

грешности определения мгновенных скоростей (0,10 — 0,15 см/год) за эпоху Брунеса является замкнутым. При этом расчеты были сделаны для сегментов, отстоящих от точки тройственного сочленения на многие десятки километров, и учитывались аномалии до 2А включительно.

Не сомневаясь в том, что стабильность тройственного сочленения Буве существует в региональном масштабе, как это показано в работе Л.Скэттера и его коллег [10], наши оценки, выполненные в непосредственной близости от постулируемой точки, свидетельствуют о нестабильном характере сочленения Американской, Африканской и Антарктической плит за последний миллион лет. Это обусловлено, прежде всего, внедрением в литосферу восточного фланга Срединно-Атлантического хребта наиболее западного сегмента Западно-Индийского срединно-океанического хребта (хр. Шписс) и прерывистостью структуры Американско-Антарктического хребта вдоль своего простирания. Область нестабильности представляет собой пятно диаметром в два-три десятка километров и, вероятно, обозначает физический размер "точки" тройственного сочленения.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 97 — 05 — 644484.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов В. Потенциальные поля и их трансформации в прикладной геофизике. М., 1980.
2. Вакье В. Геомagnetизм в морской геологии. Л., 1976.
3. Иваненко А.Н. Решение обратных задач морской магнитометрии методом обобщенной линейной регрессии // Магнитное поле океанов. М., 1993.
4. Каппелини В., Константинович А.Дж., Эмилиани П. Цифровые фильтры и их применение. М., 1983.
5. Apotria T.G., Gray N.H. The evolution of the Bouvet Triple Junction: implications of its absolute motion // Tectonophysics. 1988. Vol. 148. P. 177 — 193.
6. Johnson G.L., Hey R.N., Lowrie A. Marine Geology in the Environs of Bouvet Island and the South-Atlantic triple Junction // Marine Geophysics. Res. 1973. № 2. P. 23 — 36.
7. Klein, Rode M.C., Morgan J.Ph. Triple Junction Reorganization // J. Geophys. Res. 1988. Vol. 93. № B4. P.2981 — 2996.
8. Parker R.L., Huestis S.P. The inversion of magnetic anomalies in presence of topography // J. Geophys. Res. 1974. Vol. 79. P. 1587 — 1593.
9. Patriot P., Courtillot V. On the stability of triple junctions and its relation to episodicity in spreading // Tectonics. 1984. № 3. P. 317 — 332.
10. Selater L., Bowin C., Hey R. et al. The Bouvet Triple Junction // J. Geophys. Res. 1976. Vol. 81, № 11. P. 1857 — 1869.
11. Vacquier V., Uyeda S. Paleomagnetism of nine seamounts in the western Pacific and of three volcanous in Japan // Bull. of the Earthquake Res. Inst. 1967. Vol. 45. P. 815 — 848.

Поступила в редакцию 23.05.86

УДК 550.837.31:551.24.38(234.86)

О.С. Барыкина, Д.К. Большаков

#### Строение Бодракского разлома в Горном Крыму на основе данных электроразведки

Особенности строения зоны контакта эскиординской и таврической серий — интересный и спорный вопрос геологического строения района долины р.Бодрак. Эскиординская серия ( $T_3-J_1es$ ) сложена песчаниками с пластами конгломератов и прослоями алевролитов [2]. Таврическая серия ( $T_3(T_2)-J_1tv$ ) представлена ритмичным переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Рассматриваемые серии контактируют по надвигу, который сопровождается зоной тектонического расщепления. Зона расщепления охватывает весь комплекс пород эскиординской серии и частично развита по породам таврической серии. По данным Н.В. Короновского и В.С. Милеева [1], Бодракский разлом заложился в позднем байосе, "обрубив" лобовую часть надвига. Ориентировка плоскости смещения разрывного нарушения субвертикальная. По данным геофизических исследований, палеозойский фундамент южного крыла расположен на 1000 м выше северного [4]. Однако по смещению отложе-

ний мелового возраста установлено, что последние движения по разлому происходили в послемеловое время, когда уже северное крыло было поднято примерно на 200 м. К зоне разлома приурочены субвулканические тела позднебайосских андезитобазальтов [4].

