

тельных частот от $3 \cdot 10^{-6}$ до 10^0 , при этом с увеличением частоты выигрыш по быстродействию растет. Подобные графики можно построить для разных значений ММП.

Заключение

Найдены оптимальные значения скважности импульсов, при которых наблюдаются наибольшие выигрыши по быстродействию метода совпадения по сравнению с классическим методом измерения частоты. При этом значения оптимальной скважности уменьшаются с уменьшением заданного уровня относительной максимальной методической погрешности дискретности и увеличением отношения измеряемой и образцовой частот. Таким образом, для достижения наибольшего быстродействия необходимо изменять скважность импульсов в зависимости от заданного уровня относительной максимальной методической погрешности дискретности и отношения измеряемой и образцовой частот.

УДК: 620.17.05

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ РАЗРУШЕНИЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

В.С. Солопов, А.П. Борисов

В статье рассматривается способ измерения энергии, затраченной на разрушение тестового образца зернового материала на маятниковом деформаторе. Приведена теория самого способа, а также раскрыта практическая его реализация с помощью программно-аппаратного комплекса. Особое внимание уделено способу преобразования углового положения маятника в аналоговый, а затем в цифровой сигнал.

Ключевые слова: маятниковый деформатор, автоматическая система контроля, аналого-цифровой преобразователь, микроконтроллер.

Введение

Маятниковый деформатор разработан на кафедре МАПП АлтГТУ Злочевским В. Л., и представляет собой установку для деформирования зерновых материалов в колебательном процессе рабочих поверхностей [1]. Рабочими поверхностями маятникового деформатора являются две цилиндрические поверхности (опорная и маятниковая). Энергозатраты на разрушение зерна являются косвенным показателем такой важной характеристики, как стекловидность (при известной влажности). От стекловидности, в свою очередь, зависит количество энергии, затрачиваемое на разлом партии зерна. Очевидно, что с помощью маятникового деформатора возможно проводить экспресс-анализ помольных партий зерна на стекловидность и, как следствие, устанавливать режим работы вальцовых станков. Стандартные методы испытаний [2] занимают достаточно продолжи-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лаптев, Д.В. Вероятностная оценка метода совпадения при измерении частоты / Д.В. Лаптев, Ю.А. Пасынков // данный сборник – с. 158-162
2. Лаптев, Д.В. Измерение частоты методом совпадения / Д.В. Лаптев, Ю.А. Пасынков // Измерения в современном мире – 2011: сборник научных трудов. Третьей междунар. науч.-практ. конф. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – с. 50-51.
3. Лаптев, Д.В. Исследование метода совпадения при измерении частоты в широком диапазоне частот. / Д.В. Лаптев, Ю.А. Пасынков // Измерение. Контроль. Информатизация: материалы тринадцатой Международной научно-технической конференции. – Барнаул, АлтГТУ, 2012. – с. 146-148.

Д. В. Лаптев, ассистент, dimanka217@yandex.ru - каф. защиты информации Новосибирского государственного технического университета.

тельное время и имеют большое расхождение результатов испытания, вследствие субъективности самих методов. Нетрудно заметить, что способ, основанный на прямом измерении энергозатрат на разрушение зерна заведомо более точен, по сравнению со стандартными методами.

Цель работы - заключается в разработке технических средств для реализации способа определения энергозатрат на разрушение зерна.

К задачам работы следует отнести:

- разработку бесконтактного способа определения угла положения маятниковой поверхности;
- разработку быстродействующего промежуточного контроллера-измерителя угла.

Определение энергии разрушения основано на выявлении положения крайних точек маятниковой поверхности при затухающем

РАЗДЕЛ 4. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

колебательном процессе, в которых запасенная маятником потенциальная энергия определяется однозначно. Также необходимо учитывать потери энергии на трение. Таким образом, последовательность действий способа:

- отведение маятниковой поверхности на определенный угол α_1 ;
- помещение испытуемой зерновки на опорную поверхность;
- отпускание маятниковой поверхности;
- фиксация угла α_2 на противоположной стороне;
- расчет энергозатрат.

