

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в горнодобывающей и горноперерабатывающей отрасли народного хозяйства для оперативного контроля содержания полезного компонента в горных выработках, массивах, дробленой и измельченной горной массе, а также для каротажа скважин и в службе технического контроля (ОТК).

Известно устройство автоматического контроля содержания полезного компонента в минеральном сырье (Ас. СССР №1774743А1), содержащее источник, приемник гамма-излучения, усилитель-нормализатор, таймер, счетчик импульсов, блоки ввода-вывода информации, датчик разновидности руд, оперативную и постоянную память, процессор и блок индикации.

В известном устройстве регистрируется интенсивность рассеянного гамма-излучения (РГИ). Оно отличается от подобных устройств тем, что позволяет селективно определить качество горных пород в различных разновидностях руд путем задания верхней и нижней границ интенсивности РГИ, непосредственной обработки результатов контроля содержания полезного компонента и выдачи его на блок индикации. Вместе с тем, известное устройство не обеспечивает каротаж скважин, что является важным компонентом оперативного геофизического контроля качества руд при добыче, без которого не может обходиться ни одно горнодобывающее производство.

Известно также устройство автоматического контроля содержания полезного компонента в минеральном сырье (Заявка №В4501660/2 - 2363, регистр. №94052399), содержащее источники гамма-излучения, размещенные в свинцовом контейнере с коллимационными отверстиями, приемники гамма-излучения (настенный и скважинный), выходы которых соединены через усилитель-нормализатор к одному входу счетчика импульсов, масштабный блок, блок датчика разновидностей руд, блок индикации, блок ввода, таймер, центральный процессор, оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), блок вывода, соединенные через шины управления (ШУ) шины данных и шины адресов.

Обогащение руд черных металлов (особенно железных) осуществляется в основном с использованием их магнитных свойств, например, магнитной восприимчивости. В связи с этим оперативный контроль содержания магнитного железа в ряде случаев становится определяющим.

Известное устройство не обеспечивает оперативный контроль содержания магнитного железа как в скважинах, так и во взорванной, дробленой и измельченной горной массе. Кроме того, за одну смену геофизик или же работник ОТК при помощи известного устройства может выполнить до 2000 замеров как интенсивности, так и содержания полезного компонента, которые по команде оператора затем записываются в память устройства. Очевидно, что для обработки результатов оперативного контроля содержания полезного компонента оператору приходится обращаться к ячейкам памяти посредством нажатия клавиши, что снижает оперативность процесса контроля и увеличивает вероятность погрешности.

Задачей изобретения является повышение

точности и расширение функциональных возможностей устройства путем обеспечения оперативного контроля содержания магнитного железа в горной массе и при каротаже скважин, а также автоматической передачи массива результатов контроля содержания полезного компонента в минеральном сырье на вход персонального компьютера.

Поставленная цель достигается тем, что известное устройство автоматического контроля содержания полезного компонента в минеральном сырье введены комбинированный каротажный зонд, датчик магнитного железа, блок выбора датчика, вход которого подсоединен к датчикам, один выход его подсоединен к усилителю-нормализатору, а другой выход - к второму входу блока ввода, интерфейс верхнего уровня, вход которого подсоединен к выходу блока вывода.

На чертеже (фиг.) приведена функциональная схема устройства.

Устройство содержит источники гамма-излучения 2, приемники гамма-излучения 3 (настенный зонд), датчик магнитного железа 4, комбинированный зонд 5 (скважинный снаряд), блок выбора датчика 6, усилитель-нормализатор 7, счетчик импульсов 8, блок индикации 9, блок ввода 10, таймер 11, блок вывода 12, процессор 13, оперативное запоминающее устройство 14 (ОЗУ), постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) 15, соединенные через шины управления (ШУ), шины данных (ШД) 17 и шины адресов (ША) 18, интерфейс 19. Пунктирной линией выделены блоки, входящие в состав однокристальной микроЭВМ.

Наличие блока выбора датчиков в предлагаемом устройстве обеспечивает передачу соответствующего кода в процессор устройства, что дает возможность автоматически выбрать нужный канал измерения.

В предлагаемом устройстве предусмотрены режимы измерения интенсивности (N), содержания полезного компонента (в том числе магнитного железа) (q) и автоматической записи результатов измерений в ячейки памяти. Кроме того, в зависимости от условий измерений оператор может установить режим "усреднения" результатов контроля.

Устройство работает следующим образом. После включения питания микроЭВМ проверяется интенсивность всех узлов устройства при помощи стандартных тестов.

