

ченными из отношения для каждого года

[3]:  $k = \frac{1}{(1+E)^n}$ , где  $n$  – порядковый номер каждого года жизни проекта, за исключением первого года, который берется за единицу.

При жизненном цикле проекта в течение 5 лет нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений будет на уровне  $E = 0,2$ .

$$\begin{aligned} \text{Э}_{\text{инт}} = NPV &= 5730 \cdot 1 + 5730 \cdot 0,83 + 5730 \cdot \\ &\cdot 0,69 + 5730 \cdot 0,58 + 5730 \cdot 0,48 - 20196 = \\ &= 2240 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Дисконтированный срок окупаемости составит:

$$\begin{aligned} LRR &= 20196 / [(5730 \cdot 1 + 5730 \cdot 0,83 + \\ &+ 5730 \cdot 0,69 + 5730 \cdot 0,58 + \\ &+ 5730 \cdot 0,48) / 5] = 4,5 \text{ года.} \end{aligned}$$

### Выводы

С учетом инфляционных рисков срок окупаемости предлагаемого варианта сис-

темы горячего водоснабжения и отопления дома фермера площадью 240 м<sup>2</sup> на две семьи с использованием гелиосистемы составит 4,5 года. Применение солнечных коллекторов приведет к экономии 1417 м<sup>3</sup> газового топлива в год, что составит около 7000 руб. Использование гелиосистем является энергосберегающей экономически оправданной технологией.

### Библиографический список

1. Амерханов Р.А., Бессараб А.С., Драганов Б.Х., Рудобашта С.П., Шишко Г.Г. Теплоэнергетические установки и системы сельского хозяйства / под ред. Б.Х. Драганова. – М.: Колос-Пресс, 2002. – 424 с.
2. Федоренко В.Ф., Сорокин Н.Т., Букагин Д.С. Инновационное развитие альтернативной энергетики: науч. изд. – М.: ФГНУ «Росинфорагротех», 2010. – Ч. 1. – 348 с.
3. Василькова Т.М. и др. Справочник экономиста-аграрника. – М.: КолосС, 2006. – 367 с.



УДК 534.2.26:620.22:677.017

А.Ф. Костюков

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОЛОКОН В МАССЕ

**Ключевые слова:** волокно, зрелость, контроль, ультразвук, технологические параметры, характеристики, устройства.

Уже сообщалось о проводимых исследованиях по разработке нового оперативного неразрушающего метода контроля параметров сельскохозяйственных волокон в массе [1, 2]. Сельскохозяйственное волоконное сырье в своей массе (множестве волокон) обладает типично анизотропными свойствами по степени созревания, вследствие существенных отличий почв, освещенности, места произрастания, сроков посева, уборки и других факторов. Поэтому объективные контролируемые параметры в пределах партии волокна могут быть получены лишь статистически. Тогда на основе метрологических показателей данная селекционная партия волокна может быть отнесена к тому или иному промышленному сорту. Существующие стандартные методы статистическую обработку обеспечить не могут, вследствие чрезвычайно высокой длительности и трудоемкости процесса контроля.

Контроль должен быть:

- неразрушающим, для того, чтобы любой контролируемый образец мог быть зондирован многократно, для обеспечения возможности статистической обработки результатов измерения, исключающей случайность результата при контроле данного образца;
  - оперативным, позволяющим получать необходимый массив данных в приемлемые сроки;
  - не требовал сложных, многократных технологических переходов;
  - не требовал длительной подготовки образцов;
  - позволял использовать проконтролированный материал в дальнейшей переработке.
- Указанным требованиям в наилучшей степени отвечает контроль с применением ультразвука. Ранее проведенными исследованиями установлено, что при прозвучивании волокон наиболее информативными параметрами ультразвукового сигнала являются амплитуда и фаза колебаний [1].

Суть этого метода заключается в том, что при прохождении УЗ-волны через многослойный волоконный образец происходит модификация акустического сигнала: амплитуда меняется вследствие отражения и рассеяния волны от излучателя к приемнику; изменение фазы вызывается дифракцией, и величина её искажения зависит от количества волокон в образце.

Целью данной работы является создание экспериментального устройства ультразвукового контроля метрологических параметров растительных волокон в массе.

Задачами проводимой работы являются:

- разработка технологической блок-схемы контроля;
- разработка УЗ-камеры и кассеты для закладки образцов волокон;
- разработка конструкции устройства контроля.

Исходя из результатов теоретических и экспериментальных исследований, была составлена программа конструктивной разработки экспериментального образца устройства ультразвукового контроля метрологических параметров растительных волокон в массе (УЗКВ) [1-4]. Технологическая блок-схема контроля предусматривает не только последовательность процесса контроля, но и схемно-конструктивные особенности устройства.

