

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА ЛАБОРАТОРНЫМ МАЯТНИКОВЫМ ДЕФОРМАТОРОМ

А. П. Борисов, А. К. Жангазин

В данной работе рассмотрена инновационная установка для измельчения зерна, ее принцип функционирования, система управления и мониторинга. Предлагается организовать автоматизированное управление установкой с целью замены ручного труда, точного поддержания заданных параметров работы, предотвращения аварий, увеличения срока службы оборудования, повышения культуры производства. Система автоматизированного мониторинга необходима для более детального изучения процесса измельчения: характеристик энергетических затрат, кинематических параметров установки, а также контроля за функционированием установки.

**Ключевые слова:** измельчитель зерна, помол, маятниковый деформатор, автоматизация, мониторинг, контроль, измерение, измельчитель.

### Введение

Современные схемы технологических процессов помола зерна состоят из большого числа последовательных систем, требующих тонкой настройки процесса и затрат энергии на каждом этапе. Поэтому остаются актуальными задачи совершенствования существующих и поиска новых технологических схем переработки зерна. Зерно является дорогим сырьем, поэтому важно использовать его с наивысшей эффективностью, то есть обеспечить максимальный выход готовой продукции, с наилучшим качеством, при минимальных удельных эксплуатационных затратах. Перед мукомолами стоит задача: сделать реальный процесс получения муки близким к идеальному.

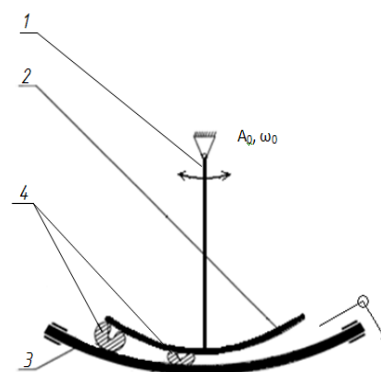
Потенциальные технологические ресурсы типичного зерна весьма велики. Оно содержит от 78% до 84% эндосперма с зольностью 0,35 – 0,55%. Это значит, что при полном использовании зерна можно было бы выработать до 84% муки высоких сортов. Однако при достигнутом в последние годы общем выходе сортовой муки 78% и действующих нормах качества еще имеется разрыв между потенциальными возможностями и фактическим использованием зерна, свидетельствующим о наличии резервов в мукомольной промышленности.

Основным оборудованием зерноперерабатывающих предприятий для измельчения зернового сырья в муку являются вальцовые станки, рабочим органом которых является пара валков, расположенных параллельно друг другу и вращающихся в противоположные стороны с разными скоростями. Недо-

статком этих машин является высокие энергозатраты, переизмельчение зерна и чрезмерный нагрев продукта, что ведет к ухудшению качества вырабатываемой муки.

### Предлагаемое решение

После анализа недостатков вальцевых и вальцедековых станков, на кафедре МАПП ФГБОУ ВПО «АлтГТУ им. И. И. Ползунова» был разработан лабораторный маятниковый деформатор зерна. Схема установки представлена на рисунке 1 [2].



1 – маятник; 2 – криволинейная поверхность; 3 – опорная поверхность; 4 – зерновой материал;  $\rightarrow$  – измельченное зерно.

Рисунок 1 – Функциональная схема установки маятникового типа для измельчения зерна

маятниковый деформатор содержит опорную поверхность 3, на которой располагается зерновой материал 4, и закрепленная на маятнике 1 криволинейная поверхность 2. Маятник 1 колеблется с амплитудно-частотной характеристикой  $A_0, \omega_0$ . Между опорной поверхностью 3 и криволинейной

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ЗЕРНА ЛАБОРАТОРНЫМ МАЯТНИКОВЫМ ДЕФОРМАТОРОМ

поверхностью 2, имеющими определенную шероховатость, устанавливается необходимый зазор. Зерновой материал 4 подается на опорную поверхность 3, которая посредством пары винт-гайка перемещается непосредственно в зону измельчения. После захвата зернового материала для схемы, показанной на рисунке 1, начинается процесс упругой и пластической деформаций. Когда достигается предел прочности оболочки, она раскрывается.

