

Рис. 10. Вид графика после пересчета

Выводы и рекомендации. В результате обработки данных по каротажу скважин получаем содержание общего железа и железа связанного с магнетитом в сухих, обводненных или частично обводненных скважинах на жестких копиях либо таблицы в необходимом приложении для последующей обработки. При этом погрешность каротажа по общему железу составляет не более 2 %, а по железу связанного с магнетитом до 1 %.

Список литературы

1. А.А. Азарян. Ядерно-физический метод контроля качества минерального сырья», -К.: УкрННТН, -1990, -С. 4-15.

УДК 021.384.2:622

А.А. АЗАРЯН д-р техн. наук, проф., Г.Н. ЛИСОВОЙ ст. науч. сотр.
Д.Ю. МИРОШНИК инж., Криворожский технический университет

НЕПРЕРЫВНЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТОКОВ НА КОНВЕЙЕРЕ

Дискретное опробование руд черных металлов, экспрессными методами, не позволяет оперативно управлять качеством продукции при ее добыче и переработке так как существует большой временной интервал в получении достоверной информации. Непрерывный автоматический контроль позволяет, в реальном масштабе времени, осуществлять управление технологическими потоками минерального сырья.

Дискретні випробування руд чорних металів експресними методами, не дозволяє оперативно управляти якістю продукції при її видобутку й переробці тому що мають великий часовий інтервал в одержанні достовірної інформації. Безперервний автоматичний контроль дозволяє, у реальному масштабі часу, здійснювати управління технологічними потоками мінеральної сировини.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Истощение минерально-сырьевой базы горно-обогатительных предприятий предъявляет серьезные требования к качеству добываемой продукции. Количество добываемого сырья в основном существенно ниже, чем у основных конкурентов, что накладывает дополнительные затраты на вовлечение в отработку более бедных руд.

Особенно остро стоит проблема с качеством руд подземной добычи Криворожского железорудного бассейна, которые в основном представлены гематит-мартиновыми разновидностями и окисленными кварцитами содержанием 42-48 % железа.

Анализ исследований и публикаций. Наиболее перспективными способами повышения бедных шахтных руд является сухая магнитная сепарация с применением магнитных систем на базе материала неодим-железо-бор. Наивысшая эффективность сухой магнитной сепарации будет достигаться при постоянном непрерывном контроле исходного материала и готовой продукции, что позволяет оперативно управлять технологическим процессом разделения.

Существующие методы экспрессного определения содержания полезного компонента (в наших условиях железа) в горной массе не отвечают требованиям оперативности (отбор и подготовка проб, энергозатраты и временной фактор). Наиболее перспективными являются ядерно-физические методы, из которых наиболее приемлем селективный гамма-гамма метод, который менее критичен при определении содержания железа к неподготовленной горной массе, движущейся на конвейерной ленте. Однако достоверность результатов контроля обусловлена факторами, влияющими на точность определения содержания железа в горной массе на конвейерной ленте, к которым относятся:

- неоднородность химического состава рудной массы, которая представлена, в основном, из окислов железа и кремния, а число других элементов составляет менее 2 %, поэтому исследуемую горную массу можно рассматривать как бинарную среду;

- изменение минералогического состава представлено различными соотношениями железа и кислорода в мартиновых рудах (Fe_2O_3), в которых наличие других окислов железа не превышает 1,5 %, поэтому можно считать, что минералогический состав квазистационарен и не влияет на точность определения его содержания;

- изменение плотности рудной массы на конвейере находится в диапазоне 2,4-3,0 г/см³ и определяется, в основном, в рудной массе за счет наличия железа. Наличие определенных условий измерения позволяет пренебречь насыпной плотностью и считать ее постоянной для данного класса горной массы;

- изменение гранулометрического состава рудной массы лежит в диапазоне 0-16 мм. Соотношение фракций в этом диапазоне крупности изменяется незначительно.