На северо-западном склоне плато Патиль проведены геофизические исследования, основной задачей которых было детальное изучение зоны Бодракского разлома. Исследования проводились методами вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и кругового электропрофилирования (КрЭП). Профильные наблюдения методом ВЭЗ выполнялись по специальной методике, позволяющей избавиться от влияния приповерхностных неоднородностей [5]. Расстояние между пикетами составляло 5 м, что обеспечивало высокую детальность исследований. Круговое электропрофилирование использовалось для оценки анизотропных свойств пород. Круговые измерения проводились в трех точках (рис. 1).

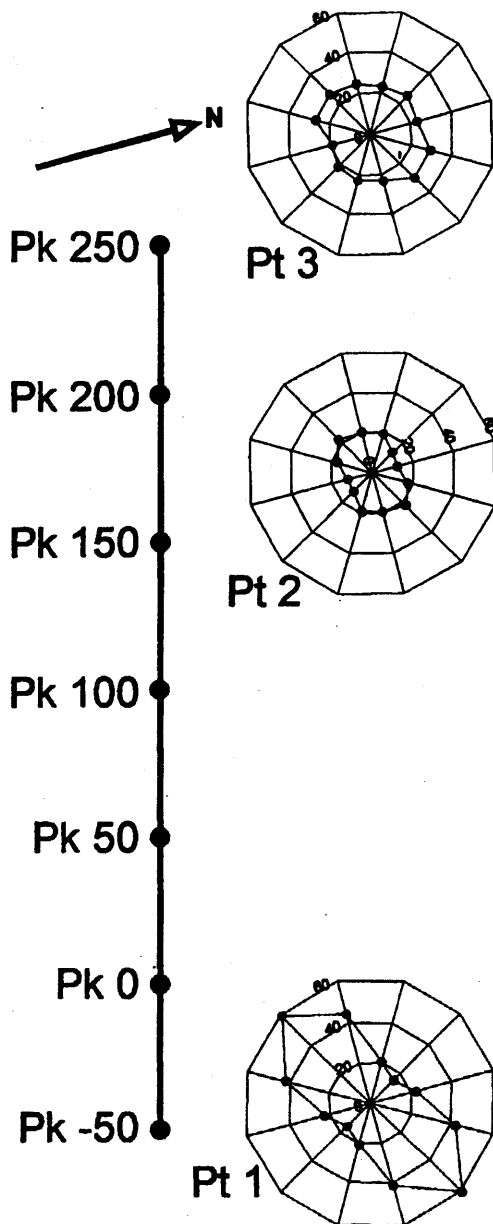


Рис. 1. Профиль ВЭЗ и диаграммы КрЭП (Pk250 — Pk-50 — пикеты ВЭЗ, Pt1 — Pt3 — точки КрЭП). Диаграммы даны в полярных координатах, по радиусам отложены кажущиеся сопротивления в Ом·м, углы — азимуты наблюдений

Геоэлектрический разрез, полученный после одномерной интерпретации данных ВЭЗ, представлен на рис. 2, А. Юго-восточная часть разреза (от пикета (пк) 70 до пк -50) имеет сопротивления  $20 \div 50$  Ом·м, причем возрастание сопротивлений наблюдается в юго-восточном направлении (от пк 70 к пк -50). Зона от пк -35 до пк -50 имеет значения сопротивлений около  $40 \div 50$  Ом·м. Эти значения соответствуют сопротивлениям пород таврической серии [5]. Северо-западная часть геоэлектрического разреза (от пк 250 до пк 85) имеет сопротивления  $20 \div 30$  Ом·м. В этой части возрастание сопротивлений наблюдается в северо-западном направлении (от пк 85 к пк 250). Юго-восточная и северо-запад-

ная части разреза разделены линейной зоной шириной около 10 — 15 м с низкими значениями сопротивлений ( $<14$  Ом·м). Эта зона расположена между пк 85 — 70, прослеживается с глубины 7 — 10 м и имеет субвертикальное падение (угол падения около  $80^\circ$ ). На пк 30 — 20 и пк 210 — 190 (с глубины около 20 м и от поверхности соответственно) выделяются зоны с высокими значениями сопротивлений ( $>50$  Ом·м). Зоны с низкими значениями сопротивлений ( $<14$  Ом·м) прослеживаются на пк 180 — 160 и пк 250 — 220.

