

в массиве, либо предотвращать их, подбирая соответствующую частоту вынуждающих колебаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. – М.: Недра, 1978. – 343 с.
2. Бауков Ю.Н. Влияние контактных условий на резонансные явления: применительно к диагностике вывалов в кровле горных выработок // Изв. ВУЗов. Горный журнал. – 1995. – № 2. – С. 1-7.
3. Усаченко Б.М., Паламарчук Т.А., Яланский А.А. Теоретические исследования волновых и резонансных явлений в углепородном массиве; Институт геотехнической механики НАНУ. – Днепропетровск, 1996. – 11с. – Рус. – Деп. В ГНТБ Украины 28.04.96, № 071 – Ук96.

УДК 534.2+539:537.2+552.1

С.И. Скипочка

ФАЗОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ, КАК ИНФОРМАТИВНЫЙ ПАРАМЕТР ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРЕДЕЛЬНО НАПРЯЖЕННОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Наведені результати досліджень фазових характеристик п'єзоелектричного та сейсмоелектричного ефектів вкрай напружених гірських порід. Встановлена суттєва залежність різниці фаз між акустичними і електричними коливаннями від напружень. Показана можливість використання фазових параметрів як провісника зрушення гірських порід.

В связи с разработкой оперативных геофизических методов контроля напряженно-деформированного состояния массива, базирующихся на механоэлектрических эффектах горных пород [1,2], а также новой информацией о роли механоэлектрических эффектов в механизме газодинамических явлений, происходящих в углепородном массиве [3], предлагаются результаты исследований фазовых характеристик акустических и электромагнитных колебаний, возникающих в процессе контроля горных пород, содержащих зерна кварца (пьезоэлектрический эффект), а также влагосодержащих породах с трещиновато-пористой структурой (сейсмоэлектрический эффект второго рода – эффект E).

Фазовые измерения были выполнены на испытательной силовой установке повышенной «жесткости» в одноосном режиме нагружения образцов породы с высоким механоэлектрическим эффектом (жильный кварц – пьезоэффект; боксит, песчаник – эффект E). Учитывая требуемую высокую чувствительность аппаратуры при фазовых измерениях, были приняты дополнительные меры для устранения наводок от внешних электрических полей. С этой целью изготовлено специальное приспособление, представляющее собой массивный металлический цилиндр, разделенный горизонтальной перегородкой на две равные части. В нижней части размещался излучатель акустических колебаний (блок сегнетовой соли с резонансной частотой 25 кГц). В верхней – породный образец и датчики поперечных деформаций, контактирующие с образцом через специальные

отверстия. Сжимающее усилие на образец передавалось специальной плашкой, в которую были вмонтированы датчики акустических и электрических колебаний. Частота вынужденных акустических колебаний выбиралась из условия $f < V_p / 10l$, где V_p – скорость продольных упругих волн в образце, l – высота образца. Поступающие с датчиков акустические и электрические сигналы усиливались, соответственно, на 20-40 и 60-120 дБ после чего передавались на измеритель разности фаз. В качестве силовой установки использовался пресс ПСУ-500 с противодействующими гидродомкратами, обеспечивающими перераспределение нагрузки между последними и образцом в соотношении 10:1.

На рис. 1 представлены наиболее типичные результаты фазовых измерений пьезоэффекта образца жильного кварца, полученные в до- и запредельной областях напряжений. На рисунках введены следующие обозначения: ε – продольные деформации, K_p – коэффициент разрыхления, $\Delta\varphi = (\varphi_{M/Э} = \varphi_{ак}) = (\varphi_{0M/Э} = \varphi_{0ак})$, где в первой скобке текущие, а во второй при нулевом давлении значения разности фаз между механоэлектрическим и акустическим сигналами.