- изменение толщины слоя рудной массы на конвейерной ленте оказывает существенное влияние на точность измерения, которое зависит от величины воздушного зазора между рудной массой и узлом измерения. Устранение этой зависимости достигается за счет специальной конструкции узла измерения;

- изменение влажности горной массы в диапазоне от 1,5-5 % вносит существенную погрешность в точность измерения, которую весьма сложно решить конструктивными возможностями измерительного узла, поэтому данная погрешность устраняется за счет использования влагомеров а также калибровка устройства проводится на рудах естественной влажности которая присутствует в технологическом потоке.

Изложение материала и результаты. Исследования, проведенные в проблемной лаборатории Криворожского технического университета и ООО «Рудпромгеофизика», по установлению функциональных зависимостей между интенсивностью интегрального потока рассеянного гама-излучения от горной массы выявили ряд мешающих факторов, влияющих на точность измерений:

$$N = f(H, Q, \varphi, G, w, h),$$

где H – расстояние между узлом измерения и контролируемой горной массой, см;

Q – содержание общего железа в горной массе, г/см³;

φ – объемная плотность (объемный вес) горной массы г/см³;

G – гранулометрический состав (класс крупности), мм;

w – влажность горной массы, %;

h – высота слоя рудной массы на конвейере, см,

позволили установить следующее:

- определение функциональной зависимости интенсивности рассеянного гамма-излучения от содержания железа в горной массе проводилось на пробах с естественной влажностью и крупностью без предварительной подготовки. Это позволило допустить, что влажность и крупность контролируемой горной массы квазистационарны и ими можно пренебречь;

- объемная плотность (объемный вес) вычисляются при помощи конвейерных весов, и участвует в общем алгоритме вычисления массовой доли железа;

- погрешности определения железа за счет изменения величины воздушного зазора и высоты слоя горной массы устраняются за счет конструкции узла измерения.

Применение механических пробоотборников, в некоторой мере, снижает трудоемкость традиционных методов опробования минерального сырья, но не отвечает требованиям оперативности, что не позволяет быстро реагировать на изменения технологического процесса. Даже применение ядерно-физических методов и средств дискретного контроля содержания железа в рудном потоке не снимает всей актуальности проблемы. Наиболее перспективным методом является непрерывный контроль содержания полезного компонента (железа) в технологических потоках (на конвейерной ленте) с

отображением информации в реальном масштабе времени и функцией управления технологическими потоками.

Исходя из вышеизложенного, была разработана, изготовлена и установлена многоканальная информационно-измерительная система непрерывного автоматического контроля качества общего железа НАКС-ПКМ на ДСФ ш.Юбилейная ПАО «Суха Балка», которая позволяет контролировать массовую долю железа общего движущегося на конвейерах. Исходя из требований технологии, выбран селективный гамма-гамма метод, как наиболее универсальный, который позволяет осуществлять непрерывный и неразрушающий контроль в автоматическом режиме.

Учитывая, что контролируемая рудная масса является переменной величиной, предусматривается контроль массы (расхода) на уровне первичного измерения и работающий в непрерывном режиме.

На рис. 1 представлена функциональная схема НАКС-ПКМ в одноканальном варианте и включает:

УСПИ – узел стабилизации параметров измерения;

УСВЗ – узел стабилизации воздушного зазора;

УДГ – интеллектуальный датчик регистрации гамма-излучения;

К – концентратор;

ДQ – датчик массы расхода рудного потока (конвейерные весы);

ДРК – датчик режима работы конвейера;

И – интерфейс RS-485;

ЛС – линия связи;

ДП – диспетчерский пункт (персональный компьютер).

