

Рис. 2. Теоретическая траектория падающих частиц в устройстве:
 а – с различными диэлектрическими проницаемостями ϵ ; б – с различными радиусами ρ ;
 в – с различными плотностями ν .

Разделение частиц в ионизированном межэлектродном пространстве устройства обуславливается взаимодействием электрических и механических сил, отклоняющих заряженные частицы к заземленному электроду (рис. 2). Дальнейшее поведение частиц определяется конструктивными особенностями коронных разрядов.

Библиографический список

1. Шкрабак В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве: учеб. для вузов / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургиев. – М.: Колос, 2002. – 512 с.
2. Олофинский Н.Ф. Электрические методы обогащения / Н.Ф. Олофинский. – 2-е изд. – М., 1962.
3. Электроустановки зданий. Основные положения. Требования по обеспечению безопасности: сборник стандартов. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 180 с.



УДК 534.2.26:620.22:677.017

А.Ф. Костюков

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ВОЛОКОН С ПОМОЩЬЮ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

Ключевые слова: хлопковое волокно, физико-механические свойства, экспериментальное исследование, уравнение регрессии, фазовые методы.

Введение

Как известно, существует серьезное противоречие между современными методами массового производства и переработки волокон различного происхождения и методами оперативной оценки качества этих волокон.

В качестве объекта исследования было выбрано хлопковое волокно, отличаю-

щееся значительной вариабельностью параметров, потребительские свойства которого до настоящего времени формируются перемешиванием различных селекционных и промышленных сортов на основе оценки свойств сортов с помощью малоэффективных полярографического или динамометрического способов, а то и органолептическим способом.

Применяемые в настоящее время на предприятиях промышленности динамометрический (ГОСТ 3274.1-72) и полярографический (ГОСТ 3274.2-72) методы оценки качества волокна позволяют ис-

следовать выборочно взятый из партии образец массой 40 мг, в первом случае за 3 ч, а во втором – за 8 ч.

Между тем совершенно ясно, что оценка зрелости волокон в партии может быть получена только статистически, что, при использовании существующих методов нереально. При использовании лабораторной установки Шерли или серийной чесальной машины из бесформенного волокнистого множества достаточно просто может быть получен вполне удовлетворительный, по равномерности, настил упорядоченных волокон.

Разработанная модель взаимодействия фронта плоской акустической волны с компактным упорядоченным множеством волокон позволила сделать следующие выводы [1].

Основным фактором, влияющим на изменение сигнала, является количество цилиндров (волокон) на пути распространения акустических колебаний от излучателя к приемнику.

Изменение углового сигнала имеет прямо пропорциональный характер от количества цилиндров (волокон) на пути распространения.

Количество цилиндров в единице массы находится в обратной квадратичной зависимости от математического ожидания массы единичных цилиндров (от зрелости и, соответственно, механической прочности волокон).

Прозвучивание системы цилиндров для получения однозначных результатов необходимо производить гармоническим сигналом.

Для определения свойств компактного множества цилиндров предпочтительнее выглядят угловые методы измерения.

Определение параметров системы цилиндров амплитудным методом возможно только в статическом режиме (например, способом [2]), т.к. для достаточно точного определения коэффициентов межволоконных взаимодействий C_m необходимо решение матриц системы уравнений 50-70-го порядка, что в динамическом режиме в настоящий момент нереально.

Объемная плотность образца в канале прозвучивания (при неизменной поверхностной плотности) влияния на амплитуду сигнала практически не оказывает вследствие того, что приращение пути акустической волны из-за дифракционного огибания, как правило, не превышает половины длины волны излучаемых колебаний, а основное изменение амплитуды проис-

ходит за счет количества цилиндров-препятствий и встречных множественных межслойных отражений.

Бесконтактное, с помощью акустических колебаний, массоизмерение компактного множества волокон, без определения математического ожидания количества волокон в единице массы, невозможно.

Постановка эксперимента

В качестве экспериментального материала был взят хлопок средневолокнистого селекционного сорта Ташкент-1 1-, 2-, 3-, 6-го промышленных сортов, средневолокнистого селекционного сорта 133 1-, 2-, 3-го промышленных сортов, тонковолокнистого селекционного сорта 5904 1-, 2-, 3-, 4-го промышленных сортов, тонковолокнистого селекционного сорта 8763 1-, 2-, 3-го промышленных сортов (промышленная сортность определяется средней зрелостью и, соответственно, разрывной прочностью волокон). Измерения производились фазовым методом.

