

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ СИМПОЗИУМ «УРАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ШКОЛА – РЕГИОНАМ»

21-28 апреля 2009 г.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 622.7:658.5

МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ МОКРОГО МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ ПО ТИПУ РУДЫ, ПОДАВАЕМОЙ НА ОБОГАЩЕНИЕ

СИЛАЧЕВ В. В., ЛЕОНОВ Р. Е.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Как показывает опыт, наиболее эффективным является управление головным агрегатом – мельницей (обычно стержневой), работающей в открытом цикле.

Существующие автоматические системы регулирования (АСР) стабилизируют отдельные технологические параметры, такие как плотность пульпы в магнитных сепараторах, уровень в зумпфах гидроциклонов, грансостав в сливе гидроциклонов.

Предполагается, что все эти АСР лишь исправляют неэффективность работы «головной» стержневой мельницы. Низкая эффективность работы головной мельницы вызвана тем, что на данный момент не существует средств эффективного контроля типа руды, поступающей на обогащение. Все это приводит к тому, что рудные зерна раскрываются недостаточно и, как следствие, ухудшается качество концентрата.

Ниже представлен предлагаемый нами метод повышения эффективности АСР процессом мокрого магнитного обогащения (ММО).

Предложенный метод основан на косвенном определении типа руды, под которым в данном случае понимается её измельчаемость, влияющая на раскрытие рудных зерен. Этот способ управления наиболее рационально использовать на ОФ, перерабатывающих руды разных типов.

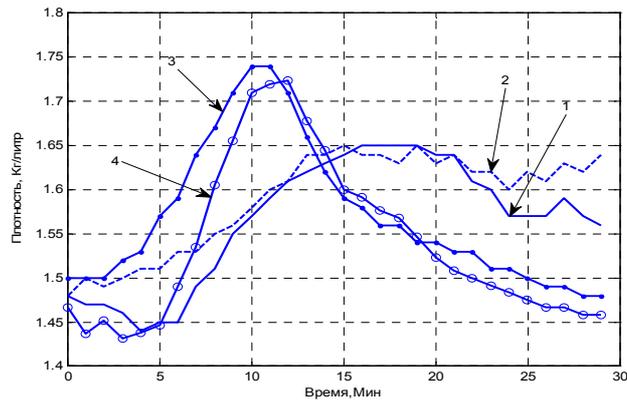
«Тип руды», упомянутый выше, определяется трудностью раскрытия рудных зерен.

Предлагается способ управления, основанный на нанесении пробного воздействия в виде изменения расхода руды в мельницу и управлении мельницей на основе реакции на это воздействие.

Для подтверждения предложенного способа управления были использованы данные эксперимента.

В процессе этого эксперимента скачкообразно изменялся расход руды (породы и железомарганцевой руды). Новое значение расхода поддерживалось 5 минут в первой серии опытов и 10 – во второй. Регистрировалось изменение плотности пульпы, вызванное изменением количества мелких фракций. Результаты эксперимента были сглажены методом скользящего среднего по трем точкам. На рисунке для примера представлено изменение плотности пульпы для 5-минутных опытов.

Как видно из рисунка, характер переходных процессов для пустой породы и руды явно отличается. Скорость изменения плотности пульпы для породы намного выше, чем скорость изменения плотности для руды. Скорость изменения плотности пульпы в данном случае может выступать в роли показателя типа руды, подаваемой на обогащение.



Изменение плотности пульпы (импульс 5 мин.):

1 – руда, опыт 1; 2 – руда, опыт 2; 3 – порода, опыт 1; 4 – порода, опыт 2

Исходя из изложенного, можно предложить следующий алгоритм управления процессом помола:

1. Через определенный интервал времени t на небольшой промежуток времени Δt следует нанести пробное воздействие в виде скачкообразного изменения расхода руды. По истечении времени Δt расход руды следует вернуть в исходное состояние.

2. По истечении времени запаздывания τ , определяемому при предварительном анализе конкретной мельницы, зарегистрировать плотность пульпы ρ_1 .

3. Через интервал времени Δt_1 следует повторно замерить плотность пульпы ρ_2 и оценить скорость изменения плотности: $V = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\Delta t_1}$.