Круговые диаграммы кажущегося сопротивления (см. рис. 1), полученные для точек Pt1 и Pt2, отличаются от диаграммы в точке Pt3. Изменение формы круговых диаграмм, наблюдающееся при переходе от точки Pt3 к точке Pt1, указывает на изменение анизотропных свойств среды. Наиболее резкие различия между диаграммами отмечены для точек Pt2 (пк 175) и Pt1 (пк -50).

Проведенный анализ позволил обнаружить на северо-западном склоне плато Патиль линейную зону (рис. 2, Б) с аномальными значениями сопротивлений ( $<14$  Ом·м) и субвертикальным падением (угол падения около  $80^\circ$ ). Эта зона, вероятно, является зоной сместителя Бодракского разлома. С северо-запада и юго-востока выделенная зона обрамлена породами, имеющими сопротивления 20–30 Ом·м (от пк 145 до пк 30). Предположительно именно на этом участке профиля расположены сильно раздробленные породы контакта таврической и эскиординской серий.

В юго-восточном направлении от пк 30 сопротивления возрастают от 30 до  $40 \div 50$  Ом·м на пк -50. Форма круговой диаграммы кажущегося сопротивления в точке Pt1 (пк -50) указывает на наличие анизотропии в электрических свойствах пород. Результаты одномерной интерпретации данных ВЭЗ и качественный анализ КрЭП указывают на присутствие в юго-восточной части профиля пород таврической серии. Пониженные значения сопротивлений с глубины около 10 — 12 м на пикетах пк 70 — 30, возможно, связаны с расланцованностью и трещиноватостью пород таврической серии.

В северо-западной части профиля выделены зоны с пониженными сопротивлениями ( $<14$  Ом·м). Видимо, понижение сопротивлений связано с боковым влиянием водоема, находящегося приблизительно в 50 м от профиля ВЭЗ. Аномально высокие значения сопротивлений на пк 20 — 30 и пк 190 — 210, по-видимому, связаны с влиянием субвулканических тел (в районе пк 200, приблизительно в 10 — 20 м от профиля находится тело андезито-базальтов).

**Заключение.** По результатам интерпретации геофизических данных на участке долины р.Бодрак удалось выделить несколько зон, сменяющих одна другую вдоль профиля наблюдений. Выделенные зоны характеризуются различной степенью раздробленности и дезинтегрируемости и имеют нечеткие