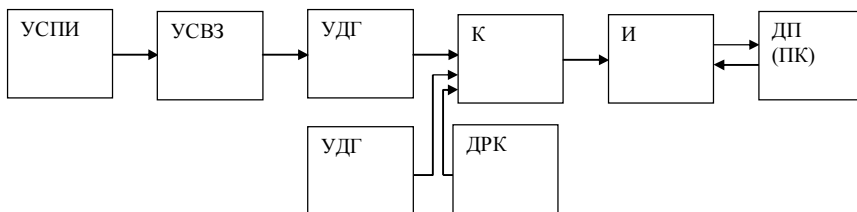


Рис. 1. Функциональная схема НАКС-ПКМ

Одним из мешающих факторов влияющих на точность измерения является гранулометрический состав рудного потока, который колеблется от 0 до 16 мм, поэтому крайне необходимо установить взаимное расположение источника гамма-излучения, детектора и поверхностью рудной массы (геометрия измерения) таким образом, чтобы изменение гранулометрического состава и величины воздушного зазора оказывали наименьшее влияние. В результате исследований установлено, что наиболее приемлемыми геометрическими параметрами, для данного случая, является выбор центрально-смещенной геометрии (2).

На рис 2. представлена схема узла измерения интенсивности интегрального потока гамма-излучения, рассеянного рудной массой, где:

1. Кожух узла измерения;
2. Контейнер радиоактивного источника,
3. Радионуклид Am-241;
4. Коллимационный канал;
5. Сцинтилляционный детектор;

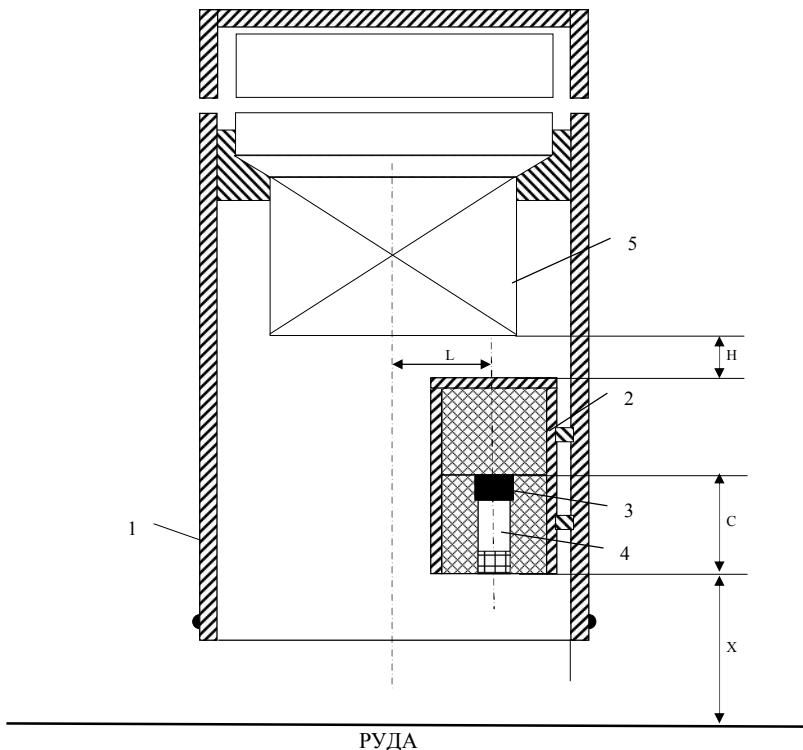


Рис. 2. Схема узла измерения

По результатам исследований (1) выбраны оптимальные геометрические параметры, наиболее удовлетворяющие перечисленным требованиям нечувствительности интегрального потока к изменениям гранулометрического состава и воздушного зазора, $H=120$ мм; $x=50$ мм; $L=40$ мм, при этом зона нечувствительности составляет ± 40 мм. Следующим параметром, который необходимо стабилизировать, является высота слоя руды на конвейерной ленте, которая в процессе работы колеблется в довольно широком диапазоне и оказывает существенное влияние на интенсивность интегрального потока гамма-излучения, что вносит существенную ошибку в результаты измерений. С этой целью разработан специальный узел стабилизации воздушного зазора (рис. 3.)

