

9 н/л. Учет этой погрешности весьма важен для определения как вековых вариаций ГМП, так и локальных изменений.

Проведенный анализ результатов на профиле с. Гегард-оз. Севан дает нам право сказать, что по данным повторных измерений возможно дать оценку степени аномальности проводимости подстилающих пород и выделить пункты, не пригодные для изучения аномалии вековых вариаций ГМП.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР

Поступила 24.XII.1982.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дебакрун Л. Л. и др. Регистрация изменений механических напряжений в горных породах методами прецизионной магнитометрии. Геолого-геофизические методы исследований в сейсмоопасных зонах. Фрунзе, 1981.
2. Кузнецова В. Г., Мельничик М. И. Магнитометрические исследования на Карпатском геодинамическом полигоне. Мат. IX конф. по вопр. постоянного геомагн. поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма. Ч. 1. Баку, 1973.
3. Пушков А. Н. О синхронных наблюдениях по профилю для выявления аномалий вековой вариации. Геомагнетизм и аэрономия, № 9, 1969.
4. Пудовкин И. М., Погредников М. М. Вариации геомагнитного поля, как возможное средство прогнозирования землетрясений. Мат. IX конф. по вопр. постоянного геомагн. поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма. Ч. 1, Баку, 1973.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXIX, № 1, 69—73, 1986.

УДК 550.833(479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В. В. НАГАПЕТЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЬЕЗООСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД АРМЯНСКОЙ ССР ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДАВЛЕНИЯ

В процессе экспериментов выяснилось, что при первоначальном нагружении в земном магнитном поле у большинства интрузивных и некоторых эффузивных пород из различных сейсмоактивных районов Армении наблюдается увеличение естественной остаточной намагниченности I_0 . Последующие исследования показали, что это увеличение связано с образованием пьезоостаточной намагниченности в образцах [1].

Для более точной интерпретации обсерваторских и полевых магнитометрических наблюдений необходимо определить роль пьезоостаточной намагниченности в горных породах сейсмоактивных районов. С этой целью были исследованы образцы горных пород Зангезурского и Гарнийского геодинамического полигонов Армении.

Исследованы базальты и андезито-базальты четвертичного возраста Гарнийского геодинамического полигона: гранодиориты, плагиограниты, кварцевые диориты, габбро-диориты Зангезурского полигона (с. Гярд). Магнитные параметры изученных образцов меняются в широких пределах: магнитная восприимчивость χ_0 от $520 \cdot 10^{-5}$ до $3800 \cdot 10^{-5}$ СИ, остаточная намагниченность I_0 от $200 \cdot 10^{-5}$ до $5800 \cdot 10^{-5}$

СИ. Максимальной величиной этих параметров характеризуются андезито-базальты у с. Гарни, а также базальты района водохранилища Азат.

Исследовано 50 образцов горных пород.

Эксперименты проведены на установке, которая состоит из немагнитного гидравлического пресса, системы измерительных блоков (Каппа-метр и магнитометр) [7].

Измерения пьезостаточной намагниченности выполнены в земном поле и в поле $240-4 \cdot 10^2$ А/м в интервале давлений $0-70$ МПа при $P \parallel H$.