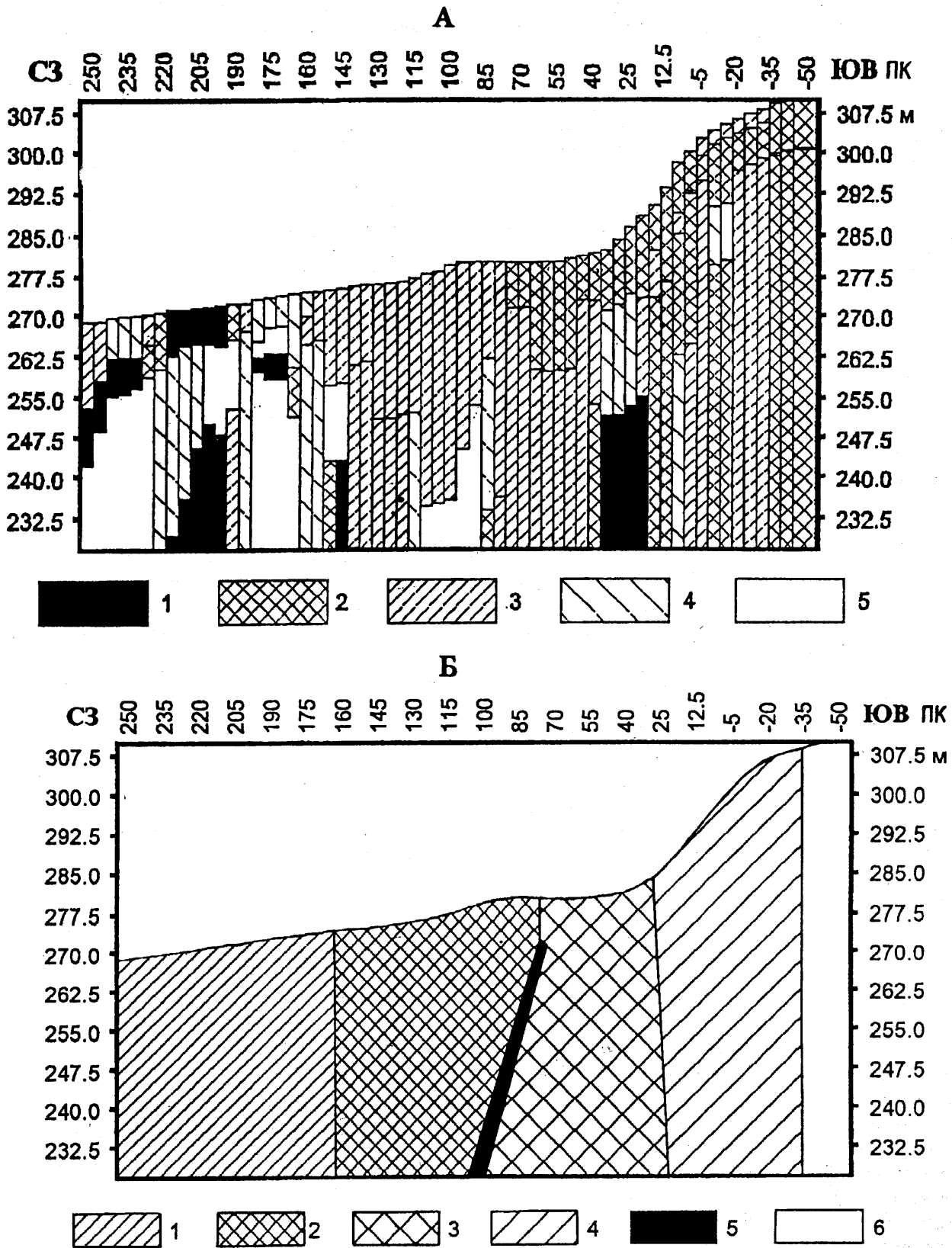


Рис. 2. Геоэлектрический разрез (А) и результаты интерпретации (Б) по профилю ВЭЗ,  $\rho$  в Ом·м:

А: 1 — > 50; 2 — 30 — 50; 3 — 20 — 30; 4 — 14 — 20; 5 — < 14;

Б: 1 — расланцованные и трещиноватые породы эскиординской серии; 2 — сильно раздробленные породы эскиординской серии; 3 — сильно раздробленные и дезинтегрированные породы таврической серии; 4 — трещиноватые и раздробленные породы таврической серии; 5 — предполагаемая зона сместителя; 6 — слабо раздробленные породы таврической серии

границы. Неоднозначность интерпретации геофизических данных обусловлена недостаточной прояв-

ленностью свойств среды в электрическом поле на большей части профиля исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Короновский Н.В., Милеев В.С. О соотношении таврической серии и эскиординской свиты в долине р.Бодрак (Горный Крым) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1974. № 1. С. 80 — 87.
2. Панов Д.И., Гушин А.И., Смирнова С.Б. и др. Новые данные о геологическом строении триасовых и юрских отложений Лозовской зоны Горного Крыма в бассейне р.Бодрак // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1994. № 3. С. 19 — 29.
3. Семенов А.С. Анизотропия горных пород и особенности электрических полей в анизотропных средах // Вестн. ЛГУ. Серия геол., география. 1975. № 24. С. 40 — 47.
4. Хмелевской В.К., Кузьмина Э.Н. К вопросу о глубине залегания палеозойского фундамента Горного Крыма по геофизическим данным // Научный отчет конференции геологического факультета. М., 1966.
5. Электроразведка методом сопротивлений. М., 1994.