Экспериментальное ультразвуковое устройство УЗКВ было разработано по принципу прямого фазового контроля. Вместо координатно-верньерного устройства [3, 5] предусмотрена кассета с двумя ячейками для закладки эталонного и контролируемого образцов. Причём, эталонный образец формируется так, чтобы его поверхностная количественная плотность была на 10% выше, чем у образца с самым незрелым волокном данного селекционного сорта. В этом случае показания эталонного образца будут находиться на конце контролируемого диапазона, что позволит перекрыть весь диапазон относительных значений сигнала. Разумеется, для каждого вида и селекционного сорта волокон приготавливается свой эталонный образец.

Разработанная в соответствии с технологической блок-схемой контроля (рис. 1) блок-схема устройства имеет следующий вид (рис. 2).

Устройство работает следующим образом. Генератор высокочастотных колебаний 1 подает синусоидальный сигнал на усилитель 2, с которого колебания поступают на излучающий пьезоэлемент 3 и усилитель-ограничитель 12. Ультразвуковые колебания, пройдя последовательно, по мере перемещения кассеты, через слой волокна эталона 6 и контролируемого образца 7, попадают на приемный датчик ультразвука 8, преобра-

зуются и усиливаются усилителем-ограничителем 9. Далее сигнал подается на схему выделения информации 15. Одновременно на другой вход этой схемы последовательно через дифференцирующую цепь 13 и усилитель-формирователь 14 подается опорный сигнал с генератора 1. Выделенная информация поступает на аналого-цифровой преобразователь 16, а затем в оперативное запоминающее устройство 17, где ожидает поступление аналогичного сигнала, прошедшего через контрольный образец. При поступлении сигнала срабатывания с микропереключателя 11 производится вычисление отношения сигналов эталон/контроль в узле 18 и результат передается в узел 19, для определения требуемого параметра и текущего вычисления статистических значений выборки. По команде, поданной с передней панели устройства соответствующей клавишей, на табло 20 отображается соответствующий параметр.

Для обеспечения приемлемой точности и достоверности контроля разработке конструкции УЗ-камеры и кассеты для закладки образцов было уделено особое внимание.

Ультразвуковая камера представляет из себя коробообразный корпус 1, у которого отсутствует одна торцевая стенка. На боковинах 7 сделаны два соосных круговых отверстия, в которые закреплены два датчика ультразвука – соответственно, излучающий 2 и принимающий 3. Датчики закреплены на корпусе с помощью фиксирующих колец 4. На боковине 8 сделаны два прямоугольных отверстия, в которые закреплены два микропереключателя типа М2-1 таким образом, чтобы при вводе в камеру кассеты происходило поочередное нажатие кнопок микропереключателя 5, затем 6. На задней торцевой стенке установлен ещё один микропереключатель М2-1 (поз. 11), запускающий отсчёт отношения сигналов эталон/контроль.

Кассета для закладки образцов состоит из корпуса 12 и двух боковых щечек 13 и 14, из которых щечка 13 является одновременно крышкой (рис. 4). Квадратные отверстия в корпусе и щечках сосны и имеют различные размеры. Размер отверстий в корпусе 45х45 мм, в нижней щечке – 30х30, в крышке – 90х30 мм. Для фиксации образца в установленном положении служит рамка 15 с наружными размерами 45х45 мм и внутренними размерами 30х30 мм. Отверстия в щечке 14 и рамке 15 закрыты металлическими сетками 16, которые являются одновременно обкладками воздушного конденсатора. Для правильной фиксации кассеты в ультразвуковой камере служит паз 17 на боковой стенке кассеты, в который при вложении кассеты в камеру входит штырь 10.

