

УДК 550.382.3 : [536.4 : 539.89]

ГЕОФИЗИКА

Ц. Г. Ахоян, Л. А. Ахвердян, В. В. Нагапетян,
Ю. П. Сковородкин

Исследование особенностей локального изменения
геофизических полей сейсмоактивных районов
Армянской ССР с целью поисков предвестников землетрясений

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 25/V 1974)

Одной из причин локального изменения геомагнитного поля под действием тектонических напряжений в горных породах может явиться появление и изменение пьезоостаточной намагниченности, если породы обладают способностью приобретать последнюю.

Экспериментальными исследованиями установлено, что интрузивные и эффузивные породы сейсмоактивных зон республики (Зангезур, Гарни) обладают большими по величине вязкой (I_{rv}) и пьезоостаточной (I_{rp}) намагниченностями (¹). Установлено, что чем больше величина начальной намагниченности, тем меньше скорость роста пьезоостаточной намагниченности с давлением, следовательно, тем меньше вклад пьезоостаточной намагниченности в общую намагниченность и наоборот.

Поскольку одной из причин изменения локального геомагнитного поля может быть наличие одноосного избыточного напряжения в земной коре, то определенный интерес представляет поведение вязкой намагниченности при воздействии статического давления различной величины.

Экспериментально установлено, что вязкая остаточная намагниченность растет быстрее после воздействия давления. Величина вязкой намагниченности горных пород наиболее сильно изменяется при давлениях, по величине близких к избыточным давлениям в земной коре (порядка 200 кг/см²). Можно полагать, что если породы в сейсмоактивном районе приобретают достаточно большую вязкую намагниченность, то изменение ее при накоплении напряжений может внести существенный вклад в величину сейсмомангнитного эффекта.

Так как горные породы сейсмоактивных районов неоднократно подвергаются действию напряжений, сейсмомангнитный эффект должен быть обусловлен, главным образом, обратимыми изменениями оста-

точной намагниченности и магнитной восприимчивости в зависимости от давлений. Необратимые изменения всегда максимальны при первом наложении и снятии давления. При повторных наложениях и снятиях давления, не превышающего первоначальное, необратимые изменения стремятся к нулю, и основную роль играют обратимые изменения. Исследования магнитных свойств горных пород сейсмоактивных районов республики при высоких термодинамических параметрах нами проводились по методике, изложенной в работах (23). Вначале образец подвергается максимальному сжатию (P_{max}) после этого давление снимается и измеряются величины магнитных характеристик. Затем образец подвергается последовательному нагружению и разгрузке. Замер I_r и χ производится для каждого фиксированного значения давления. Величина магнитной восприимчивости замерялась соответствующими датчиками по двум направлениям: параллельно оси сжатия и перпендикулярно.

Температурные исследования проводились следующим образом: нагретый до определенной температуры образец предварительно выдерживался 30 минут при этой температуре, а затем подвергался давлениям в следующих температурных интервалах: 20, 150, 300 °C.

Исследования χ и I_r пород под давлением показали, что интрузивные породы Зангезурского полигона, представленные аплитовидными гранитами, гранодиоритами и габбро-диоритами, обладают значитель-

но большими коэффициентами β и γ , где $\beta = \frac{1}{\chi_0} \frac{\partial \chi}{\partial p}$; $\gamma = \frac{1}{I_{r0}} \frac{\partial I_r}{\partial p}$,

p — давление.

Величина β для пород Зангезурского полигона изменяется в пределах от $1,2 \cdot 10^{-4}$ до $3,3 \cdot 10^{-4}$ см²/кг. Коэффициент β уменьшается при повышении температуры от 20 до 300 °C в пределах от 5 до 30 %.

Величина γ при повышении температуры до 300 °C заметно уменьшается.

Лабораторными исследованиями установлено, что образцы пород изучаемого района обладают достаточно большой скоростью роста вязкой намагниченности, поэтому можно предположить, что в течение времени между двумя последовательными сейсмическими событиями может образоваться значительная по величине вязкая намагниченность, а ее изменения под действием напряжений могут внести вклад в сейсмамагнитный эффект (45).

