

ности. Самые слабые состоят в обследовании той области, в которой возникает нестабильность. На другом краю — характер мер, имеющих прямые действия в ответ на опасности или новые возможности, например, решение об освоении новой продукции, переходе к новой рыночной стратегии, развертывание или свертывание целого вида деятельности. Между крайними точками возрастает не только конкретность контрмер, но также их цена и необратимость.

В работе проанализированы источники обнаружения слабых сигналов в различных промышленных системах и предложена алгоритм процедуры их усиления (и его модификации), включающая в себя ряд основных этапов [3]: идентификация перспективы (т.е. концептуальной точки зрения, с которой ищутся слабые сигналы и по мере погружения можно изменить точку зрения на какую-то более достоверную и начать процедуру заново); определение потенциала слабых сигналов и их способности повлиять на систему; определение условий включения (развития, срабатывания) слабого сигнала, т. к. он обладает возможностью изменить систему; активация слабого сигнала и условия ее реализации; использование традиционных методов (анализ тенденций, планирование сценариев и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Harris, S. Dyer, Zeisler, Steven. Weak Signals: Detecting the Next Big Thing // The Futurist. 2002. Vol. 36, №6, November-December, pp. 21-29.
2. Шифрин, М.В. Управление по слабым сигналам. Элитариум [Электронный ресурс] / Режим доступа http://www.elitarium.ru/upravlenie_po_slabym_signalam/. - Дата доступа: 10.09.2019
3. Барашко, О.Г. Процедура усиления слабых сигналов в сложных адаптивных системах // 79-я научно-техническая конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов БГТУ. Секция химической технологии и техники. – Минск, 2015. – С. 14.

УДК 663.42

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЛАГИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ)

Бондарчук О.В., Кононюк Е.А., Литвинюк Д.М., БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Ячмень, являясь в сухом виде диэлектриком с удельным объемным сопротивлением $\rho_v=10^{10}-10^{15}$ Ом·см и выше, в результате увлажнения становятся полупроводниками; величина ρ_v понижается до $10^{-2}-10^{-3}$ Ом·см.

Одними из важнейших параметров сыпучего материала, в частности зерновых культур, является влажность. Повышение влажности зерна является причиной изменения его электрофизических свойств.

Для характеристики электрофизических свойств используют такие показатели, как: δ – удельная проводимость (электропроводность); ε – диэлектрический коэффициент (диэлектрическая проницаемость); тангенс угла потерь; коэффициент потерь K [1]. Взаимосвязь данных показателей с влагосодержанием зерна была установлена экспериментальным путем.

Быстрый рост электропроводности наблюдается, начиная с 16 % влажности. Это объясняется тем, что вода, поглощенная зерном, претерпевает изменения при взаимодействии с веществами зерна вследствие гидратации эндосперма.

На величину электросопротивления большое влияние оказывает характер влаги, распределяющейся по сечению зерна, а также содержание этой влаги в поверхностных слоях. Сопротивление зерна падает с увеличением влажности до величины порядка 10^6 Ом становясь полупроводником.

Сопротивление зерен также уменьшается с увеличением напряженности электрического поля из-за появления электронного тока, причем у более влажных зерен быстрее, чем у менее влажных. Это свидетельствует о том, что зерно переходит из состояния диэлектрика в состояние полупроводника.

Диэлектрическая проницаемость зерна, с повышением влажности возрастает, причем наиболее заметно начиная с влагосодержания 16...18 %. С повышением рабочей частоты от 0,5 до 30,0 МГц влияние влажности менее заметно. Подобная зависимость действительна и для тангенса угла потерь. В связи с этим произведение его на диэлектрическую проницаемость – коэффициент потерь (К) также изменяется в различном темпе до и после 16...17 % влагосодержания. По влажности 13...14 % (т. е. до влагосодержания 15...16,5 %) коэффициент К не зависит от рабочей частоты [2]. Это подтверждает график представленный на рисунке 1. Зависимость коэффициента К от влажности почти не изменяется под влиянием сортовых и прочих особенностей зерна.