4. В зависимости от величины V определяется тип руды, для чего в результате предварительного анализа следует определить диапазон возможного изменения V (V_{\min} , V_{\max}). Сигнал, пропорциональный величине V , следует использовать как сигнал коррекции задания АСР расхода руды, подаваемой в мельницу. Пропорционально заданию по расходу руды следует скорректировать расход воды, выдерживая соотношение руда/вода, в соответствии с технологическим регламентом.

УДК 622.7:658.5

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗВУКОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ПОМОЛОМ РУДЫ

СИЛАЧЕВ В. В., ЛЕОНОВ Р. Е.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Управление заполнением мельницы является актуальной задачей. Если мельница работает с недогрузом, то её производительность частично не используется. Если же заполнение мельницы избыточно, то процесс помола неэффективен, в самом же крайнем случае мельница может быть остановлена из-за перегруза. И первое, и второе недопустимы.

Управление заполнением мельницы по косвенному признаку – издаваемому при работе шуму – достаточно широко распространенный метод. Представляется, что его эффективность можно повысить, проанализировав спектр издаваемого шума.

С целью выявления взаимосвязей между характерными гармониками и заполнением мельницы был проведен эксперимент. Насколько нам известно, гармонический анализ звука, издаваемого мельницей, ранее не производился.

Экспериментальные данные получены на мельнице института «Уралмеханобр» совместно с сотрудниками лаборатории обогащения руд черных металлов. Мельница работала в открытом цикле.

Характеристики оборудования: мельница шаровая 103-А-УС; объем – 60 л; масса шаров – 100 кг.

Измельчалась руда Гаринского месторождения с общим содержанием железа в руде 51 %. Крупность руды 6-0 мм.

Было проведено 10 экспериментов. Результаты представлены в таблице.

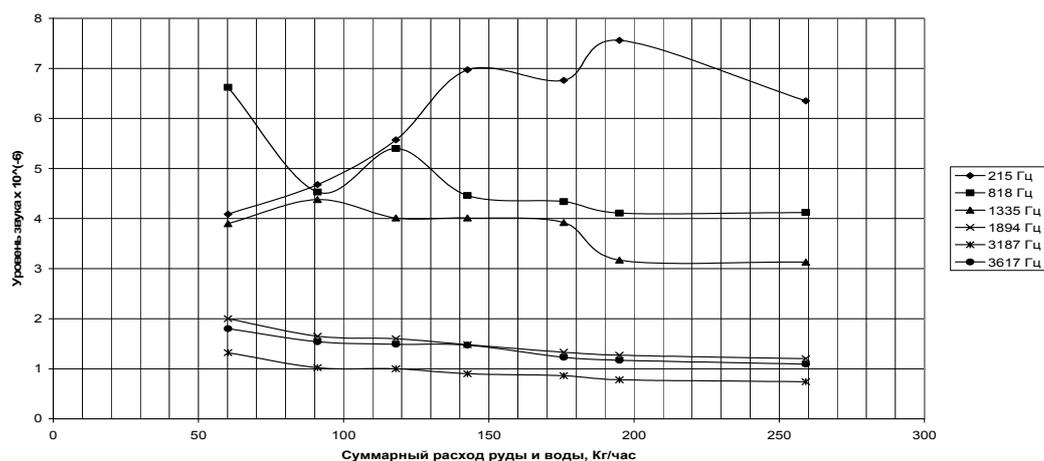
Результаты экспериментов

Номер опыта	Расход руды, кг/ч	Расход воды, кг/ч	Время записи звукового файла, с	Примечания
1	0	0	30	Только шаровая загрузка
2	0	27	30	Шары + вода
3	0	81	30	Шары + вода
4	35	25,2	60	Т:Ж=1,39
5	55	36	60	Т:Ж=1,53
6	70	48	60	Т:Ж=1,49
7	85	57,6	60	Т:Ж=1,48
8	105	70,8	60	Т:Ж=1,48
9	117	78	60	Т:Ж=1,5
10	156	103,2	60	Т:Ж=1,51

В опыте 1 в мельнице использована только шаровая загрузка, в опытах 2 и 3 – шаровая загрузка и вода. В остальных экспериментах увеличивался расход руды от 35 до 156 кг/ч. Одновременно для поддержания примерно постоянным соотношения Т:Ж=1,39-1,51 увеличивался и расход воды. После каждого изменения расхода руды было выдержано некоторое время для того, чтобы процесс установился. Для каждого опыта с помощью микрофона с полосой пропускания 0-16 кГц и ноутбука с программным обеспечением *NGWave* был записан звук, издаваемый мельницей при работе. Частота дискретизации 44100 Гц. Для первых трех опытов длительность записи составляла 30 с, для всех последующих – 60 с.

