СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1168710 A

(51) 4 E 21 C 39/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ВСЕСОЮЗНАЯ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

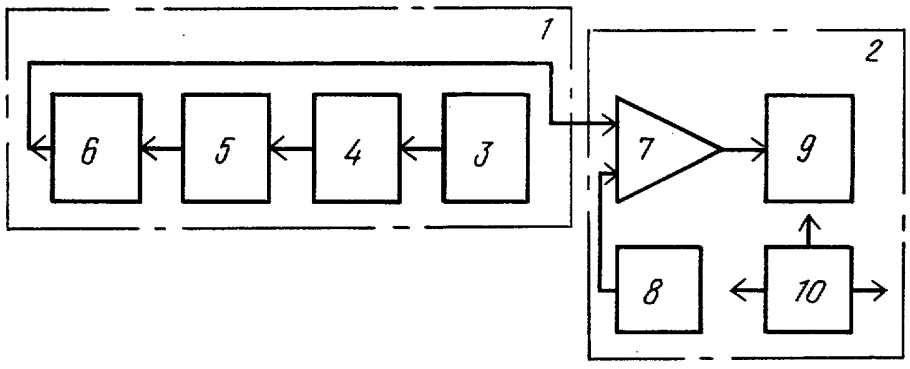
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3608167/22-03
(22) 22.06.83
(46) 23.07.85, Бюл. № 27
(72) И. Ф. Потапкин, В. И. Степанов, В. В. Васильев и В. И. Левченко
(71) Донецкий ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт
(53) 622.325(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР № 181859, кл. Е 21 С 39/00, 1963.

2. Онищенко Ю. А. и др. Изучение нарушенности массивов с помощью перископа. Сб. «Разработка рудных месторождений», № 8, Киев, «Техника», 1969, с. 52—56.

3. Авторское свидетельство СССР № 663838, кл. Е 21 С 39/00, 1974 (прототип).

(54) (57) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД, содержащее генератор частоты, соединенный с излучающей катушкой, приемную катушку, подключенную к входам блока выпрямления, и усилитель, выход которого соединен с блоком регистрации, *отличающееся* тем, что, с целью повышения точности определения трещин, оно снабжено блоком регулирования опорного напряжения, а усилитель выполнен дифференциальным, прямой вход которого соединен с выходом блока выпрямления, а инверсный — с блоком регулирования опорного напряжения, при этом приемная катушка расположена коаксиально внутри излучающей катушки.



Фиг. 1

(19) SU (11) 1168710 A

Изобретение относится к горному делу, в частности к конструкции устройств для определения трещиноватости горных пород в массиве, и может быть использовано на предприятиях горнодобывающей промышленности при физико-химическом упрочнении пород, а также при строительстве гидротехнических и подземных сооружений.

Известно устройство для определения трещиноватости горных пород, содержащее металлический цилиндрический резервуар с двумя патрубками, к одному из которых подсоединен через вентиль самопишущий манометр, а к другому также через вентиль — высоконапорный шланг с герметизатором скважины.

Герметизатор скважины представляет собой шланг с клапаном на конце, который для определения трещиноватости вставляется, в шпур, а вентилем включается подача сжатого воздуха из резервуара. Клапан открывается только при определенном давлении воздуха, поэтому сжатый воздух до открывания клапана расширяет стенки герметизатора, что исключает утечку сжатого воздуха через устье шпура. При открывании клапана и поступлении сжатого воздуха в шпур вентилем включается манометр и определяется скорость падения давления сжатого воздуха, нагнетаемого в шпур, а затем рассчитывается трещиноватость породы по эмпирическим формулам [1].

Недостатками этого устройства являются возможность определения только суммарной трещиноватости по длине шпура и, следовательно, невозможность местонахождения трещин, так как скорость падения давления сжатого воздуха зависит от общего числа трещин по длине шпура и не зависит от местонахождения трещины, а также неудобство использования в лаве из-за громоздкости резервуара.