Такое разрушение должно происходить по самому ослабленному месту оболочки – бороздке. Очевидно, что такой процесс несравним с резанием зерновки, как это происходит на первых драных системах, использующих рифленые валки. По ходу движения криволинейной поверхности 2 вправо или влево зерновой материал поступает на опорную поверхность 3 и измельченные продукты выводятся соответственно справа или слева.

### Автоматизация установки

Основной целью автоматизации маятникового деформатора [3,4] является автоматическое управление колебательным процессом, процессом подачи зернового материала в зону размола, мгновенное определение энергозатрат на измельчение, кинематических и динамических параметров установки, а также контроль за нормальной работой установки. Таким образом, в первую очередь необходимо решить задачу управления подвижными частями деформатора, непосредственно маятником 1, а также опорной поверхностью 3 (рисунок 1).

На рисунке 2 представлен один из способов реализации автоматизированной системы. Схема предусматривает программно-аппаратную реализацию:

- управления движением маятника, с контролем угла отклонения, при помощи электрических магнитов тянущего типа 8;
- управления движением опорной поверхностью с регулированием скорости и направления (для перемещения зерна в зону размола) при помощи электрического асинхронного двигателя 5 [1,5];
- взаимодействия с промышленным датчиком углового перемещения (энкодером) 2;
- светодиодной индикации результатов при помощи четырехразрядного семисегментного индикатора 4;
- взаимодействия с ПК 1.

При подаче напряжения и по нажатию кнопки «Пуск» 3 (рисунок 2) пара электрических магнитов 8, размещённых по обеим сторонам от маятника в плоскости его колеба-

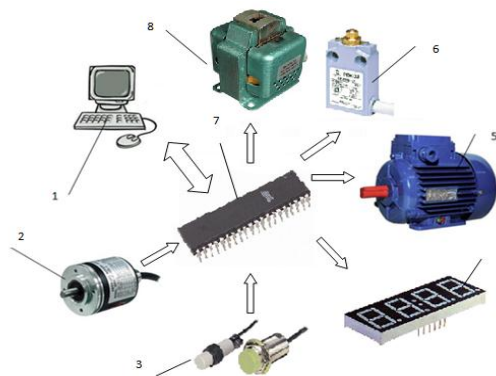


Рисунок 2 – Функциональная схема системы автоматизации маятникового деформатора: 1 – персональный компьютер (ПК); 2 – промышленный энкодер; 3 – кнопки переключения; 4 – светодиодный индикатор; 5 – трёхфазный асинхронный электродвигатель; 6 – концевой выключатель; 7 – микроконтроллер; 8 – электромагнит.

ний, периодическим включением / выключением вынуждают маятник выйти из точки покоя и притянуться к одному из электромагнитов. При этом электромагнит удерживается во включённом состоянии. Зерновой материал укладывается на опорную поверхность, предварительно автоматически выдвинутую из точки измельчения. Далее с помощью электрического двигателя 5, вращающего вал, на котором размещена опорная поверхность, по нажатию кнопки «Начать движение» начинается движение в точку размола (с возможностью регулирования скорости вращения электродвигателя соответствующими кнопками «+» и «-» и светодиодной индикацией скорости вращения в об/мин). Сигнал от концевой выключателя 6, размещённого в зоне измельчения, при контакте с опорной поверхностью прекращает дальнейшее движение. Происходит выключение электромагнита, отпускание маятника и размол зерновки. В это же время происходит включение противоположного электромагнита, и маятник, совершив работу по измельчению, притягивается к нему. Угол отклонения маятника регистрируется энкодером 2 и используется в дальнейшем для вычислений и систематизации параметров измельчения на ПК 1 в специально разработанной программе. Далее происходит вывод опорной поверхности из зоны размола в точку загрузки, и движение в обратную сторону прерывается по срабатыванию концевой выключателя в точке загрузки. По нажатию кнопки «Стоп» вся система выключается. По нажатию кнопки «Реверс»

происходит экстренный возврат опорной поверхности в точку загрузки.