Полученные звуковые файлы были обработаны с помощью *GUI* оболочки *sptool* программного математического комплекса *Matlab*. Был произведен Фурье-анализ звуковых файлов, результаты которого представлены на рисунке.

Амплитуды максимумов гармоник



Зависимость спектральной плотности мощности звукового сигнала от суммарной загрузки мельницы

Как видно из рисунка, при изменении суммарной загрузки мельницы существенно изменяют свою амплитуду спектральной плотности мощности гармоника частоты 215 Гц и частоты 1335 Гц. Отклонение от общей тенденции в случае максимального расхода руды и воды, по-видимому, объясняется тем, что мельница работала в этом случае на грани перегруза.

Из результатов эксперимента после Фурье-анализа звука, издаваемого мельницей при работе, можно сделать вывод о возможности управления заполнением мельницы по отношению амплитуд низкочастотных (215 Гц) и высокочастотных составляющих (1335 Гц) шума мельницы, что может быть предложено в качестве повышения эффективности существующего метода управления заполнением мельницы по звуку. Это связано с тем, что при наличии мультипликативной помехи при измерении звука, в результате вычисления отношения амплитуд спектральной плотности мощности гармоник влияние помехи исключается.

УДК 658.012.011.56:658.512

АЛГОРИТМ СБОРА ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ ВИБРАЦИИ (ИВД) В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ГАЗОТСАСЫВАЮЩИХ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ УСТАНОВОК

МАТВЕЕВ В. В., ШНАЙДЕР И. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Для обеспечения эффективной и безопасной работы газоотсасывающих вентиляторных установок необходимо осуществлять вибрационный контроль подшипников вентиляторов*.

В данной работе рассмотрен алгоритм сбора данных с датчиков вибрации ИВД2, ИВД3, реализуемый в комплексе микропроцессорных модулей: основной вычислительный – *MCU-16-1*, интерфейсный – *RS2-4.5x* и индикации – *IND1-2*. Структурная схема комплекса представлена на рис. 1. Модуль одноплатного контроллера *MCU-16-1* представляет собой микропроцессорное устройство, в состав которого входит 16-битный микроконтроллер *PIC24FJ64GA004* с производительностью 16 *MIPS* (16 млн. операций в секунду), внешняя память *FRAM* (32 кБ) и *Flash* (2 Мб), а также интерфейсы *RS485* и *USB*, подключенные к *UART* микроконтроллера. Микропроцессорные модули *RS2-4.5x* и *IND1-2* служат для решения задач удаленного управления/обмена данными и отображения информации с помощью подключаемого ЖКИ соответственно.

Датчики вибрации представляют собой устройства, преобразующие параметры вибрации (ИВД2 – зазор, виброперемещение; ИВД3 – виброскорость по трем взаимно перпендикулярным осям) в унифицированный цифровой сигнал.

Значения измеренных параметров хранятся в определенных регистрах памяти датчика, в формате числа с плавающей точкой в соответствии со стандартом *IEEE754*. Для того чтобы получить результаты измерения, необходимо считать цифровой код и отобразить данные на дисплее в удобочитаемой форме. Алгоритм работы в виде программы записывается в энергонезависимую *FLASH* память модуля одноплатного контроллера *MCU-16*. Этот модуль обращается через интерфейс *I2C* к модулю *RS2-4.5x*, где в определенные ячейки *FRAM* памяти записывает телеграмму (запрос), содержащую информацию о запрашиваемых данных, которая транслируется в сеть *RS-485* модулем *RS2-4.5x*. Запрос состоит из адреса опрашиваемого устройства, команды, которую ему необходимо выполнить, адреса ячеек данных и кода *CRC*. Структура запроса представлена в общем виде на рис. 2. В ответ датчик вибрации ИВД формирует пакет, состоящий из 17 байт (адрес подчиненного, функция, счетчик байт данных, 12 байт данных по 2 двухбайтовых регистра на параметр, контрольная сумма). Структура ответного пакета в общем виде представлена на рис. 3.

* Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации наземных газоотсасывающих вентиляторных установок на угольных шахтах Кузбасса.