Поступила в редакцию 22.10.96

УДК 624.131

**Л.А. Евдокимова, В.Е. Соколов**

### УСКОРЕННЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИПСА В ГИПСОНОСНЫХ ГРУНТАХ И ПОРОДАХ

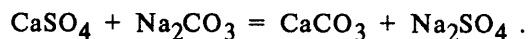
При изысканиях, расчете суффозионных деформаций сооружений на загипсованных грунтах, а также при установлении прогноза выщелачивания гипса из грунтов, залегающих в основании гидротехнических сооружений, возникает необходимость в массовых химических определениях гипса, содержащегося в этих грунтах.

Существующие традиционные способы определения гипса в грунтах являются длительными, трудоемкими и зачастую недостаточно точными. Наиболее распространенный весовой способ определения гипса в грунтах с помощью солянокислых вытяжек длится двое суток [2]. Определение гипса по этому способу осложняется, если в грунте содержатся карбонаты кальция, которые, взаимодействуя с соляной кислотой, образуют раствор хлористого кальция, сильно понижающий растворимость гипса [3]. В этом случае солянокислой вытяжкой из грунта извлекается меньшее количество гипса, чем водной вытяжкой. Кроме того, большие затруднения возникают при определении гипса в грунтах, содержащих легко растворимый сернокислый натрий. Определение гипса в грунтах с помощью солянокислой и водно-ацетоновой вытяжек оказалось трудным, длительным и недостаточно точным [3]. Весьма сложными, трудоемкими и длительными являются определения сульфатов титрометрическими, фотометрическими и люминесцентными методами, требующими для их выполнения труднодоступных и дорогостоящих органических реактивов [4].

Определение гипса посредством его трансформации в углекислый кальций сопряжено с двойным определением углекислого кальция и длительностью выполнения анализа, на проведение которого затрачивается не менее 60 мин [5].

Авторами статьи разработан новый ускоренный титрометрический способ определения гипса в гип-

соносных грунтах и породах. Способ основан на осаждении нерастворимого карбоната кальция из водного раствора сернокислого кальция титрованным раствором углекислого натрия в присутствии дисперсного карбоната кальция. Реакция идет по схеме:



В отсутствие в суспензии дисперсного карбоната кальция эта реакция останавливается вследствие того, что поверхность кристаллов сернокислого кальция локализуется образующимся защитным слоем нерастворимого карбоната кальция. Вводимая в суспензию добавка углекислого кальция характеризуется большой удельной поверхностью, на которой кристаллизуется новообразующийся углекислый кальций. Скорость реакции разложения гипса лимитируется скоростью кристаллизации образующегося карбоната кальция и сильно возрастает при нагревании до 35–40°C.

В процессе приведенной выше обменной реакции сернокислый кальций с растворимостью в воде  $7,8 \cdot 10^{-3}$  моль/л при 20°C и произведением растворимости, равным  $6,1 \cdot 10^{-5}$ , разлагается углекислым натрием с образованием малорастворимого углекислого кальция с растворимостью  $6,9 \cdot 10^{-5}$  моль/л и произведением растворимости  $4,8 \cdot 10^{-9}$ . Присутствие в загипсованных грунтах легко растворимых сульфатов, и в частности сернокислого натрия, не оказывает отрицательного влияния на ход реакции.

Для определения гипса загипсованный грунт или породу доводят до воздушно-сухого состояния, растирают в ступке и просеивают через сито с отверстиями 0,25 мм. Берут среднюю пробу массой около 1 г, а для грунтов, не имевших до растирания заметных гипсовых включений, — пробу массой от