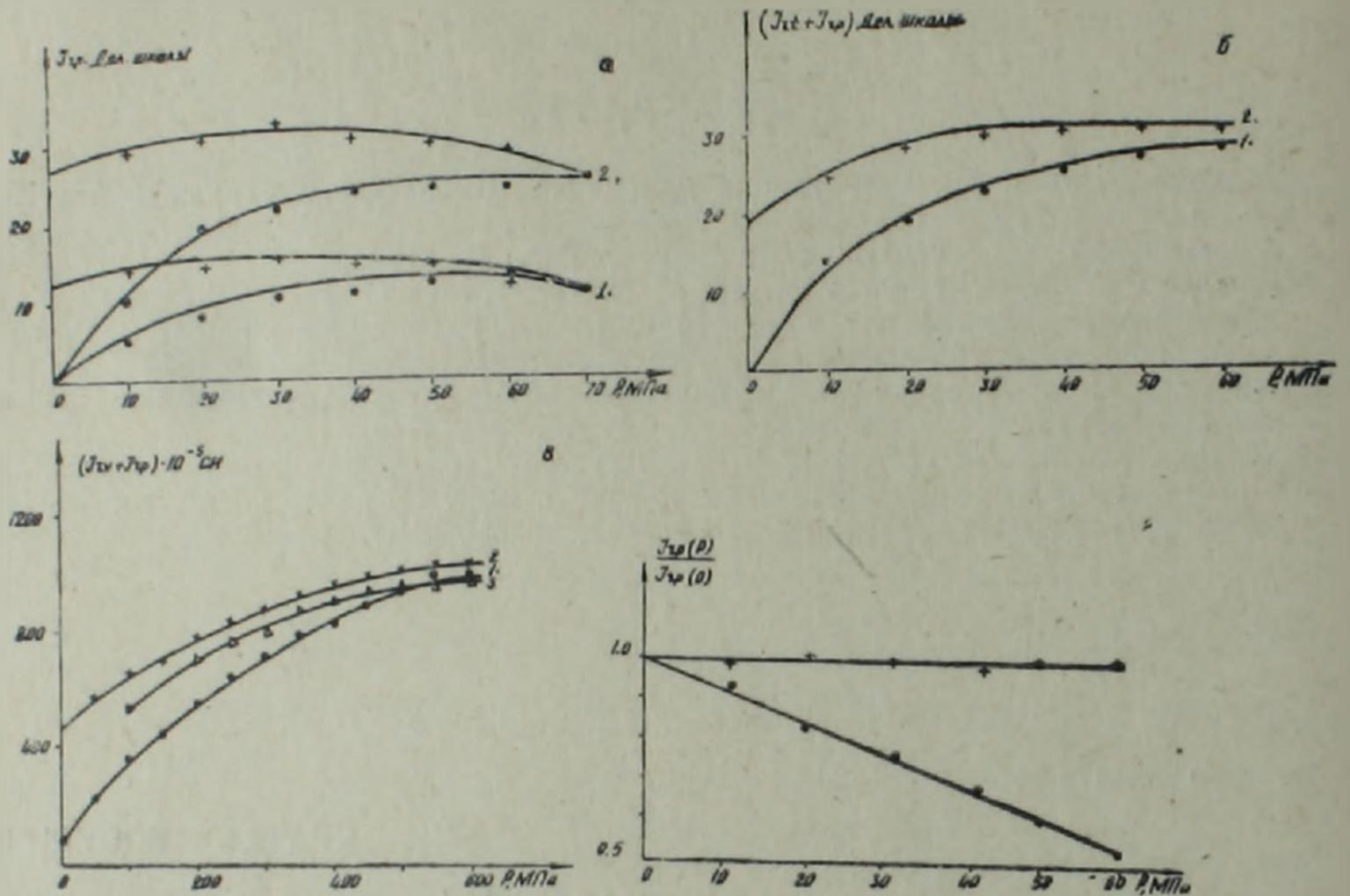


Рис. 1. а) Образование пьезостаточной намагниченности: 1—рост в поле 240 А/м; 2—рост в поле 240 А/м; б) образование $I_{гр}$ с различными величинами начальной намагниченности (базальт) при условии $H \parallel P$; в) образование $I_{гр}$ с различными величинами начальной намагниченности (гранодиорит) при условии $H \parallel P$; г) изменение $I_{гр}$ под давлением (гранодиорит).

На рис. 1а показан типичный пример образования пьезостаточной намагниченности на образце базальта (у района Гарни). По оси абсцисс отложено давление, по оси ординат—намагниченность в делениях шкалы. Эксперимент проводился следующим образом. После намагничивания образца переменным полем амплитудой $48 \cdot 10^3$ А/м, плавно убывающей до 0 в течение 5 сек, образец помещался в установку. В земном поле (или в поле $4 \cdot 10^2$ А/м) накладывалось давление и измерялась намагниченность. В момент измерения поле отключалось на время около 2 сек и включалось компенсирующее поле.

Рост пьезостаточной намагниченности в земном поле показан на кривой 1, рост в поле 240 А/м на кривой 2. Наблюдается рост $I_{гр}$ с давлением, причем чем больше намагничивающее поле, тем выше рост пьезостаточной намагниченности от давления. При снятии нагрузки в обоих случаях наблюдается рост пьезостаточной намагниченности, а в области низких давлений наблюдается незначительное уменьшение.

Поскольку пьезостаточная намагниченность в естественных условиях может возникнуть в породах при различного рода тектонических

процессах, причем породы могут обладать какой-либо первоначальной намагниченностью, важно было оценить зависимость I_{rp} от величины исходной намагниченности.