Следует отметить, что определение потерь возможно двумя способами:

- производя аналитический расчет с использованием известных теоретических сведений;
- вычисляя потери при эталонном колебании маятника, отведенного на заданный угол.

В данной работе используется первый способ, хотя не исключено, что в дальнейшем будет задействован и второй метод.

Известно, что для маятника:

$$E = m \cdot g \cdot l_m \cdot (1 - \cos\alpha),$$

где E – потенциальная энергия, запасенная маятником, m – масса маятника, l_m – приведенная длина маятника, α – угол отклонения маятника. Исходя из того, что декремент затухания маятника равен:

$$d = \ln\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right) = \beta T,$$

где T – период колебания, можно вычислить энергию, рассеиваемую за один период:

$$E_p = m \cdot g \cdot l_m \cdot (\cos\alpha_2 - \cos(e^{-\beta T} \alpha_1)).$$

Таким образом, определение энергии, затраченной на разрушение зерновки, находящейся на опорной поверхности маятникового деформатора, сводится к расчету декремента затухания и периода собственных колебаний маятника для заданного угла начального отклонения, а также фиксации крайних положений маятниковой поверхности в процессе разрушения [3].

Для определения углового положения маятниковой поверхности в данной работе сначала использовался промышленный энкодер – прибор для преобразования значения угла в последовательность импульсов. Однако, вследствие низкой разрешающей способности ($0,25^\circ$), а также высокой стоимости экземпляров с более высоким разрешением было принято решение отказаться от такого способа измерения угла. Альтернативой эн-

кодеру явились бесконтактные магнитные датчики углового положения КМА200 фирмы NXP. Производителем была заявлена разрешающая способность не хуже $0,04^\circ$ в цифровом режиме. Как оказалось, в аналоговом режиме возможно получить более высокие показатели, что послужило поводом для выбора именно аналогового режима работы датчика. Аналоговый интерфейс датчика представляет собой дифференциальный аналоговый выход, изменяющийся в пределах $\pm 5\%$ от питающего напряжения, в зависимости от углового положения магнита. Экспериментальным путем удалось получить разрешение датчика на аналоговом выходе $0,01^\circ$. Для преобразования аналогового сигнала в цифровую форму был разработан промежуточный контроллер, в состав которого вошло АЦП высокого разрешения AD7731 [4] фирмы Analog Devices. Так как выход датчика имеет размах $\sim 5V$, то для подключения его ко входу АЦП был применен согласующий резистивный делитель. Сердцем контроллера выступил микроконтроллер ATmega128A [5] фирмы Atmel, запущенный на частоте 14,7456 МГц. Для связи контроллера с ПК была применена микросхема последовательного интерфейса RS-485 – ADM2483 тоже фирмы Analog Devices. В ходе работы было написано программное обеспечение для контроллера на языке программирования C. Задачей ПО контроллера является получение данных с АЦП, пересчет их в значение угла и отправка их для обработки на ПО верхнего уровня. Блок-схема контроллера приведена на рисунке 1.

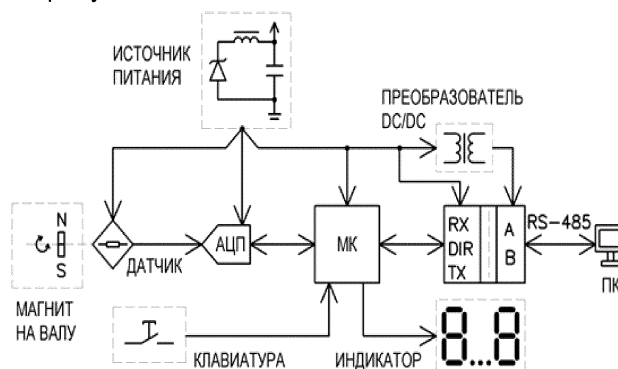


Рисунок 1 – Блок-схема контроллера

Микросхема AD7731 работает в биполярном режиме, выходная разрешающая способность ограничена 16 битами, цифровое значение изменяется от -32767 до 32768. Частота дискретизации равна 1 кГц. Чтобы привести значение АЦП к углу отклонения маятниковой поверхности, в ПО контроллера

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ РАЗРУШЕНИЯ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

реализована функция калибровки. Значение угла рассчитывается по формуле:

$$\alpha = (A - N) \cdot k \cdot C,$$

где, α – текущий угол, A – текущее значение АЦП, N – значение АЦП для нулевого угла, k – калибровочный коэффициент, C – цена деления (в данной работе $0,01^\circ$). Операция калибровки состоит из следующей последовательности операций:

- определение значения АЦП при нулевом угле отклонения маятниковой поверхности;
- ввод калибровочного угла – эталонного угла отклонения;
- расчет калибровочного коэффициента.