Перед определением параметров, волокна (например, 1-го промышленного сорта) тем или иным способом прочесывают в равномерный настил и прозвучивают. Прозвучивание производят в нескольких точках настила. Статистической обработкой находят среднее значение сигнала. От настила отбирают образец заданной массы, прозвучивание которого показало значение сигнала, близкое к среднестатистическому. Из отобранного образца, по известной методике (ГОСТ 3274.1-72), готовят штапелек, который прозвучивают, определяя значение сигнала через исходный образец. После чего, используя любой стандартный метод (полярографический, динамометрический и пр.), находят требуемый параметр, приводя его в соответствие с величиной акустического сигнала. Затем от настила отбирают несколько образцов равной массы, постепенно накладывая их друг на друга и прозвучивая нарастающий пакет, строят зависимость сигнала от количества волокон в канале прозвучивания и, соответственно, от требуемого параметра, фиксируя на зависимости точку, калиброванную традиционным методом. Полученная таким образом характеристика используется и для определения параметров других промышленных сортов данного селекционного сорта [2].

Для определения воздействия климатических факторов на величину принимае-

мого акустического сигнала был проведен четырехфакторный пассивный эксперимент. По алгоритму Йейтса было составлено уравнение регрессии для каждого селекционного сорта. В качестве исследуемых факторов были приняты: зрелость волокон, которая была выражена через разрывную прочность (X_1), влажность окружающей среды (X_2), температура окружающей среды (X_3), барометрическое давление (X_4). Для селекционного сорта «5904» размах указанных статистически обработанных параметров составил: $X_1 = 41-43$ мН/вол, $X_2 = 53-62\%$, $X_3 = 22,5-26,5^\circ\text{C}$, $X_4 = 984-1011$ кПа.

Подготавливалось по 10 образцов каждого промышленного сорта. Измерение каждого образца производилось восьмикратно, каждый раз с новой ориентацией прочеса в плоскости, перпендикулярной направлению прозвучивания.

Полное уравнение регрессии в этом случае имеет вид:

$$Y = 21,53 + 2,31X_1 + 1,22X_2 + 0,41X_1X_2 + 2,67X_3 + 0,59X_1X_3 + 0,09X_2X_3 + 0,17X_1X_2X_3 + 1,8X_4 + 0,32X_1X_4 + 0,12X_2X_4 + 0,07X_1X_2X_4 + 0,23X_3X_4 + 0,18X_1X_3X_4 + 0,15X_2X_3X_4 + 0,06X_1X_2X_3X_4.$$

Из уравнения регрессии следует, что сигнал находится в линейной зависимости от всех значимых факторов. Все межфакторные взаимодействия не значимы. Учи-

таявая вдвое больший процентный размах фактора X_3 по отношению к фактору X_1 , можно считать, что зрелость волокон является наиболее значимым фактором для акустического сигнала. Измерение производилось на координатно-верньерной установке (рис.).

Справа от координатно-верньерного устройства расположены оригинальный усилительно-селектирующий блок и (над ним) цифровой вольтметр.

Уравнения регрессии для остальных селекционных сортов аналогичны и имеют следующий вид:

$$\text{Ташкент-1: } Y = 20,94 + 2,42X_1 + 1,54X_2 + 3,08X_3 + 1,85X_4;$$

$$133: Y = 17,3 + 3,04X_1 + 1,52X_2 + 3,85X_3 + 2,1X_4;$$

$$8763: Y = 21,3 + 2,33X_1 + 1,37X_2 + 2,54X_3 + 1,62X_4.$$

Значимость климатических факторов сравнима со значимостью измеряемого параметра, что требует принятия специальных мер по их нейтрализации.

Сэтой целью оценка значений сигнала производилась в относительных единицах или по отношению измеренного сигнала к сигналу прошедшему через эталонный образец [3], или по отношению сигналов, прошедших через измеряемый образец на двух различных монохроматических частотах [4].