Известны также перископные устройства типа РВП-451 для определения местонахождения трещин в горном массиве, содержащие объектив и окуляр, состоящие из линз, два зеркала для отклонения светового луча на 90°, пять труб для соединения объектива и окуляра, которые присоединяются к концам трубы длиной 1,5 м. Луч света, попав в объектив, отклоняется зеркалом и, пройдя внутри трубы, после отклонения вторым зеркалом попадает в окуляр. Для определения местонахождения трещин объектив устройства перемещается поочередно на 0,2—0,4 м и в окуляре можно наблюдать стенки шпура. Для улучшение визуального наблюдения стенок шпура у объектива имеется лампа накаливания для освещения объекта наблюдения (стенки шпура), которая питается от аккумулятора. При необходимости длина устройства может быть увеличена до 7,5 м [2].

Недостатками этих устройств являются большая продолжительность осмотра шпура (1 пог. метр за 25 мин) из-за малой площади смотрового окна объектива и небольшого удаления объекта (стенки шпура) от смотрового окна объектива, невозможность использования в искривленных, а также в засоренных и обводненных шпурах из-за загрязнения объектива, а также сложность монтажа и демонтажа в шахтных условиях из-за большой длины соединительных труб (1,5 м).

Наиболее близким к изобретению является устройство для определения трещиноватости горных пород, содержащее генератор, два магнитных диполя, каждая из которых включает в себя излучающую катушку соединенную с генератором частоты, и приемную катушку, два блока выпрямления, соединенные с приемными катушками, блок сравнения, два входа которого соединены с выходами блоков выпрямления, а выход — с последовательно соединенными фазочувствительным усилителем и регистрирующим устройством, блок питания, блок автоматической регулировки сигнала на выходе излучающей катушки и магнитный экран для уменьшения влияния излучающих катушек друг на друга. В корпусе зонда устройства размещены генератор частоты, излучающие и приемные катушки, блок выпрямления, блок сравнения и магнитный экран. В корпусе прибора расположены блок питания, фазочувствительный усилитель и регистрирующее устройство (микроамперметр с двухсторонней шкалой). Прибор и зонд соединяются четырехжильным кабелем. Зонд перемещается в скважине на интервал, равный расстоянию между магнитными диполями. От включенного генератора поля на контур генератора поля (излучающую катушку) подается напряжение частотой 800—1200 кГц. В приемной катушке, удаленной от излучающей катушки на расстояние до 0,75 м, наводятся ЭДС, частоты которых равны или кратны частоте генератора поля. Приемная катушка настроена на третью гармонику. Значения ЭДС, наведенных в приемной катушке, зависят от электрических свойств горной породы, по которой осуществляется магнитная связь между излучающей и приемной катушками. Аналогичные ЭДС наводятся в приемной катушке второго магнитного диполя, которое служит для компенсации помех, ЭДС, наведенные в приемных катушках, поступают на блоки выпрямления, выпрямленные ЭДС - на блок сравнения, на выход которого включены фазочувствительный усилитель и регистрирующее устройство Если электрические свойства горных пород, разделяющие излучающие и приемные катушки первого и второго магнитного диполя одинаковы, то показания регистрирующего устройства (микроамперметра) равны нулю.

В противном случае имеют место отклонения стрелки микроамперметра, пропорциональные отклонению электрических свойств двух участков горных пород, по которому можно судить об изменении напряженного состояния горных пород [3].

Недостатками известного устройства являются возможность определения только интегральной характеристики горной породы и, следовательно, невозможность точного определения местонахождения трещин, так как выходной сигнал прибора пропорционален отклонению электрических свойств двух протяженных участков горных пород (до 0,75 м) а также большая длина зонда устройства, так как расстояния между излучающими и приемными катушками обоих магнитных диполей велики (до 0.75 м).

Основной причиной, недостатков является большая удаленность излучающей и приемной катушек. Однако уменьшение расстояния между катушками позволяет уменьшить длину зонда, но не позволяет точно определить местонахождение трещины. Если трещина находится между одной парой излучающей и приемной катушек, то из-за отличия электрических свойств двух участков горных пород между излучающими и приемными катушками имеет место отклонение стрелки микроамперметра. Но это не позволяет определить у какой именно катушки находится трещина. Погрешность определения местонахождения трещины может превышать 1 м из-за больших расстояний между катушками. Если трещины у обеих приемных катушек, то клонение стрелки микроамперметра практически равно нулю.

Цель изобретения — повышение точности определения трещин.