Калибровочный коэффициент рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{\alpha_0}{A_0 - N'}$$

где α_0 – эталонный (калибровочный) угол отклонения маятниковой поверхности, A_0 – значение АЦП, соответствующее углу α_0 , N' – значение АЦП в нуле.

Рассчитанные коэффициенты сохраняются в энергонезависимой памяти контроллера.

Для связи с ПО верхнего уровня был разработан простой быстрый протокол обмена данными. Обмен данными осуществляется на скорости передачи 115200 бит/сек. В протоколе реализовано 2 команды:

- команда запроса текущего угла;
- команда запуска испытания.

В первом случае ответ контроллера содержит информацию о текущем угловом положении маятниковой поверхности. Команда

запуска испытания переводит контроллер в режим непрерывной передачи данных о текущем угловом положении маятниковой поверхности, а также о времени, соответствующему текущему углу. Данные передаются в течение 5 секунд, что вполне достаточно для проведения испытания. Каждый пакет с информацией о текущих данных маятника передается с интервалом 1 мс. По окончании передачи контроллер переходит в режим ожидания следующей команды. Такой способ передачи выбран с целью избегания пропусков отсчетов таймера, связанных негарантированным циклом выполнения программного обеспечения верхнего уровня.

Программное обеспечение верхнего уровня

В ходе работы было разработано программное обеспечение верхнего уровня для ПК под управлением ОС Windows. ПО написано на языке программирования C++ в среде C++Builder XE2 и представляет собой приложение, отображающее графики испытания, а также включающее набор инструментов для управления контролем испытаний. На данном этапе в ПО верхнего уровня реализовано:

- выбор типа испытания (определение декремента затухания, определение энергии разрушения);
- отображение текущих данных испытания в реальном времени в виде графика;
- ведение архива испытаний.

Рабочее окно программы показано на рисунке 2.