При обнаружении неисправности на цифровом табло указывается узел, где обнаружена неисправность.

После прохождения тестов-программ устройство готово к градуировке.

Устанавливается режим измерения интенсивности рассеянного излучения (N) или же напряжения (U) для магнитного датчика 4. Поочередно облучают эталонные (стандартные) образцы, записывают в ОЗУ соответствующие значения содержания полезного компонента в минеральном сырье. После чего в микроЭВМ по заранее разработанной программе вычисляют аппроксимационные коэффициенты функции и автоматически записывают в ПЗУ 15 устройства.

Аналогично градуируют комбинированный скважинный зонд 5, позволяющий одновременно осуществить каротаж по магнитному и общему железу.

В зависимости от условий оперативного контроля содержания полезного компонента пользуются приемниками 3, 4, или же скважинным комбинированным зондом 5. Приемники 3, 4 используются при оперативном контроле качества руд черных металлов в естественных залегающих, массивах, выработках, забоях, взорванной, дробленой и измельченной горной массе. Датчик магнитного железа 4 применяется для определения массовой доли железа в горной массе. Комбинированный зонд 5 вместе с источником 2 применяется при каротаже эксплуатационных взрывных скважин, а также для разведочных и доразведочных работ. Приемник 3 с источником гамма-излучения 2 размещают в точке контроля содержания полезного компонента в минеральном сырье. В результате взаимодействия гамма-излучения с горной массой происходит обратное рассеяние, которое регистрируется приемником 3 и через блок выбора датчика 6 подается на вход усилителя-нормализатора 7, где принятый сигнал усиливается и ограничивается по амплитуде. Счетчик импульсов 8 регистрирует интенсивность рассеянного гамма-излучения за цикл измерения, который задается таймером. С выхода счетчика импульсов 8 интенсивность обратно рассеянного излучения в виде частоты импульсов подается через блок ввода данных 10 на вход процессора 13, где по наперед выбранной аппроксимационной функции вычисляется содержание полезного компонента в контролируемой точке горной массы.

С выхода процессора 13 содержание полезного компонента через шину данных 17 и блока вывода 12 подается на вход блока индикации 9 и в ОЗУ 14.

Аналогично выполняется контроль содержания магнитного железа. При этом выходной сигнал контролируемого содержания полезного компонента в виде напряжения подается через блок ввода 10 на вход процессора 13, где вычисляется соответствующее значение содержания полезного компонента.

С целью каротажа скважин зонд 5 вместе с источником 2 и магнитным датчиком перемещают по вертикали в скважине и через определенное расстояние (≈ 10 см) регистрируют интенсивность гамма-излучения и напряжение магнитного зонда.

Регистрируемые сигналы через блок ввода 10 и шину данных 17 поступают на вход процессора 13, где по заранее вычисленным аппроксимационным коэффициентам вычисляется содержание полезного компонента в разных точках скважины. С выхода процессора 13 содержание полезного компонента через блок вывода 12 и шину данных 17 подается на вход блока индикации 9 и на вход интерфейса 19.

Следует отметить, что существующие скважинные зонды лишены возможности одновременного контроля содержания общего и магнитного железа. В результате нераздельного каротажа скважин происходит смешение контрольных точек, что в конечном итоге приводит к засорению взорванной горной массы и потери руд. Наличие в предлагаемом устройстве комбинированного скважинного зонда обеспечивает с точностью до одного сантиметра сходимость точек контроля по магнитному и общему железу, что снижает потери и разубоживание руд и повышает точность контроля.

Кроме того, комбинированный скважинный зонд в предлагаемом устройстве повышает производительность труда при каротаже скважин более чем в 2 раза.

Рассмотрим конкретный пример реализации предлагаемого устройства.

Источник гамма-излучения 2 кобальт-57 (^{57}Co), активностью 10 мК помещен в свинцовый контейнер и расположен внутри зонда таким образом, чтобы обеспечить облучение стенок скважины под углом 2π . В качестве приемника излучения применяется серийно выпускаемый детектор радиометра СРП-88Н. Скважинный зонд позволяет проводить каротаж эксплуатационных, взрывных, геологоразведочных и др. скважин глубиной до 300 метров.

Магнитный датчик выполнен в виде индуктивной катушки, которая реагирует на изменение магнитной восприимчивости контролируемых руд.

Комбинированный скважинный зонд 5 состоит из двух частей. В качестве датчика гамма-гамма каротажа (ГГК) применяется каротажный зонд радиометра СРП-88Н-01, а датчик магнитного железа выполнен в виде индуктивной катушки, обеспечивающей глубину информационного слоя до 20 см.

