

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

FEATURES OF MEASURING THE MOISTURE CONTENT OF GRAIN CROPS IN THE FIELD

Г.М. Аралов,
С.Б.Эшкobilов

*Ассистент кафедры Автоматизация производственных процессов и управления
Каршинский инженерно-экономический институт
Адрес: проспект 225 Mustaqillik - 225, Karshi, 180100
E-mail: aralov_gayrat@mail.ru, se889@inbox.ru
Assistant of the Department of Automation of Production Processes and Management
Karshi engineering-economics institute
Address: 225 Mustaqillik Avenue - 225, Karshi, 180100*

Аннотация. В статье рассматриваются способы зрелости свойства зерна и описываются её поведение при сборе, для оптимизации выбора состояния влажности зерна, а также анализируются предъявляемые требования к выбору методов и проектирования высокочастотного модуля, где предусматривается использование приборного обеспечения контроля влажности зерна, а также их высокой точности и возможности проведения измерений в полевых условиях. Рассматриваемый метод позволяет решать достаточно задач агропромышленного комплекса, возникающих при проектировании приборов контроля влажности, а также дает возможность одновременного рассмотрения оценки нескольких альтернативных вариантов проектных решений при проектировании приборов контроля и обеспечения метрологических характеристик измерительных устройств.

Ключевые слова: зрелость, контроль, влажность, высокочастотный метод, зерно, портативный прибор, диапазон, погрешность, полевые условия.

Annotation. The article discusses the methods of grain property maturity and describes its behavior during harvesting, in order to optimize the selection of grain moisture state, and also analyzes the requirements for the selection of methods and design of a high-frequency module, which provides for the use of instrumentation for grain moisture control, as well as their high accuracy and the possibility of measurements in the field. The considered method allows solving enough problems of the agro-industrial complex arising during the design of humidity control devices, and also makes it possible to simultaneously consider the evaluation of several alternative design solutions when designing control devices and ensuring metrological characteristics of measuring devices.

Keywords: maturity, control, humidity, high frequency method, grain, portable device, range, error, field conditions.

Введение.

Сегодня в Республике Узбекистан одним из основных вопросов хранения продуктов агропромышленного комплекса, является зерновые культуры.

В течение любого периода важно помнить о зонах риска, связанных с температурой и влажностью. Высокая температура или высокая влажность означают, что зерно подвержено риску заражения насекомыми или роста грибов.

В полевых условиях приходится контролировать за созреванием озимой пшеницы, и её состоянием следят агрономы. Однако на практике у агрономов нет практически возможности измерить параметры зерна в полевых условиях. Замеряя влажность зерна с помощью измерительных устройств (влагомеров), обращая внимание на внешний вид и структуру будущего хлеба, выносят решение о необходимости начала жатвы.

В последнее время разработчиками приборного обеспечения влажности зерна проектируются микроволновые инструменты для измерения влажности зерна в полевых условиях [1].

Известно, что, для измерения влажности зерна действуют стандарты которые регламентируют 4 состояния зерновой массы по влажности (%):

сухое - 13–14%;

средне-сухое - 14,1-15,5%;

влажное - 15,6–17%;

сырое - более 17%.

На долговременное хранение закладывают только сухое зерно.

Процедура измерения влажности осуществляется согласно требованиям ГОСТ 8.434-81 «Влажность зерна и продуктов его переработки. Методика выполнения измерений диэлькометрическими и резистивными влагомерами». Эти правила действуют для зернобобовых растений, их семян и продуктов зернопереработки (мука, крупа, отруби и т.д.). ГОСТ 8.434-81 регламентирует работы по подготовке и проведению измерений переносными влагомерами, которые должны проводиться в два этапа:

1. Для осуществления измерений влажности влагомер настраивают на нужное вещество, опираясь на требования руководства по эксплуатации устройства.
2. Измерительный датчик устройства заполняют зернопродуктом, заранее подготовленным согласно указаниям раздела №2 ГОСТ 8.434-81, на дисплее прибора отображаются измеренные значения влажности, которые затем анализируются, учитывая существующие погрешности измерений.

1. Способ зрелости и сбора зерна.

Степень зрелости пшеницы зависит от содержания влаги в ней:

Молочная зрелость. Уровень влажности составляет 60-70 %. Наступает на 10-18 день о начала цветения.

Восковая зрелость. Влажность 35-45 %. Наступает через 2 недели по окончании фазы молочной зрелости.

Полная зрелость. Влажность составляет 12-20 %. Листья опадают, зерно становится твердым и сухим, начинает осыпаться.