Рассмотренный алгоритм служит для исследования процесса измельчения. Впоследствии, исходя из накопленных практическим путём данных, алгоритм будет корректироваться с учётом вида и размеров злаков.

В качестве управляющего элемента автоматизированной установки используется микроконтроллер (МК) 7. Питание МК обеспечивается по шине USB. Взаимодействие с ПК осуществляется по интерфейсу RS-232, причём существует возможность управления установкой при помощи программного интерфейса на стороне ПК, дублирующего аппаратные органы управления (кнопки). Питание электродвигателя и электромагнитов происходит от бытовой сети 220 В. Управление этими элементами осуществляется при помощи так называемого транзисторного «драйвера» на полевых транзисторах. Регулирование скорости движения опорной поверхности (то есть скорости вращения электродвигателя) обеспечивается наличием механизма широтно-импульсной модуляции, встроенного в микроконтроллер.

### Вывод

В результате исследования методов и устройств в области зернопереработки разработана автоматизированная система управления и мониторинга процесса измельчения зерна лабораторным маятниковым деформатором, программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий стабильную работу установки в целом с минимизированным вмешательством человека. В дальнейшем

УДК 004.78

планируется на основе собранных с его помощью данных осуществить по необходимости доработку деформатора, внести изменения в конструкцию и наладить выпуск полномасштабных установок с внедрением на рынок зернопереработки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Злочевский, В. Л. Методика расчёта и выбора электродвигателя для привода маятникового мельницы [Текст] / В. Л. Злочевский, М. И. Стальная, А. М. Головачёв, А. П. Борисов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул.-№7 (57).-2009. –с.54-57
2. Злочевский, В. Л. Совершенствование технологии и техники размола зерна [Текст] / В. Л. Злочевский // Хранение и переработка сельхозсырья.-2009.-№2.-С.28-32
3. Борисов, А. П. Разработка автоматизированной системы управления процессом разрушения зернового материала [Текст] / А. П. Борисов // Ползуновский альманах.-2009.
4. Злочевский, В. Л. Автоматизированная система управления процессом разрушения зернового материала [Текст] / В. Л. Злочевский, А. П. Борисов // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств, 2009
5. Злочевский, В. Л. Пути снижения энергозатрат при производстве муки [Текст] / В. Л. Злочевский, В. Г. Плотников // Вестник Алтайского научного центра Сибирской академии

к.т.н., доц. **А.П. Борисов** – alexb84@mail.ru;  
студент **А. К. Жангазин** – virtbox07@yandex.ru;  
Алтайский Государственный технический университет, кафедра вычислительных систем и информационной безопасности, itmc@altgtu.secna.ru, (385-2)29-07-86

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАСЧЕТА РАБОТЫ, ЗАТРАЧЕННОЙ НА ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРНА ЛАБОРАТОРНЫМ МАЯТНИКОВЫМ ДЕФОРМАТОРОМ

А. П. Борисов, А. В. Пахоменко

В данной работе рассмотрена инновационная установка для измельчения зерна, проблемы и методы оценки геометрических характеристик зерна, а также варианты их решения. Предлагается разработать программу для вычисления работы измельчения маятникового деформатора через линейные размеры зерна. Программный комплекс для расчета работы измельчения необходим для более глубокого детального изучения процесса измельчения: характеристик энергетических затрат, повышения полезного выхода - а также оценки экономической эффективности.

**Ключевые слова:** деформатор зерна, помол, маятниковый деформатор, измерение.

### Введение

Основным оборудованием зерноперерабатывающих предприятий для измельчения

зернового сырья в муку являются вальцовые станки, рабочим органом которых является пара валков расположенных параллельно

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 3/2, 2012