

**Н.С. ПРЯДКО**, канд. техн. наук

(Украина, Днепропетровск, Институт технической механики НАНУ и ГКАУ),

**Ю.Г. СОБОЛЕВСКАЯ**, канд. техн. наук

(Украина, Львов, Львовский филиал ДНУЖТ),

**Н.А. НОВОДРАНОВА**

(Украина, Днепропетровск, Государственное ВУЗ "Национальный горный университет")

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДИСПЕРСНОСТИ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ПРОДУКТОВ СТРУЙНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ**

*Введение.* Установление оптимальных условий тонкого измельчения является актуальной задачей из-за значительной энергоемкости получения продуктов высокой дисперсности (фракции менее 63 мкм), с одной стороны, и необходимости исключения переизмельчения ценных минералов, с другой стороны. Проведенный анализ результатов акустического мониторинга струйного измельчения позволил разработать принципы оптимизации процесса с целью повышения производительности и снижения энергоемкости измельчения [1-2]. По акустическим сигналам в зоне измельчения можно определить режим, стадию измельчения, его оптимальность и прогнозировать производительность без остановки работы мельницы. Исследованиями установлено, что амплитуда сигналов зависит от крупности исходного материала, режима классификации (числа оборотов ротора классификатора) и дисперсности продукта. Однако на сигналы в зоне измельчения большое влияние оказывают частицы циркулирующей нагрузки, которые в основной массе крупнее готового продукта. Это усложняет контроль дисперсности измельченного материала [3-4]. Для расширения возможностей акустического мониторинга разработана система анализа акустических сигналов зоны за классификатором.

*Цель работы* – описание системы контроля качества продуктов струйного измельчения в зоне их транспортировки за классификатором.

Для оценки качества используется акустико-эмиссионный метод, основанный на регистрации и анализе параметров акустических сигналов в потоке готового продукта. В трубопроводе на пути движения готового измельченного продукта из классификатора в циклон установлен волновод, соединенный с датчиком, фиксирующий акустические сигналы.

Функционально система предназначена для контроля дисперсности продукта измельчения по величине амплитуды акустического сигнала, что позволяет своевременно зафиксировать наличие брака сразу после выхода измельчаемого материала из классификатора. Эксплуатационное назначение разработки заключается в возможности сохранения данных, что позволяет выполнить анализ не только текущих данных, но и данных предыдущих циклов измельчения.

На рис. 1 показана схема установки акустической системы в зоне контроля. Состав выполняемых системой функций следующий:

## Підготовчі процеси збагачення

- фиксация величины амплитуды акустического сигнала измельченного продукта в зоне за классификатором;
- графическое отображение текущего процесса измельчения с возможностью просмотра более детального графика за любой выбранный период времени;
- мгновенная выдача сообщения оператору в случае появления брака;
- хранение данных о процессе измельчения за полный цикл и за определенный период времени;
- возможность экспорта данных в редактор MS Excel.