Прямое комбайнирование. Прямое комбайнирование - самый распространенный способ жатвы. Этот метод уборки пшеницы применяется, когда влажность зерна составляет не более 15 %.

2. Концепция решения проблемы.

С учетом проведенных исследований информационно-измерительные системы приборов контроля влажности сыпучих материалов например зерно (пшеница) может быть синтезирован на базе F-метра. Передающие части схемы рекомендуется, включают в себя датчики, автогенераторы и блоки предварительной обработки информации. С помощью двух линий связи передающая часть схемы соединена с приемником, осуществляющим деление частот измерительного и корректирующего каналов. Генераторы должны иметь начальную частоту $f = 0,5$ МГц, на мощных полевых транзисторах с инерционным элементом автоматического смещения в цепи затвора.

Наличие эффекта компенсации влияния активных потерь на основную частоту генератора, достигаемой при соответствующем выборе параметров цепи автоматического смещения. В соответствии с данными эксперимента это уменьшение заметно лишь при больших сопротивлений, когда амплитуда колебаний велика и нелинейность вольтамперной характеристики ощутимо сказывается на величине высших гармоник.

Для малых сопротивлений амплитуда колебаний быстро уменьшается, и они идут на том участке вольтамперной характеристики, который можно приближенно считать линейным. Это приводит к тому, что высшие гармоники практически отсутствуют.

Результаты этих исследований проведенных впервые и являющихся для приборов контроля влажности материалов новыми и обеспечивают наиболее надежным способом получения результатов измерений, не зависящих от сопротивления контролируемого материала, а только от его емкости. По результатам приведенных теоретических и экспериментальных исследований в высокочастотной влагометрии при изменении различных физических параметров контролируемого материала, здесь необходимо отдать предпочтение и использовать в качестве контроля параметра ёмкость при минимизации активного сопротивления, а для сыпучих материалов горнорудной массы таких как шихта, уголь, возможна иная постановка задачи, направленная на исследования связей между активным сопротивлением являющиеся объектом измерения т.е имеется ввиду материал, помещенный в датчик с электродами.

Результаты проведенных исследований показали:

- возможность синтезировать новые измерительные блоки приборов контроля влажности материала, обеспечивающего измерений влагосодержание с высокой точностью;
- оптимизировать для такой системы датчиков компланарного типа в виде кольцевых электродов;
- отсутствия необходимых введения влияющих факторов и поправки в результаты измерений в реальном диапазоне измерений.

В результате исследований решается актуальная задача синтеза высокочастотного прибора контроля влажности сыпучих материалов горнорудной массы обладающих высокой экспрессностью контроля и удовлетворяющих метрологическими характеристиками.

3. Анализ использование портативных влагомеров.

На сегодняшний день разработчики проектируют широкий спектр портативных аппаратов для определения влажности сельскохозяйственной продукции.

Однако, с учетом использования рабочего метода определения влажности, определять влажность в полевых условиях не очень удобно, поэтому допускается применение портативных влагомеров.

В соответствии с заданием контроль влажности необходимо измерение влажности зерна (пшеница) производить в полевых условиях. Анализ существующих приборов контроля влажности используемые для измерения влажности зерна как при их хранение, так и в полевых условиях представляет собой широкий спектр измерительных схем и устройств.

Анализируемые влагомеры применяются для экспрессного анализа влажности зерна в лабораторных и полевых условиях, при уборке, хранении и переработке зерна, при послеуборочной обработке и сушке зерна, на токах, при размещении зерна в хранилищах; при увлажнении зерна перед помолом.

Отличительной особенностью этих приборов заключается в том, что он удобный, переносной электронный прибор, где показания содержания влаги отображаются в процентах на электронном дисплее, главная особенность прибора – универсальность, возможность работы со многими видами зерна, семян трав без предварительного измельчения, а также муки в широком диапазоне влажности и с очень высокой точностью.

Рассмотрим перечень приборов производимые Российскими компаниями, а также различных зарубежных стран.

Известно ряд портативных устройств Российских компаний, где представляют приборы контроля влажности:

«ПВЗ-10Д», «Колос», АТПАЗ, ММ-1, «Роса»,

ВСКМ-12, ИПМ, «Фауна», Влагомер зерна "Фауна-АМ";

“МИВ” Микропроцессорный влагомер зерна штанговый;

Влагомер ВВСКМ-01; Влагомер зерна ВСП-100;

Влагомер зерна МиниГАЗ;

2. Из зарубежных влагомеров интерес представляют переносные влагомеры:

Aquasearch-600 (фирмы Kett, Япония);

Влагомер МХ-50 (Фирмы «A&D Company, Limited», Япония);

Grainmaster (Великобритания);

Delta-T Devices Ltd, The United Kingdom the Great Britain and Northern Ireland (Великобритания);

Dj FMT (фирма Dickey-john, США),

PHASE DYNAMICS, INC.(США),

Влагомеры: Wile 25, Wile 26, Wile 27, Wile 55, Wile 65, Wile 200, Wile 78, Wile Coffee, Wile Cotton, Wile Bio Moisture, WILE Bio Moisture Wood с комплектующими типов WILE.