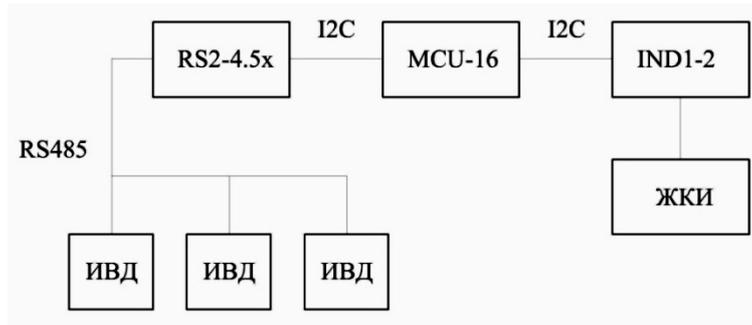


Рис. 1. Структурная схема комплекса

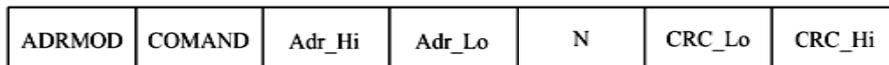


Рис. 2. Структура пакета запроса

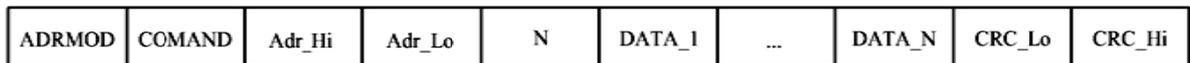


Рис. 3. Структура ответного пакета

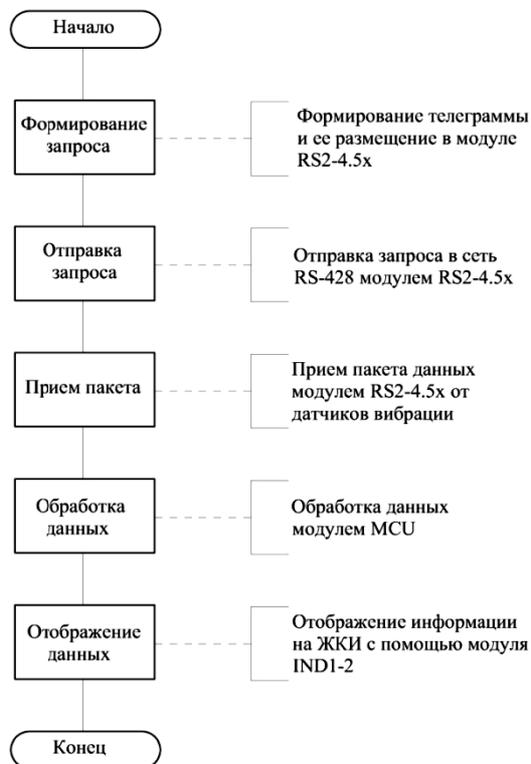


Рис. 4. Алгоритм работы системы при опросе датчиков ИВД

При обнаружении несоответствия параметров конкретной команды или при несуществующей команде датчик формирует квитанцию об ошибке: первый байт – свой адрес, второй – команда запроса с установленным в “1” старшим битом, третий – код ошибки, четвертый, пятый байты – код CRC16 – и отправляет ее модулю RS2-4.5x. Далее модуль MCU16 по I2C обращается к интерфейсному модулю RS2-4.5x и с определенных ячеек считывает коды данных, если они представляют собой квитанцию об ошибке – пакет не обрабатывается, если данные корректны - они размещаются в ячейках памяти, где производится перевод в десятичную форму. Алгоритм работы системы в виде условных графических обозначений представлен на рис. 4.

Далее полученные данные сохраняются в энергонезависимой памяти интерфейсного модуля RS2-4.5x, откуда могут быть считаны OPC сервером.

УДК 658.012.011.56:658.512

АНАЛИЗ ДЕГАЗАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ШАХТЫ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

МАТВЕЕВ В. В., АБДРАХМАНОВ М. И.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

С целью борьбы с метановыделением при добыче угля на шахтах применяют дегазационные системы. Они состоят из вакуум-насосной станции (далее ВНС), сети трубопроводов и дегазационных скважин.

Процесс извлечения метана осуществляется через дегазационную скважину, затем метановоздушная смесь транспортируется через сеть трубопроводов к ВНС.

На рис. 1 представлена скважина как объект управления.