Природа и стабильность естественной остаточной намагниченности эффузивных пород Армении верхнеплиоцен-четвертичного периода исследованы в работе [4]. Выяснено, что природа изученных пород термоостаточная. Вторичный вязкий компонент этих пород незначителен. Поэтому нами исследована зависимость I_{rp} от P при различной начальной величине термоостаточной намагниченности (I_{rt}).

Результаты эксперимента на образце базальта Гарнийского полигона приведены на рис. 1б.

Кривая 1. Образование пьезоостаточной намагниченности (в поле 240 А/м) в образце из размагниченого состояния. Кривая 2. В образце (после нагрева в скомпенсированном поле выше точки Кюри, а затем охлаждением в земном магнитном поле) создана термоостаточная намагниченность. После этого накладывается давление.

График показывает, что независимо от начальной величины остаточной намагниченности суммарная намагниченность в области больших давлений $50\text{--}60 \text{ МПа}$ стремится к некоторой предельной величине. В результате лабораторных испытаний (размагничивание переменным полем) и последующей длительной выдержки в постоянном поле до $4 \cdot 10^2 \text{ А/м}$ образцов горных пород Зангезурского полигона было установлено, что значительная часть остаточной намагниченности является вязкой [6].

Результаты эксперимента на примере комбинации вязкой и пьезоостаточной намагниченности одного из образцов горных пород Зангезурского полигона приведены на рис. 1в.

Кривая 1. Образование пьезоостаточной намагниченности (в поле 240 А/м) в образце из размагниченого состояния. Кривая 2. В образце (после размагничивания) создана вязкая намагниченность (при $H=4 \cdot 10^2 \text{ А/м}$ и $t=20^\circ\text{C}$) в течение 20 минут. После этого накладывается давление. Кривая 3. В образце вязкая намагниченность создана в течение 20 минут при постоянном давлении 10 МПа (наложение давления проводилось при скомпенсированном поле до включения поля $4 \cdot 10^2 \text{ А/м}$). В этом случае вектор начальной вязкой намагниченности совпадает с направлением поля и образование I_{rp} происходит при условии, когда давление накладывается параллельно полю.

Как видно из рисунка, во всех случаях, независимо от начальной величины остаточной намагниченности, суммарная намагниченность в области больших давлений $50\text{--}60 \text{ МПа}$ стремится к некоторой предельной величине.

Таким образом, подтверждается результат, полученный С. Х. Максудовым [3], заключающийся в том, что вклад пьезоостаточной намагниченности в суммарную намагниченность зависит от величины первоначальной вязкой намагниченности.

В случае, когда начальная вязкая намагниченность направлена против земного поля, с давлением вязкая намагниченность быстро разрушается и при давлении 10 МПа полностью уничтожается. Дальнейшее увеличение нагрузки при условии $P \parallel H$ вызывает образование пьезоостаточной намагниченности в противоположном (относительно I_{rt}) направлении, то есть по направлению поля [3].

Пьезоостаточная намагниченность при повторном наложении давления (в пределах первоначального P_{max}) уменьшается обратимо. На рис. 1, 2 приведен типичный пример изменения $I_{rp}(P)$ (в поле образования I_{rp}) для образца гранодиорита Зангезурского полигона. Как видно из этого рисунка, I_{rp} уменьшается обратимо и линейно

в интервале давлений от 0 до 60 МПа. Рассчитана величина коэффициента γ , характеризующая амплитуду обратимых изменений пьезоостаточной намагниченности:

$$\gamma = \frac{1}{I_{rp}(0)} \cdot \frac{\Delta I_{rp}}{\Delta P},$$

где I_{rp} — пьезоостаточная намагниченность при $P=0$ (после предварительного сжатия P_{max}); ΔI_{rp} — изменения намагниченности при увеличении давления на ΔP при $\Delta P = P_2 - P_1$, где $P_2 > P_1$, а $\Delta I_{rp} = I_{rp}(P_1) - I_{rp}(P_2)$.

При комнатной температуре для исследованных образцов величина J находится в пределах от 3,1 до $6,5 \cdot 10^{-4}$ МПа и уменьшение $I_{rp}(P)$ при давлении 70 МПа составляет 40—50% исходной величины.

В таблице 1 приведены результаты исследования образования I_{rp} для нескольких образцов, полученные в поле $4 \cdot 10^2$ А/м и давлении 60 МПа при комнатной температуре.