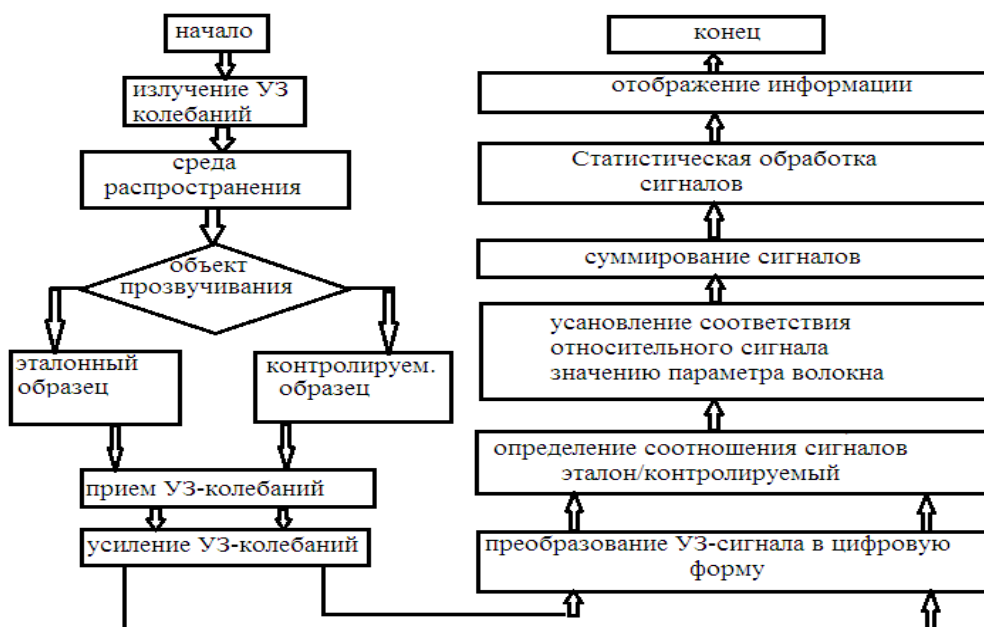


Рис. 1. Технологическая блок-схема работы устройства контроля волокон УЗКВ

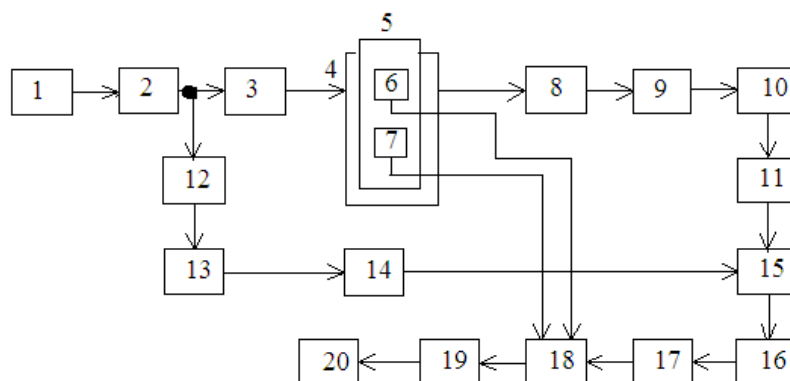


Рис. 2. Блок-схема устройства УЗКВ:

- 1 – генератор синусоидальных колебаний; 2 – усилитель; 3 – излучающий датчик;
- 4 – кассетодержатель; 5 – кассета; 6 – эталонный образец; 7 – контролируемый образец;
- 8 – приёмный датчик; 9 – усилитель-ограничитель; 10 – дифференцирующая цепь;
- 11 – усилитель-формирователь; 12 – усилитель-ограничитель; 13 – дифференцирующая цепь;
- 14 – усилитель-формирователь; 15 – триггер; 16 – аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- 17 – оперативное запоминающее устройство (ОЗУ);
- 18 – вычислитель отношения сигналов эталон/контроль;
- 19 – вычислитель параметров волокна; 20 – устройство отображения информации

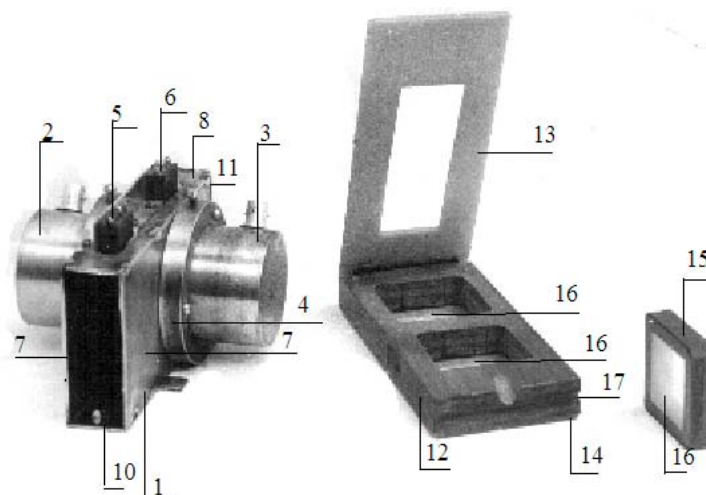


Рис. 3. Ультразвуковая камера с кассетоприёмником и кассетой для закладки образцов

Таким образом, конструкция кассеты и ультразвуковой камеры позволяют жестко зафиксировать положение образца относительно ультразвуковых датчиков, обеспечив при этом заданную объемную и поверхностную плотность для всех образцов.