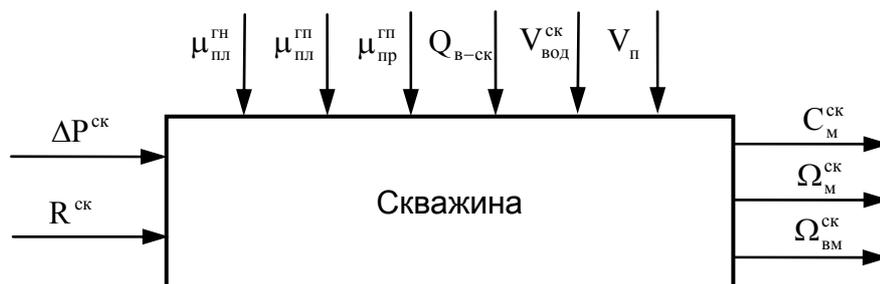


Рис. 1. Схема скважины как объекта управления

Входными управляющими величинами являются:

$\Delta P^{ск}$ – разрежение у устья скважины, Па;

$R^{ск}$ – сопротивление устья скважины, мин/м³.

К входным возмущающим воздействиям относят:

$Q_{в-ск}$ – величину подсосов воздуха в скважину, м³/мин.

В качестве помех рассматривают:

$\mu_{пл}^{гн}$ – газоносность дегазуемого угольного пласта, м³/т;

$\mu_{пл}^{гп}$ – газопроницаемость угольного пласта, м³/мин;

$\mu_{пр}^{гп}$ – газопроницаемость породы, м³/мин;

$V_{вод}^{ск}$ – водообильность скважины, м³/мин;

$V_{п}$ – твердую фракцию в составе газовой смеси, извлекаемой из скважины, м³.

Выходными управляемыми величинами работы скважины являются:

$C_M^{СК}$ – концентрация метана в смеси, извлекаемой из скважины, %;

$\Omega_M^{СК}$ – дебит метана из скважины, м³/мин;

$\Omega_{ВМ}^{СК}$ – расход метановоздушной смеси из скважины, м³/мин.

В качестве каналов управления извлечением метана из скважины можно рассмотреть:

– «Разрежение у устья скважины – концентрация метана в смеси, извлекаемой из скважины ($\Delta P^{СК} - C_M^{СК}$)»;

– «Разрежение у устья скважины – дебит метана из скважины ($\Delta P^{СК} - \Omega_M^{СК}$)».

В связи с тем что величины $\Delta P^{СК}$ и $R^{СК}$ связаны между собой ($\Delta P^{СК} = f(R^{СК})$), можно применить два канала управления: $R^{СК} - C_M^{СК}$; $R^{СК} - \Omega_M^{СК}$.

Вторым элементом является участок трубопроводной сети (рис. 2).

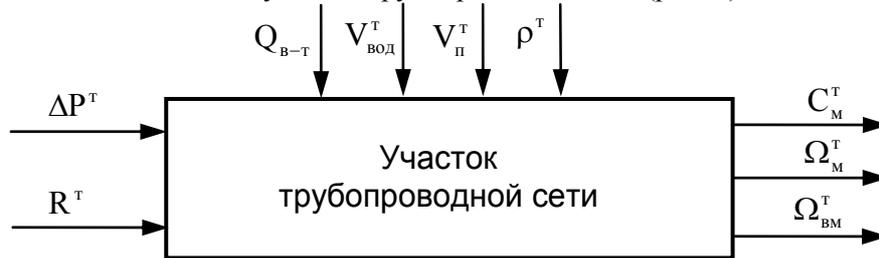


Рис. 2. Схема участка подземной трубопроводной сети как объекта управления

В качестве входных управляющих воздействий выделяют:

ΔP^T – разрежение на участке газопровода, Па;

R^T – сопротивление участка газопровода, мин/м³.

Входными возмущающими воздействиями являются:

$Q_{в-т}$ – величина подсосов воздуха на участке газопровода, м³/мин.

На участок трубопроводной сети действуют следующие помехи:

$V_{вод}^T$ – количество воды, проходящее на участке газопровода, м³/мин;

$V_{п}^T$ – количество твёрдой фракции в составе газовой смеси, проходящей на участке газопровода, м³;

ρ^T – изменение плотности метановоздушной смеси при ее движении по газопроводу, кг/м³.