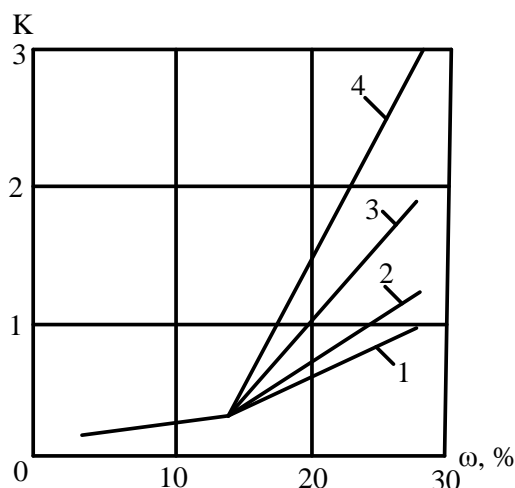


Рисунок 1 – Влияние влажности зерна на коэффициент потерь при частотах: 1 – 9,6 МГц; 2 – 4,6 МГц; 3 – 1,98 МГц; 4 – 0,536 МГц

Таким образом, все показатели электрофизических свойств ячменя обнаруживают четко выраженную зависимость от влагосодержания.

Аналогично на электрофизические свойства ячменя влияет и температура. Связано это с изменением состояния воды, которая была поглощена зерном. Исследования показывают, что в зернах с повышением температуры увеличивается электропроводность и соответственно уменьшается сопротивление, причём, чем ниже влажность зерна, тем заметнее снижение [3]. Эта зависимость показана на графике представленном на рисунке 2.

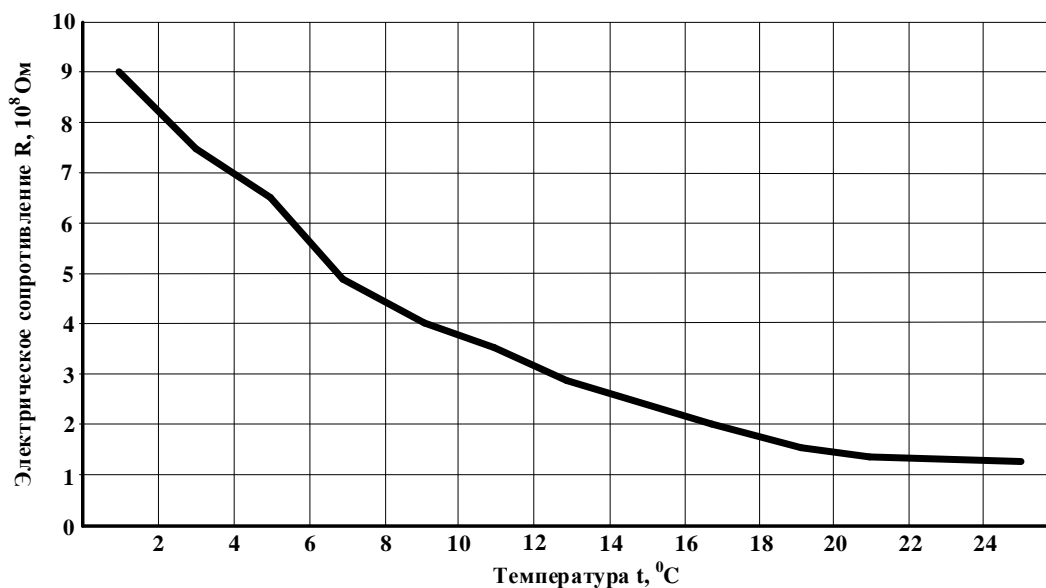


Рисунок 2 – График зависимости электрического сопротивления ячменя от температуры

Это объясняется тем, что с повышением температуры в зерне возрастает скорость движения основных ионов кристаллической решетки. Если при умеренной температуре в процессе электропроводности участвуют только слабо закрепленные ионы, то по мере ее увеличения начинают двигаться и ионы с более сильными связями.