Эталонный и контролируемые образцы изготавливаются из многослойных прочёсов, получаемых с чёсальной машины или с ватночёсальных машин, выпускаемых серийно. В данной работе использовалась специально разработанная приставка к серийной чёсальной машине [3].

Электронная схема устройства представляет из себя единый блок и состоит из печатных плат генератора, приемника, схемы выделения информации, включая табло цифрового отображения информации, и источник питания.

Расположенные на передней панели УЗКВ клавиши (рис. 4) имеют следующее обозначение:

X – математическое ожидание контролируемой величины,  $\sigma$  – дисперсия ожидаемой величины,  $\delta$  – статистическая точность результата (%), z – зрелость волокна (в относительных единицах), L – линейная плотность волокна мГ/м, N – достоверность результата (%), n/n – режим корректировки отношения эталонного и контролируемого сигналов.

Клавиши «z» и «L» фиксируемы в нажатом состоянии и взаимосвязаны, т.е. при нажатии одной из них другая приходит в отжатое состояние. Все остальные клавиши не фиксируемы и независимы друг от друга. Вывод результата контроля в устройстве

производится на 4-разрядное цифровое табло, расположенное на передней панели устройства. Первые два разряда отображают целочисленные показатели, последующие два разряда – дробные значения.

Устройство циклического действия. Время измерения, включая закладку образца, не превышает 10 сек. Время, необходимое для подготовки устройства к работе, подразумевая включение, прогрев и настройку, не превышает 30 мин. Устройство обеспечивает определение средней зрелости образцов волокна всех растительных селекционных сортов в диапазоне от 1,0 до 2,4 относительных единиц зрелости. С помощью устройства возможно получение статистической информации о партии волокна – дисперсии, доверительной вероятности и статистической ошибке.

В результате испытаний УЗКВ установлены его технические возможности:

- масса контролируемого образца –  $1 \pm 0,01$  г;
- диапазон контролируемой поверхностной количественной плотности  $5,0 - 160,0 \cdot 10^6$  1/м<sup>2</sup>;
- собственная погрешность устройства  $\pm 1\%$ ;
- погрешность контроля при машинной подготовке образца  $\pm 2,5\%$ ;
- погрешность контроля при ручной подготовке образца  $\pm 4\%$ .

Время, необходимое для подготовки 200 образцов одной пробы волокна к работе, включая отбор пробы, прочес и вырезку, не превышает 1 ч 30 мин.



Рис. 4. Внешний вид устройства УЗКВ

**Выводы**

1. Разработанная технологическая блок-схема контроля позволяет минимизировать погрешность контроля, за счет использования системы относительных единиц, исключая влияние климатических и других внешних факторов, которые воздействуют на контролируемый и эталонный образцы одновременно.

2. Конструкция УЗ-камеры и кассеты для закладки образцов позволяют жестко фиксировать объем и позиционировать их относительно излучающего и приемного датчиков, обеспечивая практически одновременную регистрацию эталонного и контролируемого образцов.

3. Устройство обеспечивает:

- определение средней зрелости образцов волокна всех растительных селекционных сортов в диапазоне 1,0 до 2,4 относительных единиц зрелости;

- контроль образцов массой –  $1 \pm 0,01$  г;

- диапазон контролируемой поверхностной количественной плотности  $5,0 - 160,0 \cdot 10^6$  1/м<sup>2</sup>;

- собственную погрешность устройства  $\pm 1\%$ ;

- погрешность контроля при машинной подготовке образца  $\pm 2,5\%$ ;

- погрешность контроля при ручной подготовке образца  $\pm 4\%$ .

**Библиографический список**

1. Костюков А.Ф. Модель регистрации признаков многослойной структуры с помощью акустических колебаний // Вестник АГАУ. – 2010. – № 3. – С. 94-98.

2. Костюков А.Ф. Исследование влияния упорядоченного множества волокон на волновые соотношения ультразвука // Вестник АГАУ. – 2011. – № 5. – С. 90-94

3. Костюков А.Ф. Приборы и методы лабораторного контроля основных технологических параметров сельскохозяйственных волокон с помощью ультразвука // Вестник АГАУ. – 2011. – № 3. – С. 95-98.

4. Способ лабораторного контроля параметров волокон. Патент № 2398224, G01N29/00, 2009г Российская Федерация, МПК G01N29/00 / Костюков А.Ф., заявитель и патентообладатель. – № 2009122763/28; заявл. 15.06.2009 г.

5. Способ контроля средних параметров компактного множества волокон. Патент № 2380697, G01N29/00, Российская Федерация, МПК G01N29/00 / Костюков А.Ф.; заявитель и патентообладатель. – № 2008145339/28, заявл. 17.11.2008 г.