К выходным управляемым величинам относят:

C_M^T – концентрацию метана в смеси на участке газопровода, %;

Ω_M^T – дебит метана на участке газопровода, м³/мин;

$\Omega_{ВМ}^T$ – расход метановоздушной смеси на участке газопровода, м³/мин.

В качестве каналов управления процессом транспортировки метановоздушной смеси на отдельных участках можно рассмотреть:

– «Разрежение на участке газопровода – концентрация метана в смеси на участке газопровода ($\Delta P^T - C_M^T$)»;

– «Разрежение на участке газопровода – дебит метана на участке газопровода ($\Delta P^T - \Omega_M^T$)».

Связь величин ΔP^T и R^T позволяет использовать следующие каналы управления: $R^T - C_M^T$; $P^T - \Omega_M^T$.

Основным технологическим оборудованием в дегазационной системе шахты являются вакуум-насосные станции (рис. 3).

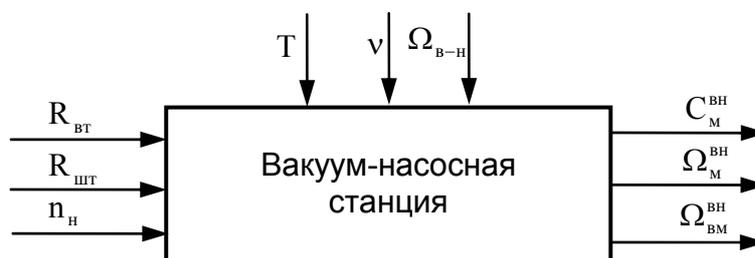


Рис. 3. Схема вакуум-насосной установки как объекта управления

Входными управляющими величинами являются:

$R_{вт}$ – сопротивление всасывающего трубопровода ВНС, мин/м³;

$R_{шт}$ – сопротивление шунтирующего трубопровода, мин/м³;

n_n – количество одновременно включенных вакуум-насосов.

В качестве помех рассматривают:

T – температуру подшипников двигателя и вакуум-насоса, °С;

ν – вибрацию, Гц;

$\Omega_{в-н}$ – величину подсосов воздуха, м³/мин.

Выходными управляемыми величинами работы скважины являются:

C_M^{BH} – концентрация метана в смеси, подаваемой потребителю, %;

Ω_M^{BH} – количество метана, подаваемого потребителю, м³/мин;

Ω_{VM}^{BH} – количество метановоздушной смеси, подаваемой потребителю, м³/мин.

Выделяют следующие каналы управления ВНС:

- «Сопротивление всасывающего трубопровода ВНС – Концентрация метана в смеси, подаваемой потребителю ($R_{вт} - C_M^{BH}$)»;
- «Сопротивление шунтирующего трубопровода – Концентрация метана в смеси, подаваемой потребителю ($R_{шт} - C_M^{BH}$)»;
- «Количество одновременно включенных вакуум-насосов – Концентрация метана в смеси, подаваемой потребителю ($n_n - C_M^{BH}$)»;
- «Сопротивление всасывающего трубопровода ВНС – Количество метана, подаваемого потребителю ($R_{вт} - \Omega_M^{BH}$)»;
- «Сопротивление шунтирующего трубопровода – Количество метана, подаваемого потребителю ($R_{шт} - \Omega_M^{BH}$)»;
- «Количество одновременно включенных вакуум-насосов – Количество метана, подаваемого потребителю ($n_n - \Omega_M^{BH}$)».

Выбор каналов управления определяется видами статических характеристик объектов и возможностью реализации.

В литературных источниках [1, 2] выделяют следующие возможные целевые функции управления дегазационной системой:

- максимизацию извлечения метана: $\Omega_M^{ck} \rightarrow \max$;
- обеспечение требуемого уровня концентрации метана в откачиваемой смеси: $C_M^{ck} = \text{const}$.

Таким образом, в зависимости от цели, система управления может быть либо экстремальной, либо системой стабилизации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпов, Е. Ф. Автоматизация и контроль дегазационных систем / Е. Ф. Карпов, А. В. Рязанов. – М.: Недра, 1983. – 190 с.
2. Бырька, В. Ф. Максимизация извлечения метана в шахтных дегазационных системах / В. Ф. Бырька, И. М. Местер // Известия вузов. Горный журнал. – 1970. – № 10.

