

ВЛАГОМЕР ЗЕРНА В ПОТОКЕ – МАЛ ЗОЛОТНИК, ДА ДОРОГ

**Просьянык А.В., к.т.н., директор; Клабуков В.Ф., гл. конструктор АСУТП
ГНПП "Эльдорадо"; Соснин К.В., аспирант НГУ г. Днепропетровск.**

Как это не парадоксально, но Украина один из наиболее крупных производителей зерновых на мировом рынке, производитель достаточно конкурентоспособных зерносушилок, не имеет современных систем контроля и управления процессом сушки зерна. Наиболее узкое место таких систем - отсутствие отвечающим необходимым требованиям по цене, точности, надежности устройств, обеспечивающих контроль влажности зерновых в процессе сушки, в режиме реального времени. Применение для этих целей влагомеров зерна в потоке выпускавшихся в бывшем СССР, таких как ПВЗ-3 и РВЗ-3, не используются на практике в виду низких характеристик надежности. Использование импортных влагомеров зерна в потоке для большинства предприятий агропромышленного комплекса (АПК) не доступно по цене. Тем не менее, процесс сушки зерна один из наиболее энергоемких и ответственных из всего цикла хранения и переработки зерна. Это связано как с прямыми убытками, обусловленными потерей качества зерновых и невозможности хранения при несоответствующей влажности, так и большими энергетическими затратами, обеспечивающими процесс сушки. Размеры убытков, по этой причине даже на уровне отдельных комбинатов хлебопродуктов (КХП) достигает десятков тысяч гривен в сезон. Актуальность этой проблемы в целом для АПК не вызывает сомнений.

Как выход из положения, в большинстве случаев влажность в процессе сушки зерна определяют лабораторным путем. При этом время получения показаний состоит из следующих составляющих:

$$T = T_n + T_a + T_c; \quad (1)$$

где: T_n – время, которое необходимо затратить работнику лаборатории для того, что бы взять пробу на зерносушилке и принести образец в лабораторию;

T_a – время проведения анализа;

T_c – время для сообщения оператору сушилки о результатах анализа.

При использовании СЭШ-3М время получения результатов составляет не менее 60 минут, что является неприемлемым. Это приводит к необоснованному расходу теплоносителя, а в ряде случаев и потере качества зерновых.

Учитывая сложившиеся обстоятельства, для определения влажности зерна при сушке, на некоторых предприятиях применяют экспресс - анализаторы влажности зерна. Эти приборы, как правило, зарубежного производства. Даже если экспресс – анализатор влажности зерна аттестован Госстандартом Украины и поверен, использование его имеет следующие недостатки:

□ наличие человеческого фактора, которое может проявиться в несвоевременности измерения влажности зерна;

□ взятая проба, может характеризовать не все зерно, а лишь ту часть, которая помещается в экспресс- анализатор влажности зерна.

Таким образом, отечественный АПК не имеет влагомера зерна в потоке доступного по цене и отвечающих необходимым требованиям и показателям.

Анализ требований ряда КХП показал, что влагомер зерна в потоке должен удовлетворять следующим условиям:

1. измерять влажность зерна в потоке в целом, а не отдельных его частей;
2. обеспечивать возможность индикации данных о влажности в режиме реального времени;
3. обеспечивать возможность использования обратной связи для рециркуляционной сушки зерна в автоматическом режиме;
4. характеризоваться простотой монтажа на зерносушилках, получивших широкое распространение;
5. быть доступным по цене для предприятий Украины;
6. обеспечивать абсолютную погрешность не хуже $\pm 1\%$;

Аналитический обзор известных методов измерения влажности в потоке показал [1, 2, 3, 4, 5, 6], что наиболее полно по интегрированному показателю цена/качество отвечает диэлькометрический метод. Исследование метода с позиции рабочих частот измерений, при условии минимальных затрат реализации показало, что наиболее приемлемым является высокочастотный спектр электромагнитных колебаний.

В высокочастотных диэлектрических системах [1] измеряемая емкость датчика, пропорциональна диэлектрической проницаемости (E) контролируемого материала, которая является сложной функцией многих параметров

$$E=F(W; T; \Gamma; X; \Pi; \dots); \quad (1)$$

где W, T, Γ и X – соответственно влажность, температура, гранулометрический и химический состав контролируемого материала; Π – электрохимический критерий границы электрод – материал.