Таблица 1

Номер образца	Условия	$I_{rp} \cdot 10^{-5}$ СИ	Название породы
1	P H	920	Гранодиорит
2		2000	Андезито-базальт
3		2600	Базальт
4	P H	1500	Андезито-базальт
5		1880	Гранодиорит
6		950	Базальт

Таким образом, локальные изменения геомагнитного поля, связанные с тектоническими напряжениями в земной коре, могут быть вызваны изменением пьезоостаточной намагниченности пород.

Однако, вклад пьезоостаточной намагниченности пород в суммарную намагниченность, как было указано выше, зависит от величины начальной намагниченности. Так как эффузивные породы Гарнийского полигона обладают термоостаточной намагниченностью [6], а интрузивные породы Зангезурского полигона обладают вязкой намагниченностью *insitu* [2, 6], то вклад пьезоостаточной намагниченности в величину сейсмамагнитного эффекта будет незначителен.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Арм. ССР.

Поступила 10.IV.1981.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акопян Ц. Г., Нагапетян В. В., Сквородкин Ю. П. Изучение пьезоостаточной и вязкой остаточной намагниченности горных пород сейсмоактивных зон Армянской ССР под давлением. В кн.: Материалы Всесоюзного совещания по вопросам физических свойств горных пород при высоких давлениях и температурах. Тбилиси: 1974, с. 130.
2. Акопян Ц. Г., Сирунян Т. А. Намагниченность мезозойских горных пород Армянской ССР. — Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, 1976, № 1, с. 91.
3. Максудов С. Х. Тектономагнитные исследования магматических пород Ташкентского геодинамического полигона. Канд. дисс. М.: 1972, с. 147.
4. Минасян Дж. О. Природа и стабильность естественной остаточной намагниченности некоторых эффузивных пород Армении. Тез. докл. съезда по вопр. постоянно-

го геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма. Ч. II, М.: 1976, с. 98.

5. Сковородкин Ю. П., Бураков К. С., Безуглая Л. С., Максудов С. Х. Установка для исследования магнитных свойств образцов горных пород при различных давлениях и температурах. В кн.: Тезисы докл. VIII конф. по вопр. постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма. Ч. 2, М.: 1970, с. 80.
6. Сковородкин Ю. П., Безуглая Л. С., Нагапетян В. В. Образование вязкой остаточной намагниченности в присутствии механических напряжений.—Изв. АН СССР, Физика Земли, 1975, № 7, с. 75.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXIX, № 1, 73—76, 1986.

УДК:550.344.55

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Г. М. ГЕВОНДЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ВОЛН ЛЯВА ЧЕРЕЗ ЩЕЛЬ

Задача о прохождении поверхностных волн через разломы в литосфере Земли, изучаемая методом трехмерного ультразвукового моделирования, имеет особый интерес, когда длины падающих волн соизмеримы с глубиной залегания горизонтальной неоднородности. Эта дифракционная задача не решена теоретически для поверхностных волн.

Большой физический интерес имеет также задача о прохождении поверхностных волн через щель в полупространстве (аналог разлома в нулевом приближении). Количество экспериментальных и модельных данных по этому вопросу весьма ограничено. В то же время очевидно, что в природе больше всего информации о такой характеристике разлома, как его глубина проникновения, могут дать именно поверхностные волны, колебания в которых, в зависимости от длины волны захватывают различные по мощности приповерхностные слои. Двумерное ультразвуковое моделирование прохождения волн Релея через щель в полупространстве проводилось Рыкуновым, Фам Вантхухом [3]. В этих экспериментах показано, что при различных удалениях приемника от щели наблюдаются флуктуации видимых амплитуд и спектров проходящих волн, объясняемые интерференцией этих волн с объемными волнами, возбуждаемыми от конца щели (явление обмена).

Методом динамической фотоупругости в работе [2] изучено прохождение поверхностных волн через различным образом ориентированные краевые трещины. При прохождении волны через трещину наблюдались следующие явления: дифракция волны на двугранных углах и вершине трещины, преобразование волны Релея в объемные, разделение волны Релея на две поверхностные, следующие друг за другом. Эти эксперименты были направлены лишь на выявление связи роста трещин с прохождением волны Релея.

В работе [5] проведен теоретический расчет прохождения волны Релея через трещину, заполненную жидкостью. Естественно расчет проводился для горизонтальной составляющей в волне Релея. Показано, что с увеличением отношения h/λ_R (h — глубина трещины, λ_R — длина падающей волны Релея) коэффициент прохождения сначала равен 1 в интервале $h/\lambda_R = 0 \div 0,2$, затем быстро линейно уменьшается