Поставленная цель достигается тем, что устройство для определения трещиноватости горных пород, содержащее генератор часто ты, соединенный с излучающей катушкой, приемную катушку, подключенную к входам блока выпрямления, и усилитель, выход которого соединен с блоком регистрации, снабжено блоком регулирования опорного напряжения, а усилитель выполнен дифференциальным, прямой вход которого соединен с выходом блока выпрямления, а инверсный- с блоком регулирования опорного напряжения, при этом приемная катушки расположена коаксиально внутри излучающей катушки.

Это позволяет однозначно судить о наличии трещины у зонда и повысить точность определения местонахождения трещины в не сколько десятков ряз, так как выходной сигнал устройства определяется изменением электрических свойств небольшого участка породы, окружающего излучающую катушку. Небольшая длина излучающей катушки (5—10 см) и компенсация неинформативного сигнала путем подачи регулируемого опорного напряжения на инверсный вход усилителя позволяют снизить погрешность определения местонахождения трещины до 4 см. Для одной и той же породы максимальное отклонение стрелки блока регистрации прямо пропорционально ширине (раскрытию) трещины, что позволяет при соответствующей тарировке определять одновременно и раскрытие трещины.

На фиг. 1 изображена структурная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 — функциональная схема; на фиг. 3 — конструкция зонда.

Устройство для определения местонахождения и раскрытия трещин в горном массиве состоит из зонда 1 и прибора 2, соединенных четырехжильным кабелем. Зонд 1 содержит генератор 3 частоты, излучающую катушку 4, соединенную с генератором 3 частоты, приемную катушку 5, расположенную коаксиально внутри излучающей катушки 4, блок 6 выпрямления, подключенный входом к приемной катушке 5. Прибор 2 содержит дифференциальный усилитель 7, прямой вход которого соединен с выходом блока 6 выпрямления, а инверсный вход — с блоком 8 регулируемого опорного напряжения, блок 9 регистрации, включенный на выход усилителя 7, и блок 10 питания, питающий генератор 3 частоты, усилитель 7 и блок 8 опорного регулируемого напряжения (фиг. 1).

Для улучшения магнитной связи между излучающей 4 и приемной 5 катушками внутри приемной катушки расположен ферритовый сердечник. Излучающая 4 и приемная 5 катушки расположены коаксиально (фиг. 2). Блок 6 выпрямления, вход которого соединен с приемной катушкой 5, собран по мостовой схеме на диодах. Дифференциальный усилитель 7 имеет два входа, один из которых (прямой) непосредственно подключен к выходу блока 6 выпрямления, а второй (инверсный) — к блоку 8 регулируемого опорного напряжения (фиг. 1).

Блок 8 регулируемого опорного напряжения представляет собой делитель напряжения на переменном резисторе.

Блок 9 регистрации содержит микроамперметр с пределом измерения 100 мкА и переменное сопротивление для изменения чувствительности блока 9 регистрации (фиг. 1).

Корпус зонда 1 представляет собой пластмассовую трубу с внутренним диаметром 32 мм, внешним диаметром 40 мм и длиной 300—500 мм. Труба имеет переднюю сплошную заглушку и заднюю заглушку с отверстиями для соединительного кабеля и досылочных штанг, которые используются для перемещения зонда в шпуре на глубину до 3 м (фиг. 3).

Принцип действия устройства состоит в следующем.