Выполненные нами исследования показали, что:

$$\left| \frac{\partial E}{\partial W} \right| > \left| \frac{\partial E}{\partial(T)} \right| \gg \left| \frac{\partial E}{\partial(\Gamma, X, \Pi)} \right|; \quad (2)$$

Это означает, что на диэлектрическую проницаемость наибольшее влияние оказывает влажность и температура зерновых и масленичных культур. Учет влияния факторов Γ , X, Π и др. в данной разработке не целесообразен, так как ведет к существенному удорожанию прибора при незначительном повышении точности. Следовательно, с целью минимизации стоимости влагомера в первом приближении достаточно ограничиться

$$E=F(W; T); \quad (3)$$

Из доступных информационных источников характеристики зависимости диэлектрической проницаемости от температуры не выявлены. Использование по аналогии с [1], полученных для апатитового и нефелинового концентратов линейных характеристик зависимости диэлектрической проницаемости (E) от температуры (T), не обеспечило требуемой точности показаний прибора.

Поэтому были проведены лабораторные исследования зависимости диэлектрической проницаемости от температуры на зерновых и масличных культурах. В результате было выявлено, что зависимость диэлектрической проницаемости от температуры носит нелинейный характер и различна при различных значениях влажности см. рис.1.

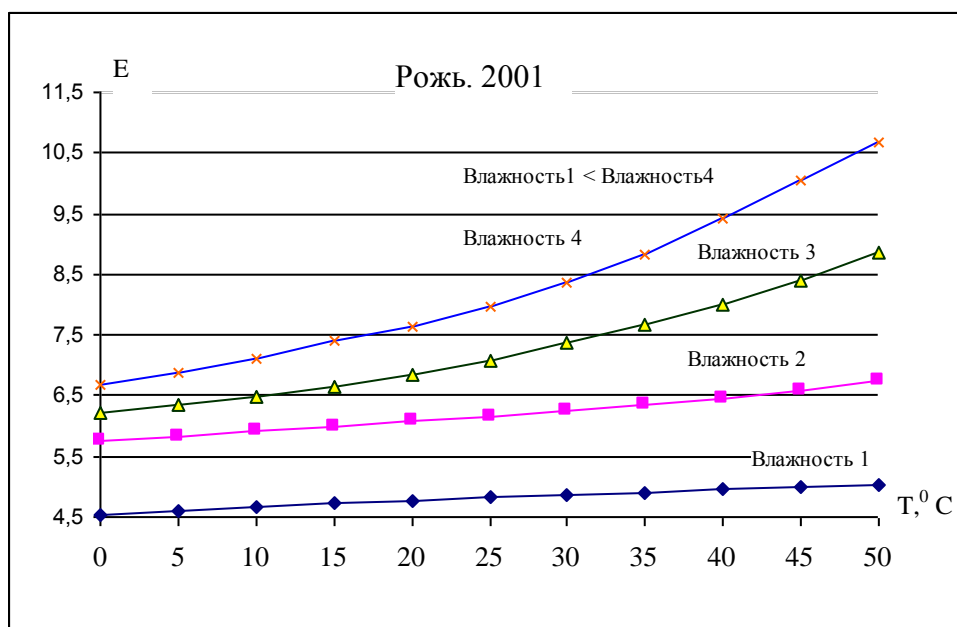


Рис.1. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры для ржи урожая 2001г.

На основании экспериментальных данных была получена аналитическая зависимость влажности от диэлектрической проницаемости и температуры

$$W=F1(E, T); \quad (4)$$

которая описывается полиномом шестой степени.

Применение этой зависимости в управляющей программе влагомера зерна в потоке позволило получить требуемую точность измерений влажности зерна.

На базе выполненных исследований были разработаны и изготовлены опытные образцы влагомера в потоке, которые успешно прошли опытную эксплуатацию на ряде предприятий на зерновых урожая 2001 года. Наличие надежного, отвечающего требованиям эксплуатации, в соответствии с согласованным техническим заданием, влагомера позволило создать автоматизированную систему контроля и управления процессом сушки зерна для отечественных зерносушилок производства Карловского машиностроительного завода.

Система обеспечивает выполнение следующих функций:

- измерение, индикацию и контроль по уставкам до 6 каналов температуры;
- измерение и индикацию влажности зерна в потоке;
- управление исполнительными механизмами, аварийной сигнализацией и отсечным клапаном;
- управление затворами выпуска зерна;

- управление рециркуляционной сушкой зерна в режиме реального времени;
- мониторинг и регистрация протокола технологических параметров на персональном компьютере;

Как конкретный пример реализации данной системы, на рис. 2 приведена схема автоматизации зерносушилки ДСП-32.