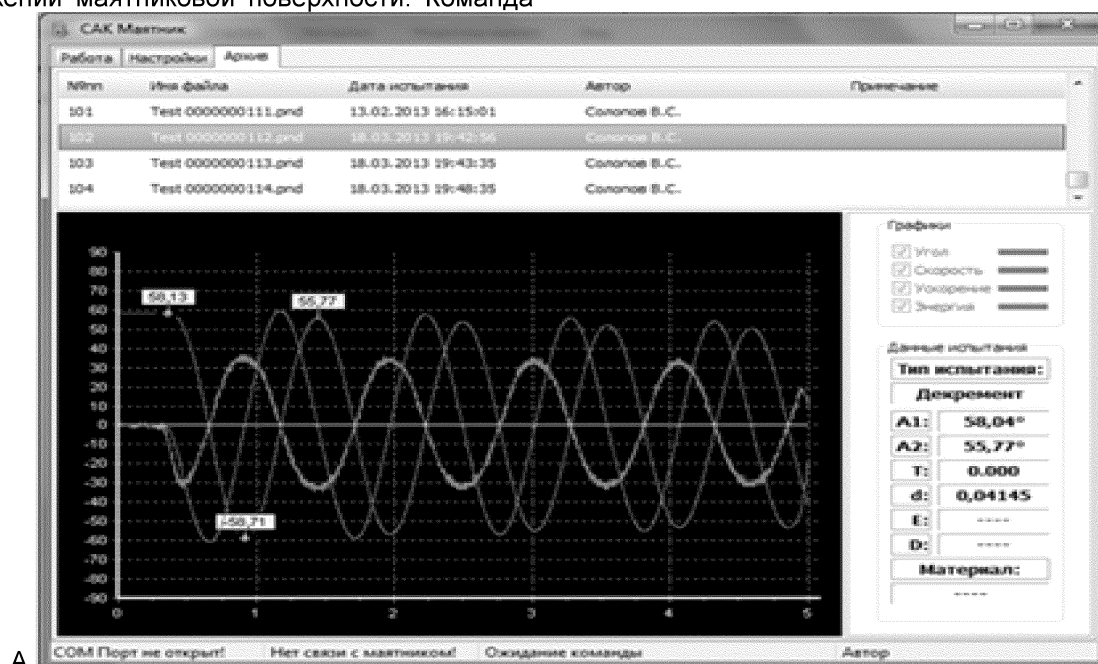


Рисунок 2 – Внешний вид ПО верхнего уровня

РАЗДЕЛ 4. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Определение крайних точек положения маятниковой поверхности производится с помощью определения изменения знака производной, которая, в свою очередь, рассчитывается по исходному массиву данных, полученному с контроллера. Производная находится численным методом, описанным в [2].

Выводы

В ходе работы был разработан контроллер бесконтактного определения угла положения маятниковой поверхности. Контроллер был изготовлен промышленным способом, для него было написано программное обеспечение и проведены реальные испытания на макетном стенде, которые доказали работоспособность устройства. В роли датчика углового положения были опробованы механический и магнитный энкодеры. В результате испытаний был выбран более точный магнитный датчик, помимо всего прочего обладающий еще одним существенным преимуществом - отсутствием механического сопротивления маятнику. Следующим этапом работы стала разработка ПО верхнего уровня, обладающего значительным потенциалом.

В настоящий момент работа продолжается, идет постоянное совершенствование как механической части проекта, так и программной его составляющей, но уже с уве-

ренностью можно говорить о большом потенциале и востребованности данной работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. № 2263544 Российская Федерация, МПК В02С 19/16 Способ формирования зерновых продуктов размола / Злочевский Валерий Львович, Злочевский Алексей Валерьевич.; заявл. 16.02.2004; опубл. 10.11.2005.
2. ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности. – Взамен ГОСТ 10987-64; введ. с 77 – 06 – 01. – Москва: Изд-во стандартов, 1976. – 3 с.
3. Кантор, С.А. Основы вычислительной математики: Учебное пособие / С.А. Кантор. – Алт. госуд. технич. ун-т им. И.И.Ползунова. Барнаул, 2010. – 357с.
4. Analog Devices. Low Noise, High Throughput 24-Bit Sigma-Delta ADC [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/AD7731.pdf, свободный
5. Atmel. ATmega128A Rev.8151H-AVR-02/11 [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.atmel.com/images/doc8151.pdf>, свободный

В.С. Солопов, аспирант кафедры МАПП, v.solopov@akkon.ru, тел.: +79133604725; к.т.н. А.П. Борисов, доцент каф. ВСИБ, boralp@mail.ru – АлтГТУ, кафедра ВСИБ

УДК: 621.3.089.68

ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В.В. Редько, Л.А. Редько, Н.С. Старикова

В статье описана возможность повышения информативности электроискрового контроля изоляции кабельных изделий за счет контроля ее электрической емкости и диэлектрических потерь

Ключевые слова: изоляция кабельных изделий, контроль, дефекты.

Постановка задачи

Электроискровой метод контроля изоляции кабельных изделий используют непосредственно во время производства на экструзионной линии, поэтому для оперативного устранения вызывающих брак причин необходимо обеспечить чувствительность к разным типам дефектов [1].

Геометрия, строение и состав полимера изоляции влияют на его электрические характеристики, и это является основой метода контроля. Поэтому возникает необходимость определения четких границ возможностей

определения разных видов дефектов этим методом. Форма, частота, амплитуда и длительность прикладываемого к поверхности изделия напряжения оказывают решающее действие на обнаружение тех или иных дефектов.

Основной вид дефекта, который обнаруживается в классическом варианте электроискрового дефектоскопа – сквозной дефект, приводящий к возникновению электрического пробоя изоляции. Однако, включение в электроискровой дефектоскоп дополнительных блоков для контроля характеризующих ка-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2013