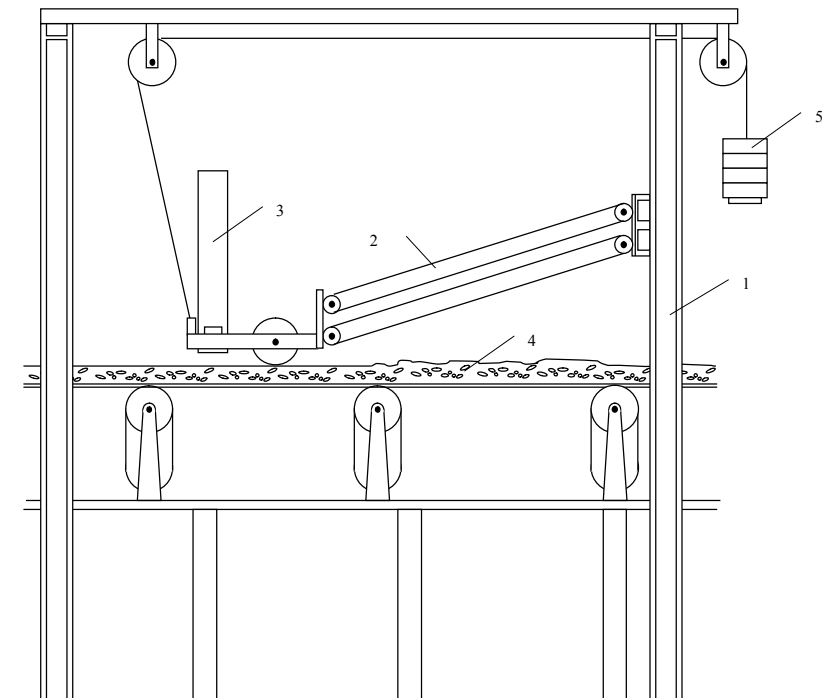


Рис. 3. Узел стабилизации воздушного зазора.

1 - стойки каркаса; 2 - узел стабилизации (пантограф); 3 - узел измерения; 4 - руда; 5 - контргруз

Узел стабилизации рудного потока (рис. 3) работает следующим образом. При движении ленты снимается «запрет» на работу системы НАКС-ПКМ, а при наличии материала на конвейерной ленте, включается интеллектуальный датчик и идет набор информации. Учитывая, что нагрузка на ленте изменяется в довольно широком пределе, то ролик отслеживает изменения рельефа рудной массы на конвейере и тем самым сохраняет постоянство воздушного зазора. Основным узлом системы НАКС-ПКМ является интеллектуальный датчик регистрации гамма-излучения.

Интеллектуальный датчик (рис. 4) состоит из сцинтилляционного блока NJ(Tl) диаметром $\varnothing 63 \times 63$ мм, фотоэлектронного умножителя ФЭУ-82, (ФЭУ), широкополосного усилителя SA205 с частотой до 250 МГц (ШУ), высоковольтного импульсного блока питания до 2000 В с обратной связью и регулировкой по заданному параметру Q опорного напряжения (ВСБП), порогового компаратора AD8561 для отсеки «шумов» ФЭУ (ОК), источника опорного напряжения и цифро-аналогового преобразователя (НОН и ЦАП), двоичного четырехразрядного счетчика 74PC4520(Сч), микроконтроллера Atmega8-16A1(МК), интерфейса RS-232.

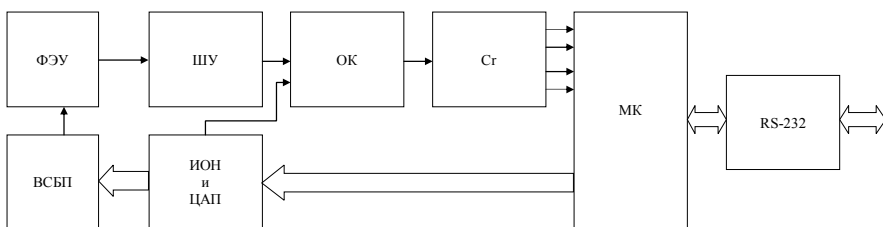


Рис. 4. Функциональная схема интеллектуального датчика регистрации гамма-излучения

Система непрерывного автоматического контроля НАКС-ПКМ, основанная на взаимодействии гамма-излучения с горной массой, позволяет отслеживать в реальном масштабе времени изменение качественно-количественных характеристик технологических потоков движущихся на конвейере. Анализ технологической переработки шахтных руд, на примере ш. Юбилейная, показывает что изменение содержания железа колеблется в диапазоне от 40 % до 66 % и по расходу горной массы от \ 0 до 600 кг/п.м. В этой связи, контроль массовой доли железа, в общей массе рудного потока, подвергающейся непрерывному контролю, необходимо учитывать изменение расхода при помощи конвейерных весов, а среднее содержание железа в общей массе вычислять как средневзвешенное с весовым коэффициентом, получаемым путем измерения горной массы, подвергающейся контролю содержания в полном цикле измерения.