УДК 622.02:53

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ *SIMATIC S7*

ТУЛЬТАЕВ И. А., САРСЕМБАЕВ Д. Ж., МУРДАЛОВА Е. О.
Жезказганский университет им. О. А. Байконурова

Работа относится к горному делу, а именно к устройствам определения напряжений в массиве пород, степени их устойчивости, предупреждения внезапных обрушений и горных ударов.

Известны устройства для определения напряженного состояния массива горных пород [1-2]. Недостатками устройств являются низкая точность и достоверность в определении напряженного деформированного состояния массива горных пород.

Целью работы является повышение точности определения напряженного состояния массива горных пород с использованием модулей *Simatic S7*.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство для определения напряженного состояния массива горных пород, содержащее последовательно соединенные приемник упругих колебаний, усилитель и аттенюатор, измерительный канал, включающий усилитель, соединенный с одним из входов порогового блока, и счетчик, причем аттенюатор соединен с входом усилителя измерительного канала, а разрешающий и запрещающий выходы таймера соединены с управляющими входами порогового блока измерительного канала, и дешифратор, соединенный с блоком индикации, снабжен измерительными каналами, не менее двух, и коммутатором каналов. При этом каждый введенный измерительный канал выполнен из последовательно соединенных усилителя, порогового блока, блока вычитания, блока усреднения, блока умножения и счетчика, а в первый канал введены соединенные между собой блоки усреднения и умножения. Выход аттенюатора соединен с входом усилителя каждого последующего измерительного канала, разрешающий и запрещающий выходы таймера соединены с управляющими входами порогового блока каждого последующего измерительного канала, первый выход порогового блока каждого предыдущего измерительного канала соединен с другим входом блока вычитания каждого последующего измерительного канала, выход блока умножения каждого измерительного канала соединен со счетным входом счетчика того же канала, выход обнуления которого соединен с соответствующим выходом таймера, управляющие выходы которого подключены к управляющим входам коммутатора каналов, информационные входы которого соединены с выходом счетчика каждого измерительного канала, а вход коммутатора каналов – с входом дешифратора. При этом второй выход порогового блока каждого нечетного измерительного канала соединен с другим входом блока умножения того же измерительного канала, а выход порогового блока каждого четного измерительного канала – с входом счетчика того же канала, первый выход порогового блока первого измерительного канала соединен с входом блока усреднения того же канала.

На рисунке представлена структурная схема предлагаемого устройства. Устройство содержит приемник 1 упругих колебаний, усилитель 2, аттенуатор 3, таймер 4, усилители 5-7, пороговые блоки 8-10, блоки 11 и 12 вычитания, блоки 13-15 усреднения, блоки 16-18 умножения, счетчики 19-21, коммутатор 22 каналов, дешифратор 23, блок 24 индикации. Кроме того, буквами обозначены: a_1 – сигнал разрешения; a_2 – сигнал запрета; b_1 - b_3 – информационные сигналы каналов, $УК_1$ - $УК_3$ – сигналы управления коммутаторами; C – сигнал приведения счетчиков в исходное состояние; A – амплитуда информационных сигналов; B ; A_0 – порог измерения; A_1 - A_3 – амплитуда информационных сигналов.

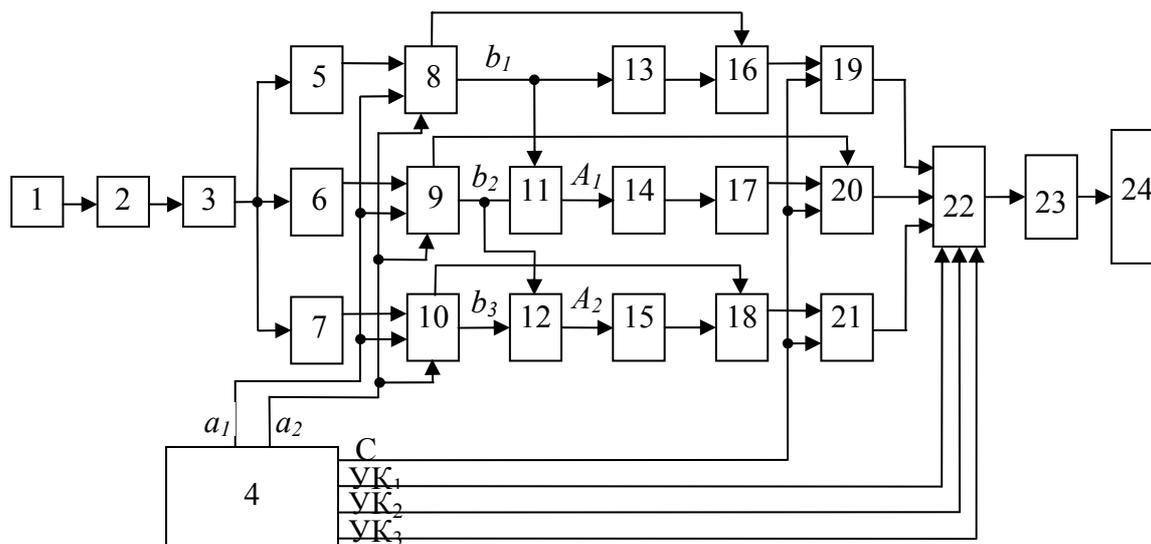
Устройство для определения напряженного состояния массива, содержащее, например, три вида пород, работает следующим образом.