Генератор 3 частоты, расположенный в зонде 1, создает переменное напряжение с частотой 1,5 МГц, которое подается на излучающую катушку 4. Вокруг излучающей катушки 4 образуется переменное электромагнитное поле, которое в приемной катушке 5 индуктирует ЭДС. Если зонд находится в шпуре, то переменное электромагнитное поле излучающей катушки 4 создает в горной породе вихревые токи, которые по закону электромагнитной инерции оказывают размагничивающее действие, т.е. уменьшают электромагнитное поле излучающей катушки 4 и, следовательно, ЭДС приемной катушки 5. При приближении зонда 1, перемещающегося в шпуре, к трещине изменяются электрические свойства среды, окружающей излучающую катушку 4, что приводит к изменению вихревых токов в среде. Наличие трещины с малой электрической проводимостью и малой диэлектрической проницаемостью приводит к резкому уменьшению вихревых токов и их размагничивающего действия, что обуславливает усиление электромагнитного поля излучающей катушки 4 и увеличение ЭДС, наводимой в приемной катушке 5. По мере приближения зонда к трещине увеличивается ЭДС приемной катушки 5 и, следовательно, напряжение на выходе блока 6 выпрямления, на вход которого подается ЭДС приемной катушки 5. Выпрямленная ЭДС приемной катушки 5 с выхода блока 6 выпрямления подается при помощи соединительного кабеля на вход дифференциального усилителя 7, расположенного в корпусе прибора 2. В результате увеличиваются напряжение на выходе усилителя 7 и отклонение стрелки блока 9 регистрации. Излучающая катушка имеет направленную диаграмму излучения электромагнитных волн, причем максимальное значение магнитной индукции имеет место на середине излучающей катушки 4. Поэтому ЭДС приемной катушки 5 и отклонение стрелки блока 9 регистрации достигают максимального значения, когда трещина находится над серединой излучающей катушки 4. В этот момент определяется местонахождение трещины в шпуре по меткам на досылочных штангах. Для одной и той же породы максимальное значение ЭДС приемной катушки 5 и отклонение стрелки блока 9 регистрации прямо пропорционально ширине (раскрытию) трещины, что позволяет при соответствующей тарировке определять раскрытие трещины.

При отсутствии трещины вблизи зонда 1 в приемной катушке 5 наводится некоторая минимальная ЭДС, значение которой зависит от электрических свойств окружающей горной породы. Отклонение стрелки блока 9 регистрации при этом не равно нулю, т.е. на выходе устройства имеет место неинформативный сигнал. Наличие последнего снижает точность определения местонахождения трещины, поэтому неинформативный сигнал компенсируется путем подачи на инвертирующий вход дифференциального усилителя 7 регулируемого напряжения от блока 8 регулируемого опорного напряжения. Изменяя напряжения на инверсном входе усилителя 7, можно полностью скомпенсировать неинформативный сигнал, добившись нулевого отклонения стрелки блока регистрации.

Предложенное устройство для определения местонахождения и раскрытия трещин в горном массиве обладает по сравнению с известным, возможностью точного определения местонахождения трещины, так как отклонение стрелки блока 9 регистрации однозначно определяется наличием трещины у излучающей катушки, а неинформативный сигнал компенсируется (точность предложенного устройства в 20—50 раз выше, чем у известного);

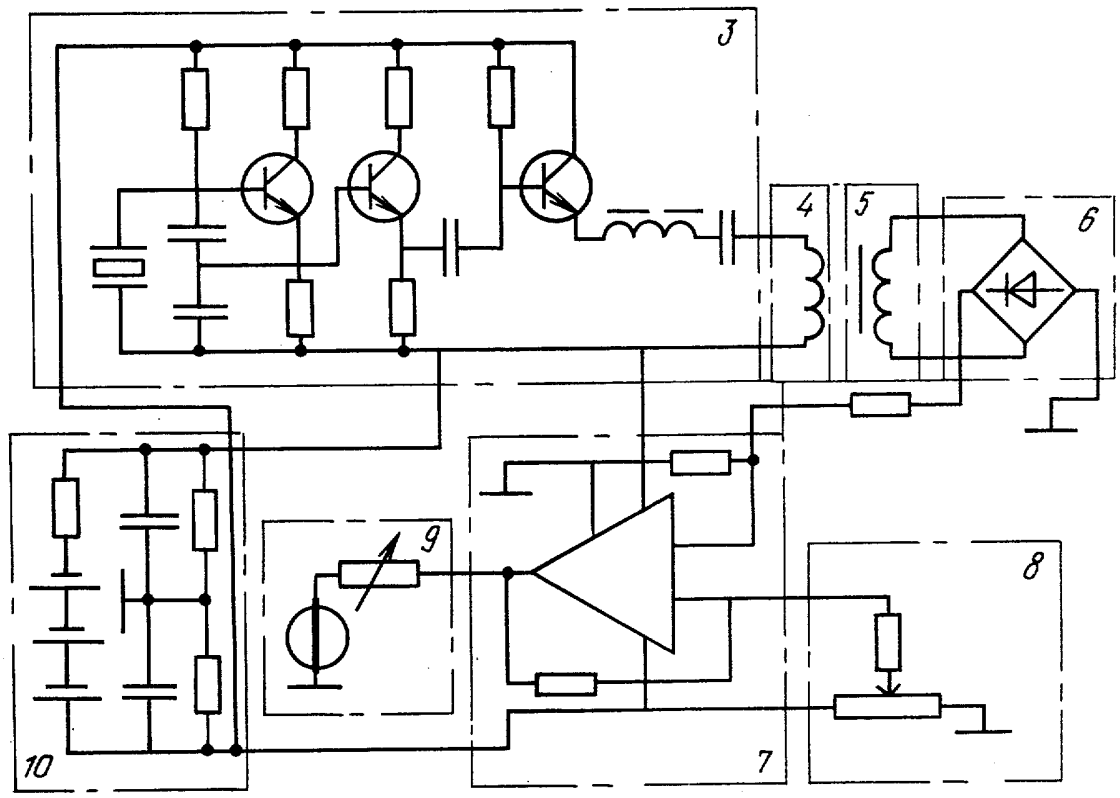
возможностью определения раскрытия трещины, так как для одной и той же породы максимальное значение отклонения стрелки блока регистрации прямо пропорционально раскрытию (ширине) трещины;

