3, пропорциональную измеряемой емкости  $C_x$  4.

Затем сигнал с выхода ФЧД 12 сглаживается с помощью фильтра низких частот 13 и подается на измерительный вход АЦП 8. В качестве опорного напряжения  $U_0$  для АЦП 8 используется выходное напряжение АД 7, за счет чего устраняются ошибки измерения, связанные с температурным дрейфом выходного напряжения ИОН 10.

Введение обратной связи, стабилизирующей амплитуду напряжения на измеряемой емкости, позволяет устранить влияние нелинейности мякоти плодов (овощей) на результаты измерений, а выбор достаточно высокой рабочей частоты ( $f \approx 100$  кГц) в сочетании с методом фазового детектирования дает возможность определить  $C_x$  для всех видов плодоовощной продукции, закладываемой на длительное хранение.