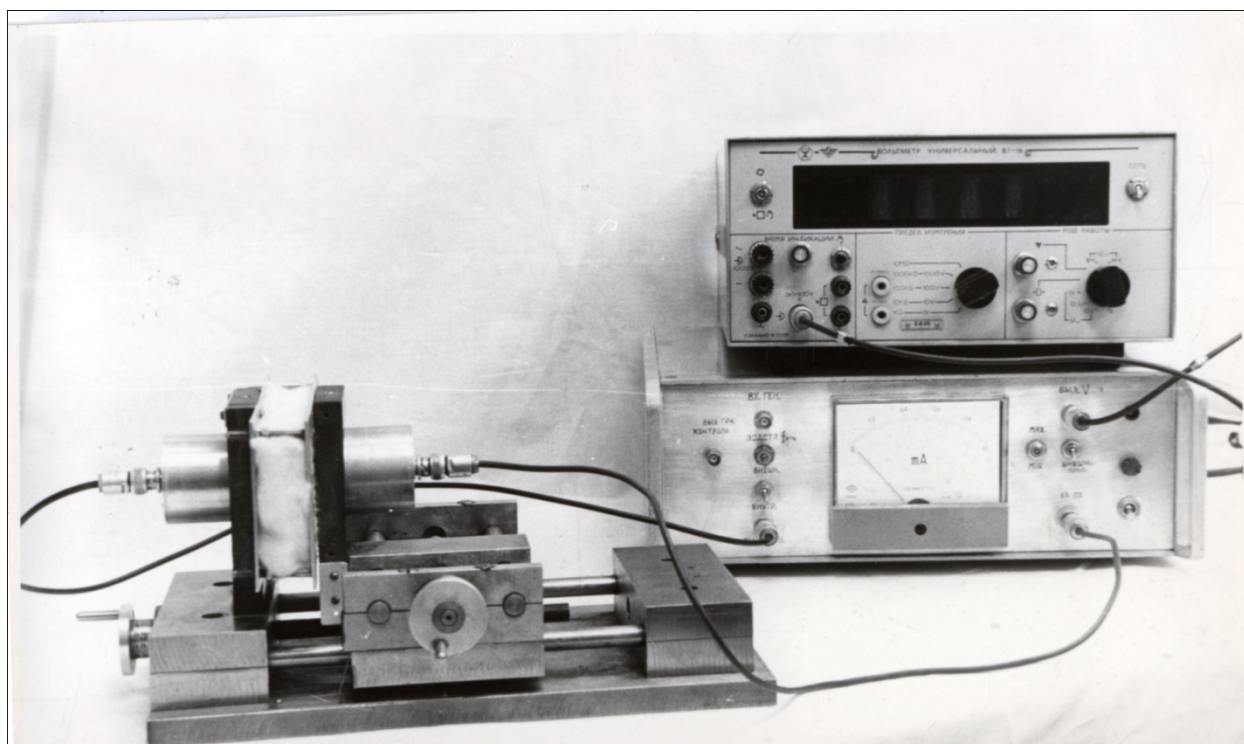


Рис. Координатно-верньерная установка

Выводы

Проведенные экспериментальные исследования полностью подтвердили результаты теоретической модели.

Сжатие и разрыхление образца в направлении прозвучивания, т.е. изменение объемной плотности при неизменной поверхностной плотности, влияния на амплитуду сигнала не оказывают.

При прохождении акустического сигнала через образец все волновые соотношения сохраняются.

При наращивании количества волокон в направлении прозвучивания узлы и пучности акустических колебаний сдвигаются к излучателю.

Изменение фазы сигнала находится в линейной зависимости от количества волокон в направлении прозвучивания.

Сжатие и разрыхление образца в направлении прозвучивания, т.е. изменение объемной плотности при неизменной поверхностной плотности, при условии межволоконных расстояний $d < 0,1 \lambda$ (длины волны) изменяют фазовый сигнал прямо пропорционально объемной плотности образца. При $d > 0,1 \lambda$ наблюдается слабая секансоидальная зависимость.

Амплитуда сигнала находится в нелинейной зависимости от количества волокон в направлении прозвучивания.

Определение массы волокон образца амплитудным методом без определения их средних физико-механических свойств не представляется возможным, т.к. образцы одинаковой массы одного и того же селекционного сорта, но различных промышленных сортов имеют различное количество волокон в навеске.

Библиографический список

1. Костюков А.Ф. Модель регистрации признаков многослойной структуры с помощью акустических колебаний / А.Ф. Костюков // Вестник АГАУ. – 2010. – № 3.
2. Костюков А.Ф. Способ определения зрелости хлопковых волокон / А.Ф. Костюков, В.А. Козубенко // БИ-1980-№ 48. – А.с. № 792127.
3. Костюков А.Ф. Способ контроля средних параметров компактного множества волокон // Патент RU № 2380697.
4. Костюков А.Ф. Способ контроля физико-механических параметров волокон в массе // Патент RU № 2367947.

