

ЦТС-19. Кроме того, в целях однообразия элементов, а также простоты изготовления измерительных преобразователей целесообразно применять в качестве излучающего и приемного пьезоэлементов однотипные пьезоэлементы.

На основе выбранных пьезоэлементов для контроля влажности сельскохозяйственной продукции разработаны первичные преобразователи, отличающиеся друг от друга положением вибраторов по отношению к контролируемой среде. Оппозиционное положение вибраторов применено в преобразователях, предназначенных для влагомеров таких сыпучих сред, как семена льна, зерно, аммофос и др. Преимущество такого положения вибраторов заключается в получении интегрального по всему облучаемому объему пробы среды значения влажности. Однако большинство видов сельскохозяйственной продукции /травяная мука, травяная сечка, льноворох, сено и др./ отличается ограниченной или малой сыпучестью, большими различиями по форме и размерам. Для таких сред более подходящим является одностороннее положение излучающего и приемного вибраторов.

Помимо измерительного преобразователя, функциональная схема влагомера содержит генератор зондирующего сигнала и измерительный усилитель. Электрическая схема генератора и измерительного усилителя выполнена на интегральной элементной базе.

## РАСЧЕТ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ВЛАЖНОСТИ

О.М. ПЛЯЦ

БИМСХ

Передачная функция акустического амплитудного измери-

тельного преобразователя влажности представляет отношение операторного изображения напряжения на выходе преобразователя к операторному изображению напряжения на его входе:

$$W(P) = \frac{V_{\text{вых}}(P)}{V_{\text{вх}}(P)},$$

где  $V_{\text{вых}}$ ,  $V_{\text{вх}}$  — соответственно выходное и входное напряжения.

Для расчета передаточной функции акустического измерительного преобразователя выразим его в виде трех эквивалентных четырехполюсников, представляющих собой излучающий пьезовибратор, контролируемую среду и приемный пьезовибратор. Тогда выражение для передаточной функции примет вид:

$$W(P) = W(P)_н \cdot W(P)_с \cdot W(P)_п.$$

Выражение для передаточной функции можно записать в показательной форме:

$$\frac{V_{\text{вых}}}{V_{\text{вх}}} = y e^{j\psi},$$

где  $y$  — модуль, а  $\psi$  — аргумент передаточной функции;

$V_{\text{вых}}$ ,  $V_{\text{вх}}$  — комплексные амплитуды электрических напряжений соответственно на излучающем и приемном пьезоэлементах.

Модуль передаточной функции /коэффициент передачи/ измерительного преобразователя  $y = |V_{\text{вых}}| / |V_{\text{вх}}|$  характеризует амплитудный вариант акустического метода контроля влажности,

а аргумент  $\psi$  - его фазовый вариант.

Так как в предложенном акустическом влагомере косвенным параметром, зависящим от влажности, является изменение амплитуды акустической волны, при определении коэффициента передачи измерительного преобразователя и анализе его работы нас будет интересовать модуль коэффициента передачи. Тогда выражение для модуля коэффициента передачи можно переписать в виде:

$$K = K_{и} \cdot K_{п} \cdot K_{с},$$

где  $K_{и}$ ,  $K_{п}$ ,  $K_{с}$  - модули коэффициентов передачи соответственно излучающего пьезоэлемента, приемного пьезоэлемента и контролируемой среды.

Модели коэффициентов передачи пьезоэлементов  $K_{и}$  и  $K_{п}$  удобно определить методом электромеханических аналогий с решением эквивалентных электрических схем.

Выражение для модуля коэффициента передачи измерительного преобразователя может быть записано в виде:

$$K = \frac{V_{вых}}{V_{вх}} = F e^{-\alpha l},$$

где  $F$  - постоянная, определяемая параметрами пьезоэлементов;  
 $e^{-\alpha l}$  - параметр, зависящий от свойств среды.

Тогда модуль коэффициента передачи контролируемой среды будет иметь вид:

$$K_{с} = \frac{Ae}{A_0} = e^{-\alpha l},$$

где  $Ae$  - амплитуда колебаний на расстоянии от излучающего пьезоэлемента;

$A_0$  - начальная амплитуда колебаний;

$L$  - амплитудный коэффициент поглощения.

Подставив значение  $L$  и, допустив, что зависимость коэффициента поглощения в среде от частоты в диапазоне 20-50 кГц носит линейный характер, получим:

$$K_e = e^{-k\omega}$$

где  $K$  - постоянная величина для конкретного вида среды и конструкции преобразователя,

$\omega$  - угловая частота колебаний.

Выражение для модуля коэффициента передачи акустического амплитудного измерительного преобразователя влажности примет вид:

$$K = Fe^{-k\omega}$$

Знание передаточной функции акустического измерительного преобразователя влажности позволит провести его инженерный расчет, позволит конструировать более совершенные акустические влагомеры.

#### АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАСТЕНИЙ В ВЕГЕТАЦИОННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ КАМЕРАХ

В. А. СКРЕБЕЦ

БИМСХ

К. С. ТАРАССОВ

Важным инструментом для проведения углубленных теорети-