На электрофизические свойства ячменя существенно влияет состояние его биологической системы, прорастание зерна, а также незавершенность его развития при созревании.

Исследования электрических потенциалов семян показали, что состояние биологической системы влияет на значение потенциалов. Установлено, что зерно с низким показателем качества отличаются низкой проницаемостью оболочки, следовательно, значение их потенциала выше, чем у семян с более высокими показателями качества [4]. Установлено также, что на дополнительное воздействие электрическим током реагируют зерна как высокой (96%), так и низкой всхожести (86%), однако у зерен с высокой всхожестью изменение мембранного потенциала существенно выше, чем у зерен с низкой всхожестью. Опыты показывают, что сила тока, протекающего через зерно во время измерений, уменьшается со временем. Эта зависимость показана на графике представленном на рисунке 3. Уменьшение тока происходит в результате процесса поляризации зерна.

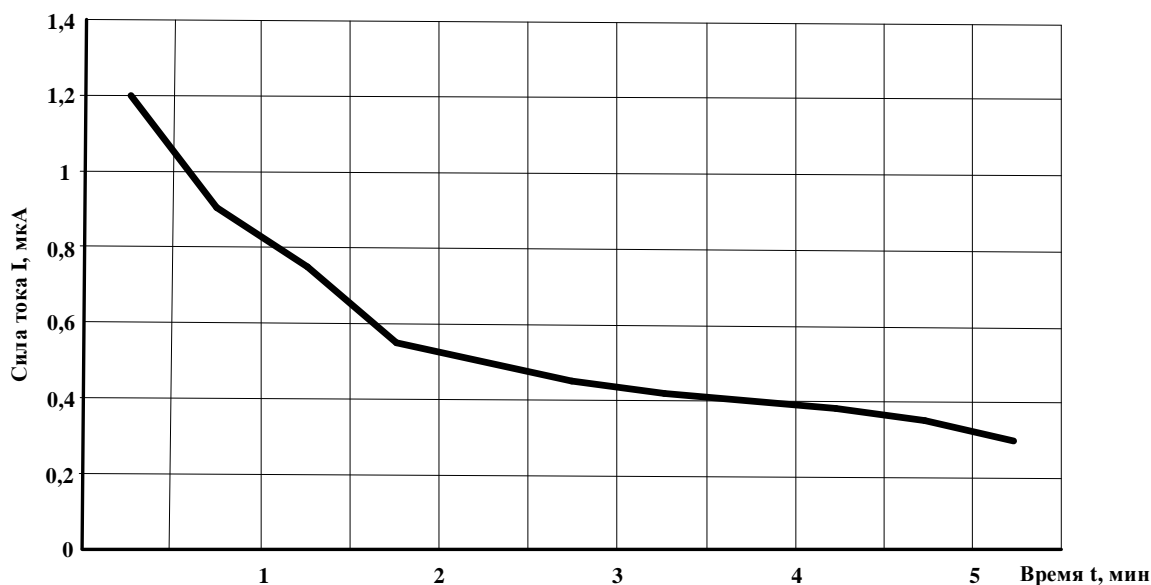


Рисунок 3 – График зависимости силы тока, проходящего через зерно от времени

Результаты проведенных исследований можно использовать при проектировании и конструировании приборов измерения влажности зерновых материалов.

Литература

1. Медведев, С.С. Электрофизиология растений / С.С. Медведев. – СПб. : Изд-во СПб. ун-та, 1998. – 184 с.
2. Зерно. Метод определения влажности : ГОСТ 13586.5–2015. – Введ. 01.07.2016. – М.: Стандартинформ, 2016. – 13 с.
3. Федорова, Р.А. Биохимические особенности свойств зерна : Учеб.-метод. пособие / Р.А. Федорова. – СПб. : Университет ИТМО, 2016. – 41 с.
4. Мерченко, Н.Н. Зависимость мембранного потенциала зерен пшеницы от концентрации ионов на внутренней стороне оболочки и ее проницаемости / Н.Н. Мерченко, С.П. Пронин // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8. – С. 1539–1544.