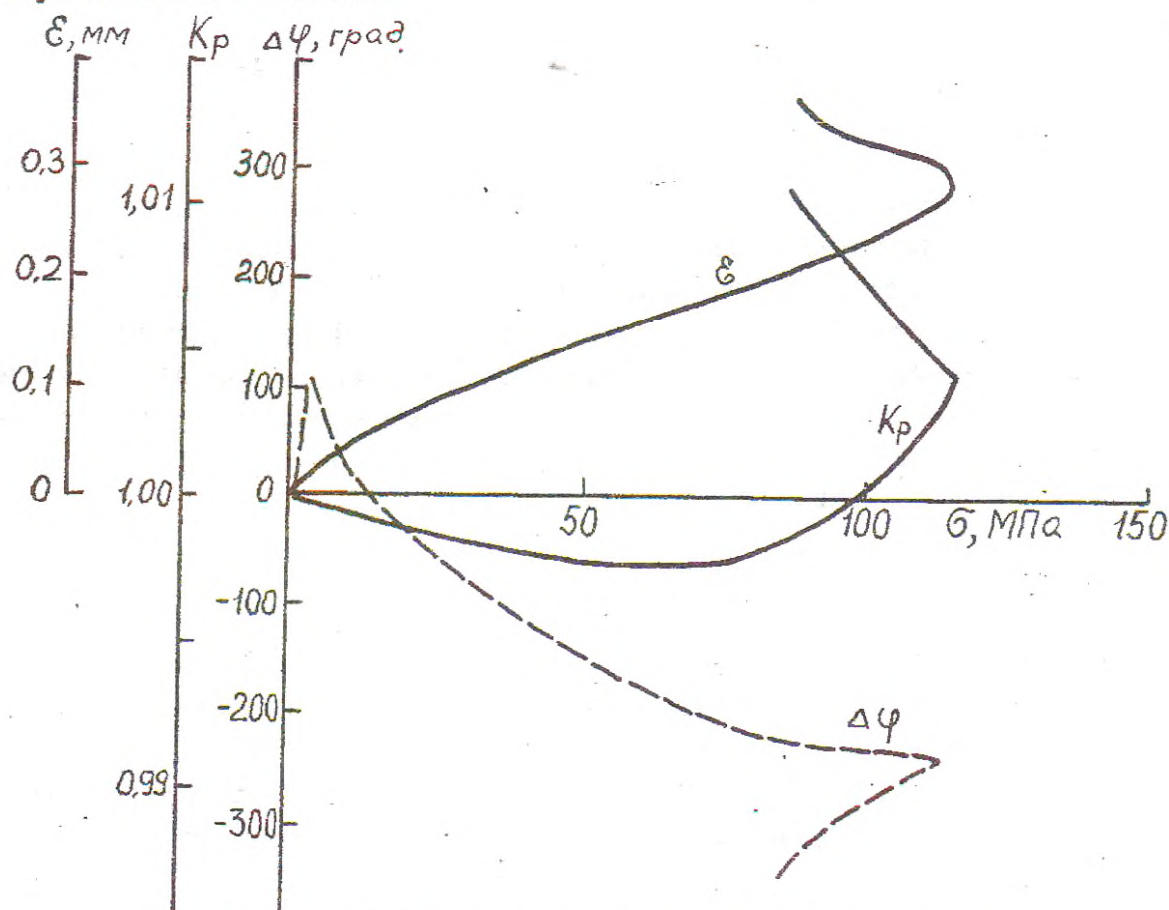


Рисунок 1 – Результаты исследований жильного кварца

Обобщенные результаты фазовых измерений эффекта E образцов бокситов и песчаников представлены на рис. 2.

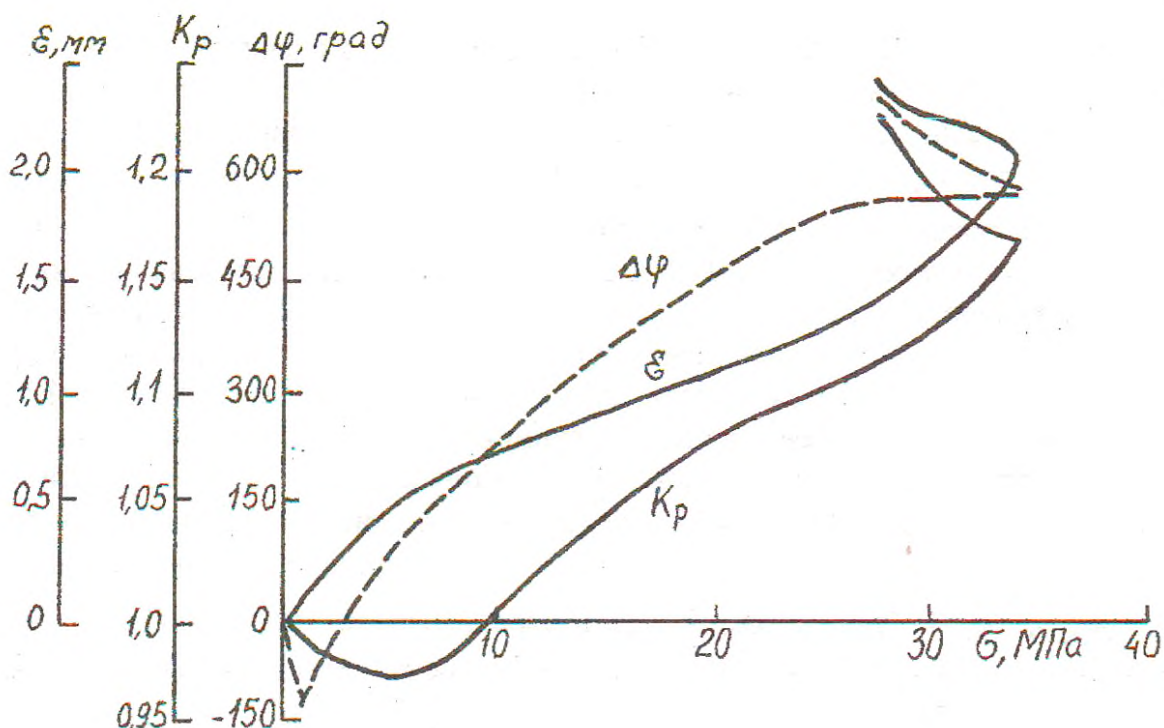


Рисунок 2 – обобщенные результаты фазовых измерений эффекта E .

Анализируя представленный графический материал, можно сделать следующие выводы.

Увеличение напряжений в горных породах приводит к существенному сдвигу фаз между акустическими и индуцированными ими электрическими колебаниями. Причем, если для пьезоэлектрического эффекта характерно опережение электрическим сигналом акустического, то для сейсмoeлектрического – запаздывание. Во всех случаях наблюдается заметное ослабление зависимости разности фаз между акустическим и электрическим сигналами от механического напряжения вблизи предела прочности образцов, что может быть использовано в качестве предвестника разрушения пород.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокорев А.А., Мигунов Н.И., Скипочка С.И. Пьезоэлектрический эффект напряженно-деформированных горных пород // Изв. АН СССР. Физика Земли. – 1992. – № 4. – С. 41-46.
2. Мигунов Н.И., Скипочка С.И., Кокорев А.А. О сейсмoeлектрическом эффекте трещиноватых горных пород // Изв. АН СССР. Физика Земли. – 1992. – № 12. – С. 20-28.
3. Булат А.Ф., Скипочка С.И., Усаченко Б.М. Механоэлектрические эффекты пород угольных формаций и их роль в механизме газодинамических явлений // Доповіді НАН України. – 1998. – № 1. – С. 153-158.