Продукция изготовлена в соответствии с TP TP TC 0, FARMCOMP OY (ФИНЛЯНДИЯ),

Supertek, влагомер зерна (farmpro, Дания),

Влагомер HE-Lite PREUFFER (Германия),

Влагомер торговой марки «Testboy». Testboy Gmbh Elektrotechnische Spezialfabrik (Германия)

Микроволновой влагомер серии, модель DF- MMA.(Dandong Dong Fang Measurement& Control Technology Co., Ltd.Китай).

Влагомер DOREL France S.A. (ФРАНЦИЯ)

4. Анализ измерения влажности портативными влагомерами.

Однако, для определения влажности зерна портативными влагомерами имеет место минимальные расхождения со стандартными методами, т.е методом высушивания, которое занимает порядка 3-4 часа, а с учетом скорости и экспрессного метода определения влажности и работы портативных влагомеров, ее мобильности и широкого спектра культур в сельскохозяйственном производстве этот прибор является незаменимым помощником.

Также определенную вероятность неточности определения при использовании полевого влагомера могут дать мешающие факторы, в частности для портативных влагомеров используемые в полевых условиях, это различные примеси в исследуемом образце в виде различных пожнивных остатков, листьев различных растений, проникновение и осадка на стенах пыли и других различных примесей.

Имеет место и такие явления при эксплуатации прибор может подвергаться воздействию температурному отклонению, или же погрешностями в результате их вибраций, а также

некоторыми частями засорению остатками продукции, что востребуется очищение камеры измерения. В таких случаях необходимо учесть и разработать способы устранения основных источников суммарной погрешности выходного сигнала при измерении влажности материалов в условиях воздействия внешних факторов. Для портативных влагомеров немаловажное также имеет место, перепад напряжения, оно может быть выявлено когда используется некачественных или разряженных источников питания, это в свою очередь приведет к определенным погрешностям, что в дальнейшем приводит к неточному измерению, в результате прибор будет представлять недостоверную информацию о влажности. Эти все факторы необходимо учитывать при проектировании приборной аппаратуры, в свою очередь производителям рекомендуется проводить ежегодную калибровку портативных влагомеров.

Известно, что при эксплуатации портативных влагомеров в качестве экспрессного контроля влажности зерна в полевых условиях эти все факторы компенсируются за счет затраты на проведение сушки продукции вследствие уборки пшеницы с завышенными показателями влажности.

5. Объект и предмет исследования.

В качестве объекта исследования рассматривается разработка микропроцессорного портативного прибора для измерения влажности зерно-пшеница в полевых условиях.

Целью исследования является теоретическое и экспериментальное исследование высокочастотного метода и разработка микропроцессорного высокоточного портативного прибора на этой основе для контроля влажности зерна в полевых условиях.

В исследованиях рассматриваются решения следующие конкретные и малоизученные задач: Анализ современного состояния методов и приборов измерения влажности зерна в полевых условиях;

Исследование электрофизических характеристик зерна в зависимости от его ' влажности;

Разработка математической модели процесса электромагнитного взаимодействия ВЧ-волны и влажного зерна;

Исследование влияния информативных и мешающих факторов на результаты измерения влажности;

Разработка универсального микропроцессорного портативного влагомера зерна;

Установление основных метрологических характеристик разработанного прибора.

6. Реализация результатов исследования.

Зерновая продукция является многокомпонентными смесями, физические свойства и компоненты которых (F_{ki}) существенно различаются и зависят от ряда факторов, [5] в том числе: влажности (W_{ki}), температуры (T_{ki}), особенностей макро- и микроструктуры (S_{ki}), степени зрелости (Z_{ki}), условий хранения и переработки (X_{ki})

$$F_{ki} = f(W_{ki}, T_{ki}, S_{ki}, Z_{ki}, X_{ki}) \quad (1)$$

Очевидно, что фактически химические характеристики материала (F_M) зависят от свойств его компонентов (F_{ki}), их количественного соотношения (M_{ij}), взаимного расположения (R_{ij}), количества (N) и объема (V) воздушных включений между ними:

$$F_M = Q(F_{ki}, M_{ij}, R_{ij}, N, V). \quad (2)$$

Влажность материала (W) определяется как отношение всей массы воды в контролируемом объеме (M_B) к сухой массе этого объема (M):

$$W = \frac{M_B}{M} = \frac{\sum_{k=1}^n W_{ki} \cdot M_{ki}}{\sum_{k=1}^n M_{ki}} \quad (3)$$

где (M_{ki}) – масса i – компонента; n – количество компонентов материала.