Блок выбора датчика 6 представляет собой стандартный разъем типа РСГ10ТВ, на выходе которого в зависимости от типа датчика формируется двоичный код, например, 01, 10, 11. По этим кодам в процессоре автоматически подключается частотный канал для датчиков гамма-излучения, или же канал аналогового сигнала для магнитных датчиков.

Усилитель-нормализатор 7 может быть выполнен на базе операционных усилителей, или же на базе полевых транзисторов (например, КТ107Ж).

В качестве однокристалльной микроЭВМ целесообразно использовать 87С196КВ фирмы Intel, в состав которой входят: блоки ввода-вывода, счетчик импульсов, таймер, постоянное и оперативное запоминающее устройство (ПЗУ) и процессор, соединенные через шину управления, шину данных и шину адресов.

Блок индикации 9 собран на базе жидкокристаллического дисплея типа НДМ-16216 В-000, состоящего из двух строк по 16 знакомест в каждой.

Интерфейс 19 может быть собран на базе микросхемы МАХ233 или же АДМ232.

Оперативная память (ОЗУ) собрана на базе микросхемы 5164S/Lc объемом памяти 8 Кбайт.

В отличие от известного предлагаемое устройство не требует составления паспортов месторождения по предварительно набранному пробам, что исключает большой объем рутинной работы.

Достаточно вводить в память устройства содержание полезного компонента стандартных образцов и соответствующие значения интенсивности рассеянного гамма-излучения. Затем в микроЭВМ вычисляются аппроксимационные коэффициенты и автоматически записываются в память устройства. После этого устройство готово к работе.

Ниже приведены результаты испытаний предлагаемого устройства в условиях отраслевой лаборатории оперативного контроля и управления

качеством минерального сырья и в условиях шахт Кривбасса.

Из таблицы видно, что предлагаемое устройство пригодно для оперативного контроля качества горных пород во всех технологических потоках, что подтверждает поставленную цель - расширение функциональных возможностей устройства и повышение точности,

Применение комбинированного скважинного зонда и магнитного датчика дает возможность: оконтуривать месторождение полезных ископаемых, осуществлять подсчет запасов руд, реализовать селективную выемку и т.д. При этом количество отсеченной пустой породы в сырой руде уменьшается до 18 - 20%. С учетом транспортных затрат на перевозку пустых пород на обогатительные фабрики, дробления, затраты электроэнергии, износа мельниц и образование избыточного доменного шлака, себестоимость одной тонны товарной руды, при отсутствии оперативного контроля увеличивается более 60%.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет:

повысить точность контроля;

осуществить отдельный по разновидностям руд автоматический контроль качества минерального сырья в естественном залегании во взорванной, дробленной и измельченной горной массе и в рудах со сложной структурой-текстурой;

оконтуривать месторождения полезных ископаемых;

осуществить селективную выемку горных пород, что снижает разубоживание и потери рудных кусков;

снизить себестоимость товарной руды;

повысить производительность труда более чем в 2 раза.

Для оценки экономической эффективности предлагаемого устройства за базу для сравнения принят прототип.