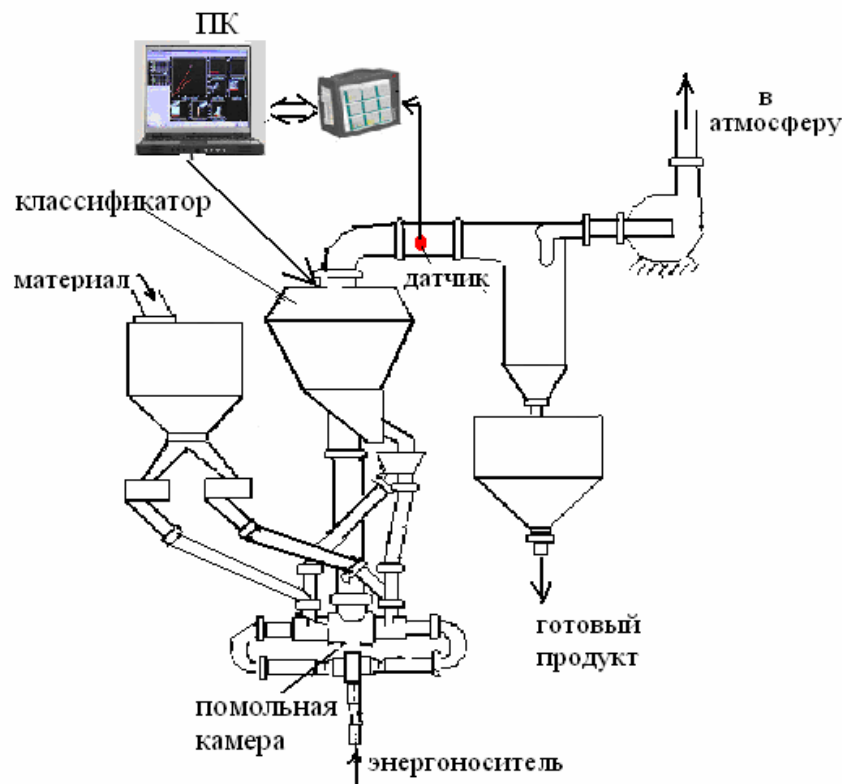


Рис. 1. Схема реализации акустического мониторинга дисперсности продукта измельчения

Разработанное программное обеспечение включает созданные справочники "Материалы", "Причины хранения", "Нормы", в которые вносятся данные, используемые при работе программы. Приложение также предоставляет пользователю возможность просмотра любого участка графика в заданном временном интервале как во время процесса помола материала, так и по его завершению, а также возможность удобного просмотра сохраненных данных и поиска по следующим критериям: дата измельчения, материал, причина хранения, материал + причина хранения (составной фильтр).

Для реализации сравнения текущих амплитуд сигналов с эталонными на первом этапе измельчения нового материала в базу данных заносится величина

## Підготовчі процеси збагачення

амплитуды сигнала, фиксируемая при выходе продукта требуемой дисперсности. В базу данных заносятся также данные о технологических режимах и свойствах измельчаемого материала. На рис. 2 показаны сигналы, записанные на выходе из классификатора при измельчении циркона в промышленных условиях.

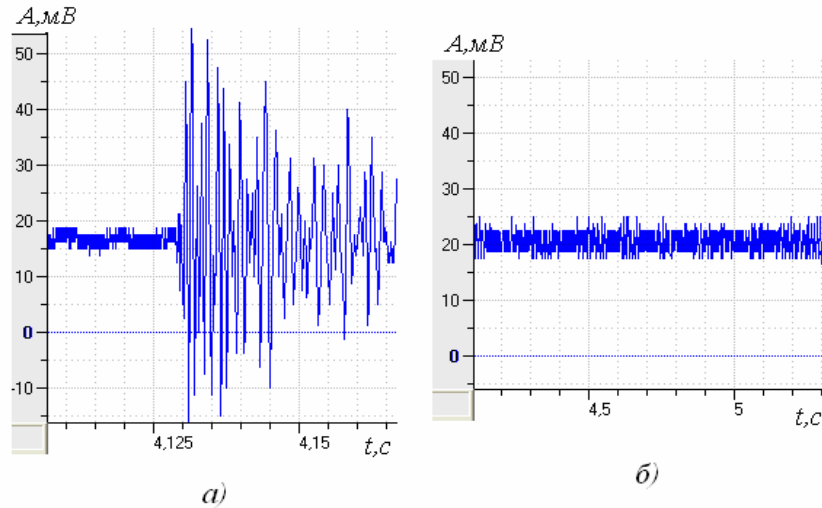


Рис. 2. Запись сигналов при выходе некондиционного продукта (а) и циркона требуемой (-63 мкм) дисперсности (б)

База данных оформлена как отдельно работающий модуль и постоянно пополняется.