Таким образом, НАКС-ПКМ позволяет получать и обрабатывать следующие виды информации:

- управление параметрами работы интеллектуального датчика непосредственно из диспетчерского пункта;
- текущее (мгновенное) содержание массовой доли железа за отработанный цикл с возможностью сглаживания;
- среднее содержание железа по общей контролируемой массе за любой заданный интервал времени или за весь период контроля;
- текущая (мгновенная) производительность конвейера;
- средняя производительность конвейера за любой заданный отрезок времени и за весь период контроля;
- объем общей контролируемой массы за интересующий период;
- объем полезного компонента за весь период или любой заданный период времени;
- время простоев системы;
- формирование баз данных, часовых, сменных, суточных, месячных, годовых.
- построение графического отображения текущей информации;
- хранение и обработка калибровочных, функциональных зависимостей и их модернизация.

Выводы. Принцип непрерывности контроля технологических потоков позволяет оперативно регулировать параметры технологических процессов на стадии добычи, и переработки руд. Применение систем непрерывного ав-

томатического контроля содержания полезного компонента (железа) без предварительного отбора и подготовки проб в технологических потоках в реальном масштабе времени позволяет создавать комплексные системы управления качеством продукции, как отдельных технологических процессов переработки минерального сырья, так и целых производств.

Список литературы

1. **А.А. Азарян.** Исследование и оптимизация параметров центрально-смещенной геометрии измерения интенсивности гамма-излучения. Сборник научных трудов «Качество минерального сырья» Кривой Рог. –2008 г., -224 с.
2. **А.А. Азарян.** Ядерно-физический метод контроля качества минерального сырья», -К.: УкрННТН, -1990, -С. 4-15.

УДК 658.562.64:622.3

А.А. АЗАРЯН, д-р техн. наук, Г.Н. ЛИСОВОЙ ст. науч. сотр.,
В.Е. ВАСИЛЕНКО ст. науч. сотр., Криворожский технический университет

АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА РАДИОМЕТРАМИ ПАКС

Проблема достоверности контроля минерального сырья, со сложным химическим составом при экспрессном опробовании, тесно связана с мешающими факторами, флуктуации которых необходимо компенсировать при помощи специальных методов и средств.

Проблема достовірності контролю мінеральної сировини, із складним хімічним складом при експресному опробуванні, тісно пов'язана з негативними факторами, флуктуації яких необхідно компенсувати за допомогою спеціальних методів і засобів.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Согласно паспортным данным, на рудничные радиометры ПАКС они обеспечивают точность определения содержания железа в пробах руды $\pm 2\%$ относительных. При этом оговаривается, что материал пробы должен иметь крупность -5 мм.

К сожалению пользователи, (службы ОТК горнодобывающих предприятий) не выполняя требований по крупности материала предъявляют претензии на достоверность результатов контроля и большие расхождения данных с результатами химического анализа.

Анализ исследований и публикаций. В данной работе на примере экспресс-анализа проб руды крупностью до $- 25...30$ мм показаны основные источники столь высоких расхождений. Для исследований были взяты 12 проб руды указанной выше крупности с содержанием железа в диапазоне $49...63\%$.

Изложение материала и результаты. Эксперимент сводился к измерению радиометром ПАКС-4 интенсивности рассеянного материалом проб излучения. Причем, использовали зонд БДНО-1, с 4-мя источниками излучения на основе америция-241, активностью по $1,85 \times 10^8$ Бк каждый, время экспо-