

изучения напряженного состояния насыщенных горных пород// Изв. АН СССР. Физика Земли. - 1984. - № 9. - С. 20-28.

3. Скипочка С.И. Сейсмoeлектрический эффект предельно напряженных пород// Изв. АН СССР. Физика Земли. - 1989. - № 7. - С. 88-92.

4. Мигунов Н.И., Скипочка С.И. Сейсмoeлектрический эффект горных пород в режиме управляемого деформирования// Физика горных пород при высоких давлениях. - М.: Наука. - 1991. - С. 187-194.

УДК 534.2:622.831

С.И. Скипочка

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В УГЛЕПОРОДНОМ МАССИВЕ

В механизме газодинамических явлений, происходящих в угольных шахтах, остается недостаточно ясной причина интенсивной десорбции газа в период зарождения и протекания выброса. Роль спонтанной десорбции энергетически недостаточна для поддержания выброса, а гипотеза о наличии в период выброса дополнительной активационной десорбции молекул газа под действием механоэмиссии пьезоактивных пород при их разрушении [1] не нашла достаточного подтверждения вследствие низкой пьезоактивности пород угольных формаций и практическим отсутствием пьезоэффекта в углях. Однако, как показали исследования [2], электромагнитное излучение наблюдается и при деформировании горных пород, не содержащих минералы-пьезоэлектрики. Причина последнего явления обусловлена сейсмoeлектрическим эффектом второго рода, присущим влагосодержащим осадочным породам и являющимся динамическим аналогом потенциала фильтрации.

В таблице представлены полученные экспериментально динамические пьезоэлектрический и сейсмoeлектрический модули некоторых пород угольных формаций.

Гипотеза о роли сейсмoeлектрического эффекта пород в газодинамических явлениях базируется на следующих, экспериментально установленных, закономерностях [2-4].

Таблица 1 - Механоэлектрические динамические модули пород

Тип породы	Пьезомодуль		Сейсмоэлектрический модуль	
	Величина, В·м/Н	Коэффициент вариации, %	Величина, В·м/Н	Коэффициент вариации, %
Песчаник	$2,1 \cdot 10^{-22}$	16	$3,9 \cdot 10^{-21}$	27
Сланец песчанистый	$4,2 \cdot 10^{-23}$	17	$1,3 \cdot 10^{-21}$	21
Сланец глини- стый	$0,6 \cdot 10^{-23}$	10	$1,0 \cdot 10^{-22}$	9
Угли марок Д, Г, Ж, Т	$1,6 \cdot 10^{-23}$	19	$0,9 \cdot 10^{-22}$	33

1. Выбросоопасные песчаники отличаются выраженной анизотропией тензора пьезоэлектрической активности, которая при разрушении пород является источником электронов высоких энергий.

2. Все породы угольных формаций обладают сейсмоэлектрическим эффектом второго рода, величина которого сравнима, а в случае песчаников и песчанистых сланцев значительно выше пьезоэффекта песчаника с высоким содержанием зерен кварца.

3. Величина сейсмоэлектрического эффекта вмещающих пород пропорциональна их влажности в диапазоне от 0 до 2%. Учитывая, что влажность пород в условиях естественного залегания не ниже 2%, породы в массиве обладают максимальным сейсмоэлектрическим эффектом.

4. При фиксированных значениях влажности пород и наличии в них свободной воды увеличение пористости и микротрещиноватости приводит к пропорциональному росту величины сейсмоэлектрического эффекта. Таким образом, в процессе формирования выброса, сопровождающимся ростом микротрещиноватости среды, сейсмоэлектрическая активность пород увеличивается, соответственно возрастает напряженность поля, создаваемого эффектом, и количество эмиттирующих электронов.

5. Сейсмоэлектрический модуль пород и углей возрастает с увеличением

сжимающих напряжений и достигает максимального значения при приближении к пределу прочности, т.е. в момент развязывания выброса.

6. Максимальная величина сейсмoeлектрического эффекта наблюдается в направлении, ортогональном действию основного сжимающего усилия. Т.е., максимальный эффект, а значит и максимальное поле, ускоряющее эмиттирующие электроны и ионы, будет наблюдаться в плоскости развязывания выброса.

С учетом вышеперечисленного, развязывание газодинамического явления может происходить по следующей схеме.

В процессе зарождения и протекания выброса происходит разрушение пород. Эмиттирующиеся из рвущихся двойных электрических слоев и устьев трещин электроны ускоряются электростатическим полем, обусловленным разноименными зарядами, образовавшимися при деструкции молекулярных или кристаллических связей, а также электрическим полем, возникшим вследствие деформирования двойных электрических слоев. Энергия таких электронов составляет (по данным расчета) $10^{-14} - 10^{-15}$ Дж, что на три-четыре порядка выше энергии активации связанной молекулы метана. А это означает, что активационной способностью будут обладать и вторичные электроны и ионы, образовавшиеся при торможении первичных электронов на берегах трещины. Расчеты показывают, что при времени развязывания выброса 10 с эмиттирующими электронами в 1 м^3 угля может быть активировано до $4 \cdot 10^{27}$ молекул метана. Это составляет около 150 м^3 , что значительно больше тех объемов метана, которые были зафиксированы при выбросах в угольных шахтах Донбасса.

Таким образом, не умаляя роли спонтанной эмиссии, можно сделать вывод о существенной роли сейсмoeлектрического эффекта в механизме газодинамических явлений, происходящих в угольных шахтах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зборщик М.П., Назимко В.В. О роли механоэмиссии в механизме газодинамических явлений// Уголь Украины. - 1985. - С. 32-34.
2. Скипочка С.И., Усаченко Б.М. Об использовании механоэлектрических эффектов для контроля состояния массива// Уголь Украины. - 1986. - №

6. - С. 31-32.

3. Скипа С.И. Сейсмoeлектрический эффект предельно напряженных пород// Изв. АН СССР. Физика Земли. - 1989. - № 7. - С. 88-92.

4. Мигунов Н.И., Скипа С.И. Сейсмoeлектрический эффект горных пород в режиме управляемого деформирования// Физика горных пород при высоких давлениях. - М.: Наука. - 1991. - С. 187-194.

УДК 622.831

Т.А. Паламарчук

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Широкое внедрение в практику геофизических методов позволяет оценивать свойства массива с учетом его микроструктурных нарушений и напряженного состояния. В последнее время значительно возрос интерес к связным полям. Это название отражает взаимное влияние двух и более физических полей. Типичным примером такого направления исследований является термоупругость. Другим примером является связанности электрического поля с деформацией (пьезоэлектричество) и наоборот, а также электрического поля с акустическим (сейсмoeлектрика). Влияние сейсмoeлектрических свойств некоторых горных пород состоит в том, что распространение акустической (сейсмической) волны в горных породах может сопровождаться волной электрического поля.

Рассмотрим осадочные горные породы, которые зачастую являются диэлектриками. Как известно, в нормальных условиях диэлектрик является электрически нейтральным, т.е. содержит одинаковое число положительных и отрицательных зарядов. Введение диэлектрика в электрическое поле изменяет это поле.

В некоторых породах поляризация может возникнуть и без внешнего поля, под воздействием акустического (сейсмического) поля. Влияние сейсмoeлектрического эффекта на скорость распространения акустических волн в горных породах можно выявить, воспользовавшись уравнением

$$\sigma_{iK} = \lambda_{iKlm} U_{lm} - m_{liK} E_l, \quad (1)$$