Расчет экономической эффективности выполняется по формуле

$$\mathcal{E} = [(C_1 - C_2) - E_n \cdot K_{\text{доп}}] \cdot A,$$

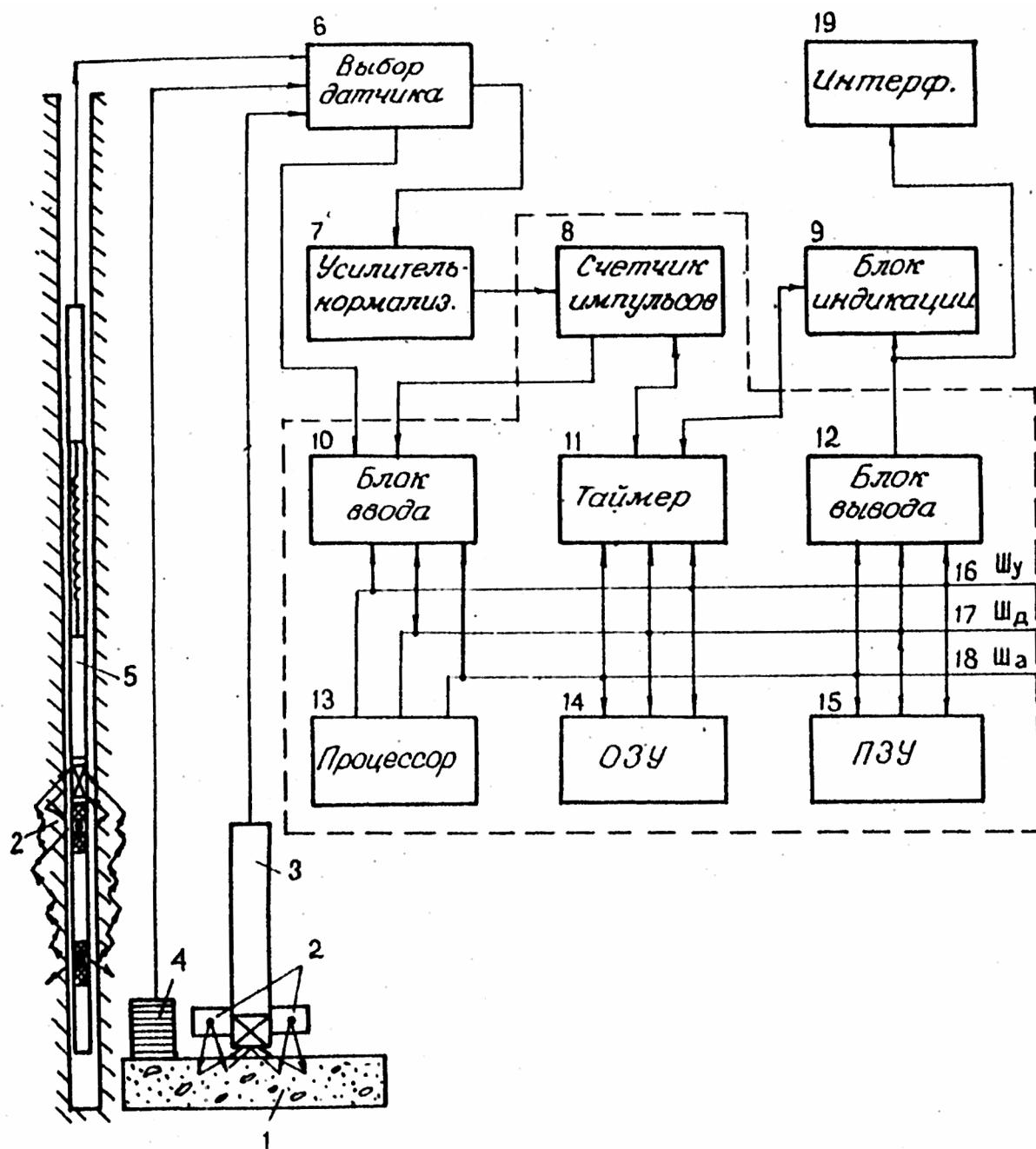
где $C_{1,2}$ - себестоимость оперативного анализа одной пробы до и после внедрения устройства, крб;

A - объем продукции по новому варианту, тыс. тонн в год;

E_n - нормативный коэффициент (0,15);

$K_{\text{доп}}$ - дополнительные расходы, крб.

| Поглотитель Тип датчика | Содержание общего и магнитного | | | | | | |
|----------------------------|--------------------------------|----------------|------------------------|--------|--------------|------------------|--------|
| | Станд. образ. | Показ. прибора | Естественное залегание | | Показ. приб. | Взорванная масса | |
| | Feобщ | Feобщ | Feобщ | Feмагн | Feобщ | Feобщ | Feмагн |
| Настенный зонд | 5,0 | 4,95 | 39,0 | | 38,7 | 26,4 | |
| | 10,0 | 9,91 | 41,6 | | 41,5 | 30,1 | |
| | 16,0 | 16,1 | 48,0 | | 47,9 | 36,4 | |
| | 24,4 | 24,56 | 50,7 | | 50,5 | 43,7 | |
| | 32,0 | 32,24 | 51,3 | | 51,0 | 49,3 | |
| | 40,0 | 40,15 | 55,0 | | 54,9 | 50,3 | |
| Магнитный зонд | 46,0 | 46,17 | 60,2 | | 60,6 | 55,2 | |
| | | | | 17,1 | 16,4 | | 10,1 |
| | | | | 19,4 | 19,6 | | 17,0 |
| | | | | 22,6 | 22,9 | | 27,1 |
| | | | | 28,3 | 29,0 | | 33,5 |
| | | | | 31,0 | 31,4 | | 34,5 |
| Комбинир. скважинный зонд | | | | 32,6 | 33,0 | | 35,0 |
| | | | | 40,5 | 41,2 | | 36,8 |



Фиг.