простотой конструкции из-за отсутствия одной излучающей и приемной катушек, одного блока выпрямления, блока сравнения, блока автоматической регулировки сигнала на излучающей катушке и магнитного экрана;

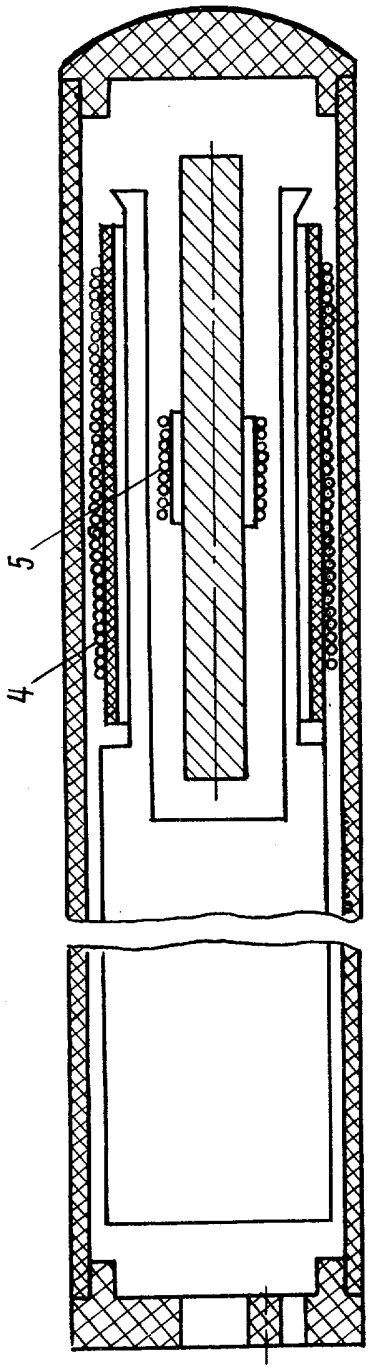
малой длиной зонда из-за коаксиального расположения излучающей и приемной катушек и отсутствия еще одной излучающей и приемной катушек (длина зонда предложенного устройства составляет 300—500 мм, а длина зона известного устройства — несколько метров)

малым временем измерения, так как зонд предложенного устройства перемещается непрерывно, а зонд известного перемещают поочередно на интервалы, равные расстоянию между магнитными диполями (время измерения уменьшается в 2-3 раза).

В результате использования предложенного устройства при физико-химическом упрочнении кровли лав сокращается время на обработку благодаря информации о местонахождении трещин и повышается надежность упрочнения кровли, так как благодаря информации о раскрытии трещин имеется возможность первоочередного заполнения зияющих трещин.



Фиг. 2



Фиг.3

Составитель И. Назаркина
Редактор Л. Гратилло Техред И. Верес Корректор А. Тяско
Заказ 4576/31 Тираж 482 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж—35, Раушская наб., д. 4/5
Филиал ППП «Патент», г. Ужгород, ул. Проектная, 4