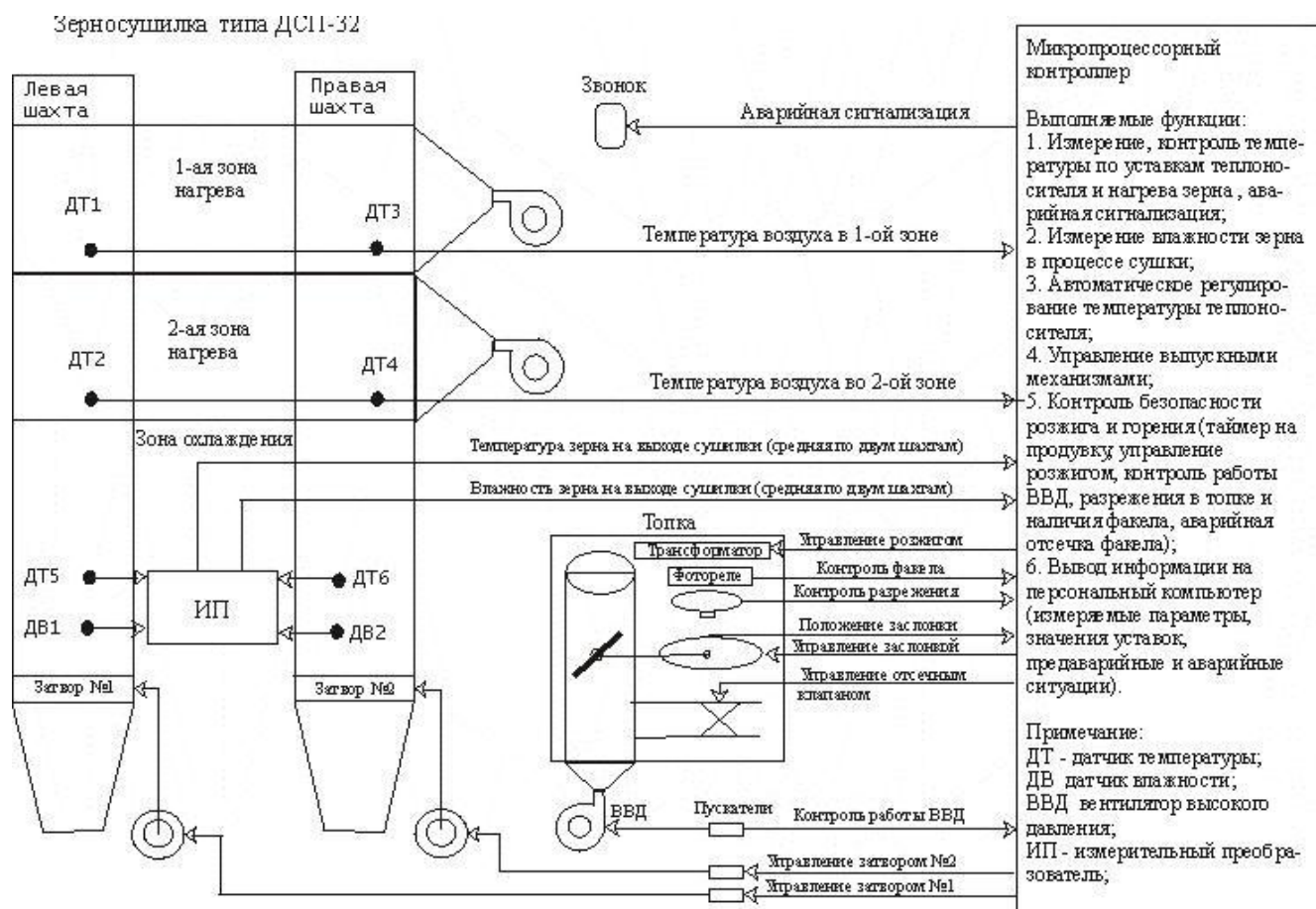


Рис. 2. Схема автоматизации зерносушилки ДСП-32.

В 2003 году предприятие планирует перейти к серийному производству рассмотренной системы контроля и управления процессом сушки зерна. Предприятие с благодарностью примет как критику, так и предложения по сотрудничеству от всех заинтересованных сторон.

Литература

1. Кричевский Е. С. Высоочастотный контроль влажности при обогащении полезных ископаемых. - М.: Недра, 1972.- 216 с.
2. <http://microradar.narod.ru/all/physics/physics.htm>.
3. Кричевский Е. С. и др. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов. - М.: Энергоатомиздат, 1986.- 136 с.: ил.
4. Исмагуллаев П.Р., Гринвальд А.Б. Теоретическое и экспериментальное исследование сверхвысокочастотного метода измерения влажности материалов. – Ташкент.- 1982.- 84 с.

5. Бензарь В. К. Техника СВЧ-влажнометрии. Минск: Высшая школа, 1974.- 352 с.

6. Многопараметрические влагомеры для сыпучих материалов/ Дубов Н.С., Кричевский Е.С., Невзлин Б.И. и др. – М. Машиностроение, 1980.- 144 с.