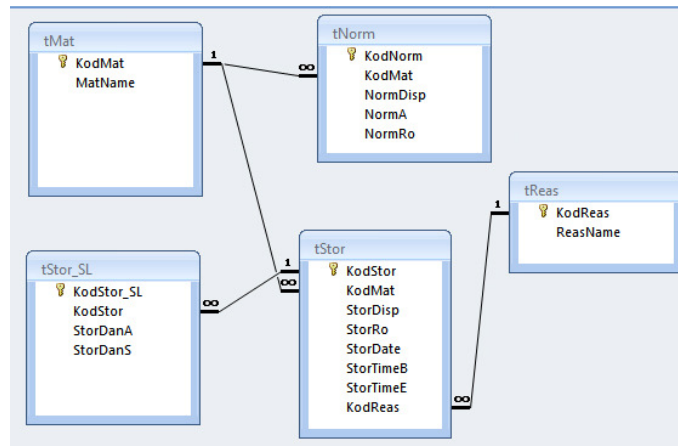


Рис. 3. Схема базы данных акустического мониторинга

Программа состоит из следующих модулей:

Pro\_ksm.pas - основной модуль программы.

Data\_m.pas – модуль, содержащий невидимые компоненты взаимодействия с базой данных.

ksm.pas – модуль, описывающий главное окно программы.

stor.pas – модуль, описывающий форму "Сохранение и экспорт данных".

## Підготовчі процеси збагачення

filter.pas – модуль, описуючий форму "Архив данных".

Работа с программой начинается с главного окна приложения. Данные не удаляются автоматически после закрытия приложения, поэтому, если после предыдущего цикла помолы данные не были удалены, то после запуска приложения пользователь увидит график, построенный предыдущим данным. В случае необходимости он имеет возможность сохранить данные, просмотреть заданные участки графика и выполнить экспорт.

Для запуска нового цикла необходимо вначале удалить имеющиеся данные, нажав на кнопку "Удалить текущие данные" либо, выбрав соответствующий пункт в меню *Обработка данных*.

После этого нужно выбрать материал, дисперсность и заполнить поле *Число оборотов*. Поле *Норма АС* заполнится автоматически в соответствии с выбранным материалом и дисперсностью данными из справочника "Нормы". Для запуска процесса нужно нажать кнопку "Старт". В процессе построения графика по текущим данным, поступающим с АЦП пользователь может просматривать любые участки графика, задав значения времени в соответствующих полях в разделе *Просмотр графика за выбранный период времени*. При изменении дисперсности продукта, т.е. нарушении его качества программа зафиксирует большое количество сигналов, амплитуды которых значительно превышают норму. В этом случае пользователю выдается сообщение и в верхней части главного окна приложения появляется надпись и мигающая пиктограмма ярко желтого цвета с восклицательным знаком (рис. 4). Оператору следует остановить запись сигналов и отрегулировать режим классификации.