Ориентировочные расчеты показывают, что наблюдаемые в 1968—69 гг. локальные изменения геомагнитного поля в Зангезурском полигоне, связанные с землетрясениями или их афтершоками (4—9) могут быть объяснены изменением магнитного момента объемов горных пород в результате процесса изменения их напряженного состояния. Как известно, 9 июня 1968 г. в районе Зангезура произошло сильное землетрясение. В эпицентральной зоне (район с. Гярд) сила землетрясения достигла 7,5—8 баллов. По данным Д. Н. Рустановича (10) глубина

очага 6—8 км. Вслед за землетрясением в районе эпицентра у с. Гярд и в гор. Горисе нами были установлены полевые магнито-вариационные станции (СМВ-2М) для регистрации суточного изменения геомагнитного поля Земли. По двум региональным профилям, пересекающим основные геоструктурные элементы Южной Армении, по маршрутам Гярд—Зейва—Кафан и Гехи—Арамазд—Горис были заложены реперы для изучения аномалии векового хода магнитного поля Земли с помощью протонных магнитометров ПМ-5. В районе эпицентра (у с. Гярд) работала магнитотеллурическая лаборатория МТЛ-62, регистрирующая горизонтальные составляющие магнитного поля H_x и H_y . Кроме этого, по профилю Каджаран—Кафан были установлены 23 фундаментальные реперы, на которых проводились в течение 1969—71 гг. несколько циклов прецизионно-нивелировочных и гравиметрических исследований для изучения современных вертикальных движений земной коры и вариации силы тяжести по времени. В работах (3,4) подробно изложены результаты этих исследований.

В частности, было установлено, что за несколько часов до появления толчка или автершока наблюдается спад интенсивности магнитного поля, причем максимум убывания интенсивности поля наступает в момент появления толчка, затем после толчка наблюдается постепенное нарастание интенсивности магнитного поля и спустя 2—3 часа после толчка восстанавливается первоначальная интенсивность поля. В наших исследованиях убывание интенсивности магнитного поля во время толчка достигало от 12—15 до 25—30 гамм.

Пользуясь заданным распределением напряжений в районе очага, данными лабораторных исследований пьезомагнитных особенностей горных пород, слагающих изучаемый район, и имея параметры очага землетрясений, мы проводили расчет ожидаемого сейсмомангнитного эффекта и пришли к заключению, что при заданных параметрах, соответствующих Загезурскому землетрясению 1968 г., максимальный эффект достигает 28 гамм и может быть уверенно зарегистрирован с помощью современной магнитометрической аппаратуры (2).

В 1969—70 гг. на региональном профиле Кафан—Гярд была обнаружена аномалия векового хода шириной в 8 км со средней интенсивностью поля в 20 гамм (5). Повторные наблюдения, выполненные в 1971 году (три цикла) и в октябре 1973 года, показали в целом изменение поля порядка нескольких десятков гамм. При этом наблюдается как убывание, так и нарастание интенсивности поля T .

13 декабря 1973 года произошло землетрясение ($K > 10,8$), эпицентр которого расположен непосредственно в зоне максимальных изменений поля ΔT .

Вторичное повторное измерение, выполненное с помощью протонных магнитометров ПМП-2А, показало убывание интенсивности поля на участке Чайкенд—Гехи.

Радиометрическими исследованиями установлено, что радиоактивность на трассе Кафан—Каджаран до появления подземных толчков

повышается на 25—30% по сравнению с естественным уровнем. После прекращения подземных толчков радиоактивность падает до обычной своей нормы. Вариация силы тяжести на профиле Кафан—Каджаран за год уменьшалась на 0,3 мгл. Работами 1972 года по повторным измерениям на фундаментальных реперах профиля Кафан—Каджаран установлено, что в зоне Кафанского грабена вариация силы тяжести за год уменьшалась на 0,2 мгл, а на территории Каджаранского антиклинория сила тяжести увеличивалась на 0,3 мгл.

