

УДК 552:537

ГЕОФИЗИКА

Э. И. ПАРХОМЕНКО, И. В. ГАСКАРОВ, Л. М. МАРМОРШТЕЙН

О СВЯЗИ ВЕЛИЧИНЫ СЕЙСМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПЕСЧАНИКОВ С ИХ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ

Проницаемость является основной характеристикой пород-коллекторов, дающая представление об их фильтрующих свойствах и промышленном значении. Однако измерение проницаемости пород в их естественном залегании встречает определенные трудности. Применяемые методы определения проницаемости нефтегазоносных пластов по удельному сопротивлению или характеристикам вызванных потенциалов имеют невысокую точность: в лучшем случае она составляет $\pm 30\%$. В то же время полученные ранее (^{1,2}) экспериментальные данные о характере изменения сейсмоэлектрического эффекта (эффекта E_0) горных пород от влажности, минерализации насыщающих их внутривисовых растворов, дисперсности пород и т. п. дают основание для предположения о связи его величины с проницаемостью пород. Для выявления этой закономерности были поставлены специальные исследования.

Объектами изучения служили одиннадцать песчаников с примерно одинаковой пористостью, но с разной величиной проницаемости, насыщенные раствором поваренной соли концентрацией 0,2 г/л. Образцы изготовляли в форме цилиндров диаметром 2,5 см, высотой 3 см. Наблюдения сейсмоэлектрического эффекта осуществлялись импульсной аппаратурой марки ИПА-59 по ранее разработанной методике (^{1,2}). Излучателем служил кристалл сегнетовой соли с собственной частотой 83 кГц.

Данные определений сейсмоэлектрического потенциала U и сейсмомодулей S для одиннадцати образцов песчаника приведены в табл. 1 и на рис. 1 и 2. Представленный экспериментальный материал показывает увеличение эффекта E_0 с уменьшением проницаемости. Такой характер взаимосвязи двух физических параметров прослеживается в широком интервале влажности. Как видно, кривые $U=f(w)$ по мере увеличения проницаемости песчаников закономерно ложатся ниже, а величина

Таблица 1

Петрофизические и сейсмоэлектрические характеристики полимиктовых песчаников

№	№ породы	Размер зерен, мм	Цемент		Тип цементации	Колич. цемента, %	Пористость, %	К, мд	w, %	Характеристики сейсмоэлектрического эффекта	
			хлористослюды	каолинат-бонат						U, мкв	S, ед. CGSE
1	У-1-53	0,12—0,15	3	25	Базальный коррозион-контактовый	28	15,1	0,1	1,8	300	2,5·10 ⁻⁴
2	У-1-38	0,15—0,20	15	1	Поровый замещения	16	21,2	3,0	3,9	300	2,1·10 ⁻⁴
3	У-1-8	0,12—0,15	10—12	1	То же	12	18,5	17	4,9	300	2,2·10 ⁻⁴
4	У-1-5	—	—	—	—	—	21,8	78	9,3	120	7,5·10 ⁻⁵
	У-1-51	0,10—0,16	8	1	Поровый замещения	9	22,7	107	10,0	100	8,5·10 ⁻⁵
5	У-1-98	0,16—0,20	7—10	2	То же	10	24,8	116	9,6	100	7,5·10 ⁻⁵
6	У-1-77	0,16—0,20	7—10	1—2	» »	10	26,0	118	9,5	100	8,0·10 ⁻⁵
7	У-1-12	—	—	—	—	—	24,0	124	10,3	100	7,0·10 ⁻⁵
8	У-1-11	—	—	—	—	—	24,6	164	11,8	60	4,5·10 ⁻⁵
9	У-1-75	0,12—0,16	5—10	1—2	Поровый замещения	8	24,5	275	10,5	40	3,6·10 ⁻⁵
10	У-1-81	0,15—0,20	5—7	1	Контакт. замещения поровый	7	28,0	324	14,0	35	3,2·10 ⁻⁵
11											

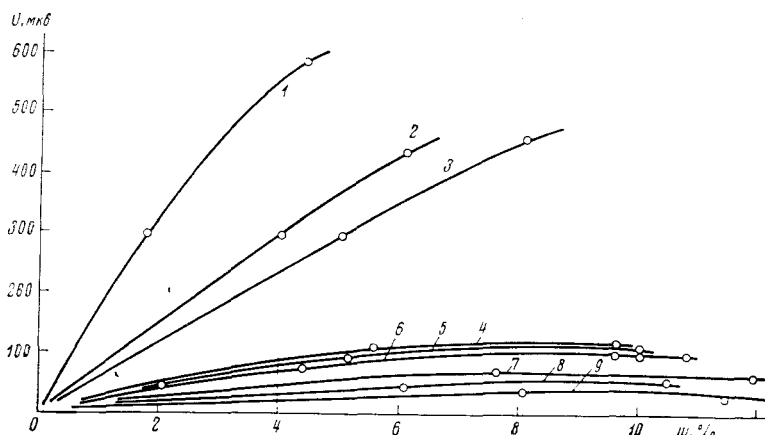


Рис. 1. Зависимость сейсмoeлектрического потенциала полимиктовых песчаников от влажности при различной величине их проницаемости (в мд): 1 — 0,1; 2 — 3; 3 — 17; 4 — 78; 5 — 107; 6 — 116–118; 7 — 164; 8 — 275; 9 — 324

сейсмoeлектрического потенциала песчаников уменьшается. Наблюдаемый спад потенциала эффекта E_0 при возрастании проницаемости песчаников обусловлен уменьшением поверхности двойного электрического слоя и увеличением свободной воды.

Зависимость эффекта E_0 пород от проницаемости K , согласно рис. 2, имеет экспоненциальный характер. В билогарифмической системе координат ($\lg U$ и $\lg K$) экспериментальные точки ложатся на ломаную. Это позволяет описать рассматриваемую зависимость следующей формулой:

$$U = \sum_{i=1}^n b e^{a_i}$$

где a и b — постоянные в определенных интервалах проницаемости коэффициенты; при этом b сильно зависит от содержания порового раствора и его концентрации.

Сопротивление исследуемых песчаников, измеренное при различной их влагонасыщенности в интервале 4–15% w , незначительно изменяется с увеличением влагосодержания, а при одинаковой влажности, например 4%, для песчаников с проницаемостью от 215 до 0,1 колеблется в интервале $(1,5–4,8) \cdot 10^4$ ом·см, в то время как сейсмoeлектрический модуль этих пород уменьшается примерно на порядок.

Установленная зависимость сейсмoeлектрического эффекта E_0 пород от их проницаемости открывает новые возможности его практического использования.

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта
Академии наук СССР
Москва

Поступило
6 III 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Э. И. Пархоменко, Явление электризации в горных породах, М., «Наука», 1968.
² Э. И. Пархоменко, И. В. Гаскаров, Физика Земли, № 9 (1971). ³ И. В. Гаскаров, Э. И. Пархоменко, Физика Земли, № 1 (1974).