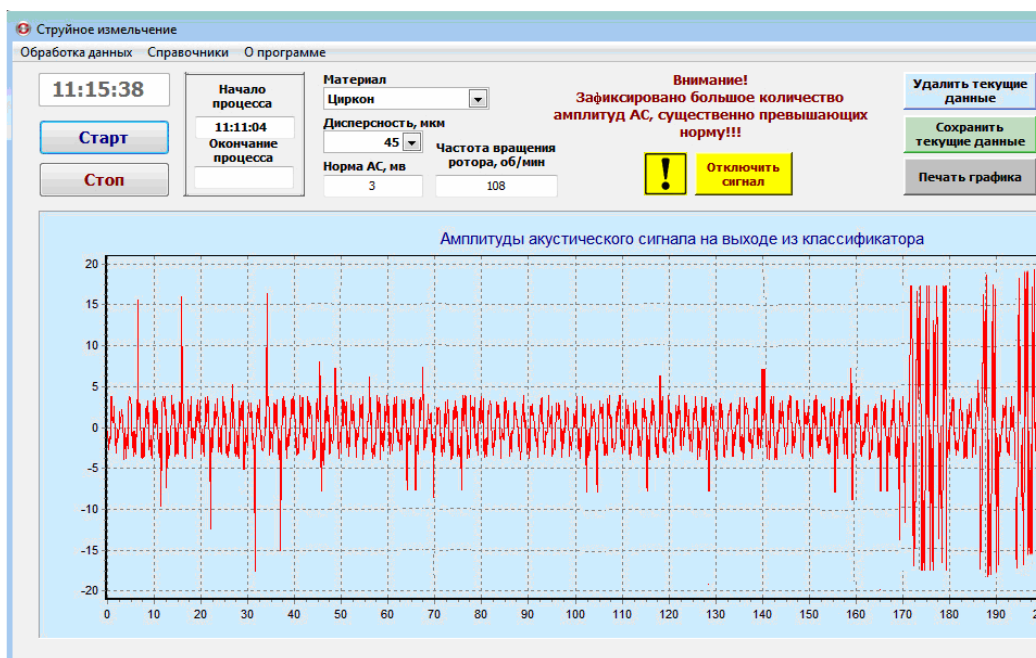


Рис. 4. Главное окно программы. Сигналы, оповещающие пользователя о возникновении критической ситуации

Для остановки процесса записи амплитуд сигналов необходимо нажать

**Збагачення корисних копалин, 2013. – Вип. 55(96)**

кнопку "Стоп". Поля *Начало процесса* и *Окончание процесса* заполняются текущим временем при нажатии на кнопки "Старт" и "Стоп" соответственно.

Программный комплекс предоставляет возможность сохранить все данные текущего цикла помола, либо часть данных, соответствующих заданному временному интервалу, а также произвести экспорт данных в MS Excel. Для сохранения данных обязательно должна быть указана причина, которая выбирается из списка *Причина хранения данных*. Все сохраненные данные можно просмотреть.

Форма "Архив данных" содержит список всех сохраненных циклов помола в порядке убывания даты, и поля для поиска данных. Поиск может быть выполнен не только по одному выбранному критерию, но также одновременно по полям *Материал* и *Причина*. Для сброса всех фильтров и возврату к первоначальному списку служит кнопка "Сброс фильтров".

Для просмотра сохраненных данных (значения амплитуд и время) нужно поставить курсор на запись, по которой пользователь хочет просмотреть данные и нажать кнопку "Просмотр данных" либо выполнить двойной щелчок мышью на этой записи. В открывшейся форме "Фильтр-данные" будут отображены все сохраненные данные.

Программное обеспечение было разработано в среде Embarcadero Delphi 2010 с использованием СУБД Borland InterBase 7.5.1. и является полностью готовым к использованию программным продуктом.

*Выводы.* Разработанный программный комплекс дает возможность установить и контролировать дисперсность продукта тонкого измельчения. Использование результатов акустического мониторинга позволяет практически мгновенно определить появление нарушения качества продукта измельчения непосредственно в зоне выхода из классификатора струйной мельницы.

### **Список литературы**

1. Упрочнение строительных материалов при обработке в струях / Л.Ж. Горобец, В.В. Коваленко, Н.С. Прядко и др. // Сб. науч. тр. ПолНТУ. – 2009. – Вып. 3(25). – С. 59-66.
2. Выбор критической плотности энергии при тонком измельчении / П.И. Пилов, Л.Ж. Горобец, В.Н. Бовенко и др. // Обогащение руд. – 2007. – № 5. – С. 120-123.
3. Информационная технология получения тонкодисперсных материалов струйным измельчением / Н.С. Прядко, Т.М. Буланая, Л.Ж. Горобец и др. // Системные технологии: Региональный межвузовский сб. науч. тр. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 3(58). – С. 40-46.
4. Акустические и технологические характеристики процесса измельчения в струйной мельнице / П.И. Пилов, Л.Ж. Горобец, В.Н. Бовенко и др. // Известия вузов. Горный журнал. – 2009. – №4. – С. 117-121.
5. Патент № 104427 Спосіб моніторингу струминного подрібнення і газоструминний млин / П.І. Пілов, Л.Ж. Горобець, Н.С. Прядко // опубл. бюл. №3 від 10.02.2014, заявка № а 2010 16004 від 31.12.2010.

© Прядко Н.С., Соболевская Ю.Г., Новодранова Н.А., 2013

*Надійшла до редколегії 03.12.2013 р.  
Рекомендовано до публікації д.т.н. П.І. Піловим*