Таким образом, на современной стадии изучения геофизических полей с целью отыскания связи между указанными полями и землетрясением можно говорить о магнитных и радиометрических предвестниках землетрясений, но разработать какие-либо критерии пока еще не представляется возможным.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук Армянской ССР

Յ. Գ. ՀԱՊՈՒՅԱՆ, Լ. Ա. ՀԱՆՎԻՐՅԱՆ,
Վ. Վ. ՆԱՀԱՊԵՏՅԱՆ, ՅՈՒ. Պ. ՈՒՈՎՈՐՈՒԿԻՆ

Երկրաշարժերը կանխագուշակելու նպատակով երկրաֆիզիկական տեղական դաշտերի փոփոխությունների առանձնահատկությունների ուսումնասիրումը Հայկական ՍՍՀ սեյսմոակտիվ շրջաններում

Տեկտոնական բեկվածքներում, երբ տեղի է ունենում լարումների կուտակում, տեղի ունի տեղական երկրաֆիզիկական դաշտերի փոփոխություն:

Հողվածում բերված է դաշտային, լարորատոր-փորձնական, ինչպես նաև տեսական հաշվարկներ, տեղական բնույթի երկրաֆիզիկական դաշտերում սպասվող էֆեկտների համար, ինչպես երկրաշարժից առաջ, այնպես էլ հետո: Կատարված է սեյսմոակտիվ շրջաններից վերցված ապարանների նմուշների ֆիզիկական հատկությունների ուսումնասիրում բարձր ճնշման (200 կգ/սմ²) տակ և ջերմաստիճանում (300 °C), ստացված է նրանցից առաջացած էֆեկտների մեծությունը:

Տեսական հաշվարկները ցույց են տալիս, որ Ջանգեղուրի 1968 թ. էպիկենտրոնային շրջանում «սեյսմոմագնիսական էֆեկտ» մեծությունը կարող է հասնել 28 գամմայի:

Ղափան—Քաջարան ռեգիոնայ սյրոֆիլում 1969—73 թթ. միջև ընկած ժամանակահատվածում կատարված կրկնվող շափումների ուսումնասիրությունները հայտնաբերեցին «դարային բայլի անոմալիա» 20 գամմայի մեծությամբ:

Խաղիումետրիական հետազոտությունները Ղափան-Քաջարան սյրոֆիլում ցույց տվեցին, որ մինչ երկրաշարժի սկսվելը ռադիոակտիվությունը բարձրանում է 25—30 տոկոսով, որից հետո որոշակի ժամանակ անց դալիս է իր նախնական արժեքին: Իսկ գրավիմետրիական շափումները 1969—72 թթ. ընկած ժամանակահատվածում՝ փոփոխություն 0,3 միլիգայի մեծությամբ:

ЛИТЕРАТУРА — ЧИЧЧЪПЪРЪЗПЪ

¹ Ц. Г. Акопян, В. В. Нагапетян, Ю. П. Сковородкин, Материалы IV Всесоюзного совещания физические свойства горных пород при высоких термодинамических параметрах, Издание АН Грузинской ССР, Тбилиси, 1974. ² Ц. Г. Акопян, В. В. Нагапетян, Г. В. Рассанова, Ю. П. Сковородкин, «Известия АН Арм. ССР», Науки о Земле, 1 (1973). ³ Л. С. Безуглая, Л. А. Ахвердян, Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1973. ⁴ Ц. Г. Акопян, В. В. Нагапетян, Ю. П. Сковородкин, Материалы Третьего Всесоюзного совещания. Физические свойства горных пород при высоких термодинамических параметрах. Изд-во «Наукова думка», Киев, 1971. ⁵ Ц. Г. Акопян, В. В. Нагапетян, Ю. П. Сковородкин, Г. В. Рассанова, Материалы IX конференции по вопросам постоянного геомагнитного поля, магнетизма горных пород и палеомагнетизма, часть 2, Баку, 1973. ⁶ Ц. Г. Акопян, Л. А. Ахвердян, Материалы VIII конференции по постоянному геомагнитному полю и палеомагнетизму, ч. II, Изд. «Наукова думка», Киев, 1970. ⁷ Ц. Г. Акопян, Т. А. Сирунян, Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1973. ⁸ О. М. Бирсуков, Л. А. Ахвердян, Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1973. ⁹ О. М. Бирсуков, Л. А. Ахвердян, Л. Н. Андропова, О. Г. Овсепян, Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1973. ¹⁰ Д. Н. Рустанович, Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1973.