Согласно [4], отношение $\varepsilon_{0,2} / \varepsilon_{20}$ быстро растет с увеличением влажности W . Известно, что механизм влияния температуры на величину емкости датчика, т.е. на диэлектрическую проницаемость влажного материала, определяется изменением при нагревании соотношения в материале количеств связанной и свободной влаги – где диэлектрическая проницаемость связанной влаги гораздо ниже (≈ 5), чем 81. Для диэлькометрических влагомеров в диапазоне ниже 10^8 Гц влияние температуры можно учесть введением температурной коррекции к результатам измерения по формуле:

$$W = W_{II} - k_t(t - t_0), \quad (4)$$

где W – истинная влажность материала при температуре t ; W_{II} – результат отсчета влажности по шкале; t и t_0 – температура материала соответственно в момент измерения и при градуировке влагомера; k_t – температурный коэффициент для данного материала.

В результате комплексная диэлектрическая проницаемость зерна рассчитывается с использованием следующего выражения:

$$\varepsilon^* = \varepsilon_\infty + \frac{a}{i\omega\varepsilon_0} e^{-\frac{B}{T}} + \sum_i \frac{\varepsilon_{ci} - \varepsilon_{\infty i}}{1 + i\omega A_i \cdot e^{\frac{B_i}{T}}} \quad (5)$$

С ростом температуры ε при $\omega\tau \gg 1$ увеличивается, так как уменьшается τ и поляризация за время полупериода приложенного напряжения развивается в большей степени.

Выводы и рекомендации

Рассматривая в нашем случае опытного портативного прибора контроля влажности зерна в полевых условиях, рекомендовано учитывать следующие характеристики:

Диапазон измерения влажности. Так как влажность свежесобранного зерна обычно не превышает 35%, а для долговременного хранения его влажность понижают до 13...16%, то достаточно будет диапазона измерений 5...35%;

Погрешность измерения. Чем она меньше тем лучше, но в большинстве случаев для влагомеров приемлемой является погрешность от 0,5 до 1%;

Отсутствие зависимости показаний от сорта зерна или, если зависимость показаний имеется, возможность быстрой переградуировки прибора под конкретный сорт исследуемого материала (зерна);

Скорость измерения. – 2-5 сек.

Диапазон рабочей температуры $\pm 5 \dots +50$ °С.

Автоматическая термокомпенсация в интервале рабочих температур от 5 до 50° С.

Вместимость измерительной камеры – 300 мл.

Электропитание – 9 В.

Данную технологию можно успешно адаптировать для определения содержания воды влажной массы как в зерне так и в различных сельскохозяйственных продуктах [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Кузнецов. Что вам нужно знать при импорте влагомера. [Электронный ресурс]: <https://import-v-rossiu.ru/> / доставка / влагомер (дата запроса: 19.09.2020).
2. Микроволновая термовлагодетрия / П.А. Федюнин [и др.]. – М.: Машиностроение, 2004. – 230 с.
3. Кричевский Е.С. Высокочастотный контроль влажности при обогащении полезных ископаемых. – М: Недра. 1972.-216с.
4. Исмагуллаев П.Р., Каландаров П.И. Сверхвысокочастотная влагодетрия и проблемы метрологического обеспечения. – М: Приборы №7. 2011.- с.40-44.
5. П.И.Каландаров, А.М.Макаров, Г.М.Аралов Особенности измерения влажности зерновых культур в полевых условиях Известия ВолгГТУ.2021. №1(248). С.60-63.
6. Каландаров П.И. Аралов Г.М. Инвестиционная привлекательность – успешная реализация инновационных разработок работающих в режиме реального времени «Инновацион технологиялар» журналы Карши мухандислик иктисодиет институти №2.2021 йил 88-91 бет.
7. Фарходов С.У., Ибрагимов Б.Ш., Эшқобиллов С.Б. (2021). Основные характеристики дискретных технологических процессов массового производства как объектов автоматизации. //Central asian journal of mathematical theory and computer sciences,2(5), 42-47.
8. Ибрагимов Б.Ш., Эшқобиллов С.Б. Математическая модель процесса производства пара как объекта управления. //«Интернаука»: научный журнал-2020, № 18(147), 10-13 ст.