Приемник упругих колебаний 1 (см. рисунок) устанавливается в контролируемом массиве. Таймером 4 вырабатывается сигнал C длительностью τ_n , который устанавливает счетчики 19-21 в исходное состояние. По истечении времени τ_2 таймером 4 вырабатывается сигнал разрешения a_1 , которым открываются пороговые блоки 8-10.

Суммарный информационный сигнал разрушения различных видов пород с выхода приемника 1 через усилитель 2, аттенуатор 3 и усилители 5-7 поступает на входы пороговых блоков 8-10. Пороговые блоки осуществляют селекцию информационных сигналов по различным уровням. Причем пороговый блок 8 пропускает сигналы самого высокого уровня b_1 . Пороговый блок 9 пропускает сигналы b_2 среднего и высокого уровней. Пороговый блок 10 пропускает сигналы низкого, среднего и высшего уровней, принятых для измерений.

Блок 11 вычитания вычитает из суммы сигналов b_2 среднего и высокого уровней сигналы b_1 высокого уровня. Блоком 12 вычитания осуществляется вычитание из суммы сигналов b_3 сигналов b_2 .

Результирующие сигналы A_1 и A_2 поступают на вход блоков 14 и 15 усреднения. Сигналы b_1 первого канала поступают на вход блока 13 усреднения с выхода порогового блока 8, так как указанный пороговый блок 8 пропускает сигналы только высокого уровня.



Структурная схема устройства

Блоками усреднения производится определение частоты следования сигналов A_1 и A_2 . Определение частоты осуществляется по принципу выделения сигналов, кратных длительности рабочего цикла τ_1 , которая устанавливается переключением S_1 . Блоками 16-18 умножения производится умножение частоты следования сигналов на их уровень, определяемый пороговыми блоками 8-10. Множитель задается переключением S_2 , которым, кроме того, устанавливают порог на устройствах 8-10. Сигналы выходов указанных блоков умножения поступают на вход счетчиков 19-21. Счет осуществляется в течение времени τ_1 , до появления сигнала запрета A_2 на выходе таймера 4.

Числа, зафиксированные счетчиками 19-21, по окончании рабочего цикла τ_1 представляют собой величину энергии, излучаемой при разрушении каждого из трех видов пород.

По окончании рабочего цикла τ_1 через время τ_2 таймером вырабатывается сигнал УК₁ управления коммутатором 22 длительностью τ_3 . По этому сигналу производится выдача результирующего числа первого канала на дешифратор 23 для индицирования его блоком 24 индикации. Длительность индицирования числа позволяет лицу, производящему измерение, произвести его запись. Через время τ_2 по сигналу УК₂ производится индицирование результирующего числа второго канала. Аналогично производится индицирование числа третьего канала.

Таким образом, метод позволяет определять энергию разрушения различных видов пород, что позволяет повысить точность и достоверность контроля напряженного состояния.

В сравнении с известным, в предлагаемом устройстве исключаются затраты на повторные измерения, проводимые из-за смещения в конечной полезной информации после ее обработки базовым прибором импульсов разрушения от пород различных видов. А также предлагаемое устройство позволяет сократить втрое время измерений, так как сигналы различных уровней регистрируются одновременно, но при этом в конечной полезной информации разделяются.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Техника контроля напряжений и деформаций в горных породах / под ред. В. В. Ржевского – Л.: Наука, 1978.
2. Курленя, М. В. Управление горным давлением / М. В. Курленя, В. С. Федоренко. – София: ВГГИ, 1987.