

Член-корреспондент АН СССР Ю. П. БУЛАШЕВИЧ,
В. Н. БАШОРИН, В. С. ДРУЖИНИН, В. М. РЫБАЛКА

ГЕЛИЙ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ НА СВЕРДЛОВСКОМ ПРОФИЛЕ ГЛУБИННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ

В работе ⁽¹⁾ было проведено сопоставление концентраций гелия в подземных водах с данными глубинных сейсмических зондирований (ГСЗ) для небольшого участка Свердловского профиля в Зауралье. Установлено, что глубинные разломы, выявленные методом ГСЗ, характеризуются повышенными концентрациями гелия в подземных водах и являются путями интенсивной миграции гелия к земной поверхности. Как было показано для другого района, особенно высокие гелиевые аномалии приурочены к пересечениям разрывных нарушений ⁽²⁾.

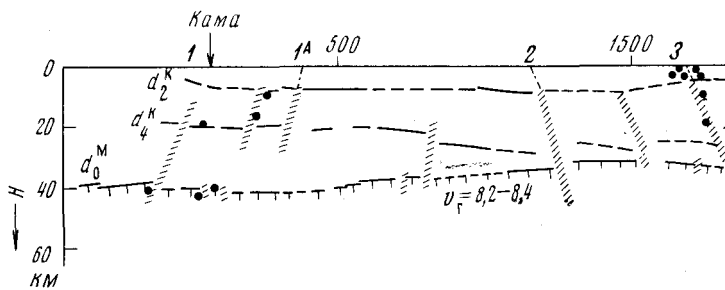
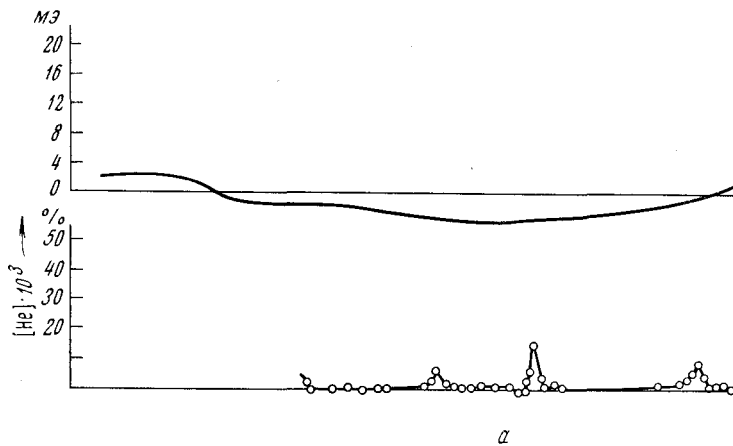
Сейсмические методы позволяют проследживать положение разломов в земной коре и определять глубину их заложения. Поэтому для определения информативности гелиевого метода следует провести возможно более широкое сопоставление его результатов с данными интерпретации ГСЗ. Только при таком сопоставлении можно дать правильную оценку гелиевой съемке как методу поисков и трассирования разломов, особенно погребенных. В этом отношении субширотное Свердловское пересечение Урала представляет разнообразные геологические условия. Профиль, протяженностью 1100 км, проходит по линии Ижевск — Красноуфимск — Северский — Ишим. В западной части профиль идет по восточной окраине Русской платформы, затем пересекает спрунтуры Уральской геосинклинали, проходит по восточному склону Урала и Зауралью и выходит на Западно-Сибирскую плиту ⁽³⁾. ГСЗ по Свердловскому пересечению выполнено в 1962—1966 гг., и первый сейсмогеологический разрез рассмотрен в ⁽⁴⁾. Этот разрез неоднократно уточнялся ⁽⁵⁾. При этом основное внимание уделялось приведению в соответствие субгоризонтальных границ раздела и наблюдаемых физических полей — гравитационного и магнитного. На рис. 1 представлен глубинный сейсмический разрез Урала, составленный на основе обобщения и переинтерпретации материалов ГСЗ и КМПВ (В. С. Дружинин, В. М. Рыбалка). На этом разрезе дана более дифференцированная, по сравнению с описанной в ⁽⁴⁾, картина разрывных нарушений земной коры и в верхах мантии.

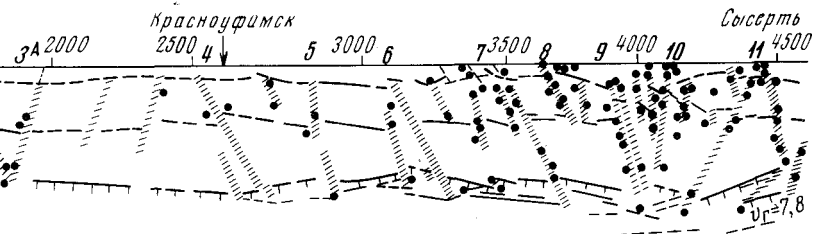
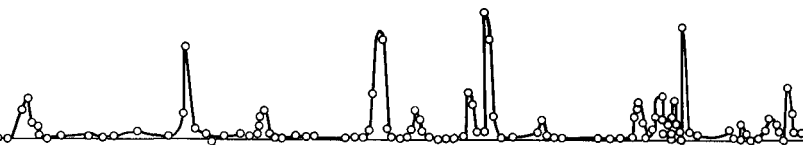
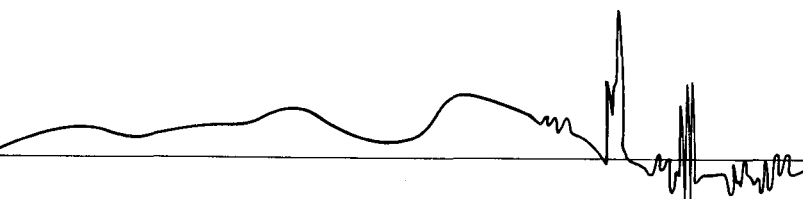
Как следует из графика на рис. 1, нет однозначной связи между ондуляциями магнитного поля и разломами. Это также относится и к гравитационному полю ⁽⁵⁾.

Сейсмический разрез по профилю и распределение концентрации гелия, представленные на рис. 1, были получены совершенно независимо. Поэтому их сопоставление позволит объективно оценить возможность выявления разломов гелиевым методом (по сравнению с сейсмическим).

Отбор проб воды для определения содержания гелия производился в основном из скважин-водокачек с глубины от 60 до 120 м. Из проб вакуумным способом извлекался растворенный газ, в котором на масс-спектрометре типа гелиевого течеискателя ПТИ-6 определялось содержание гелия.

Гелиевой съемкой установлено резкое изменение концентрации гелия в подземных водах вдоль профиля. На фоне нормальных значений $(0,5-2,0) \cdot 10^{-3}$ об. % выделяются пики до $(30-50) \cdot 10^{-3}$ об. %. Один пик достигает очень высокого значения 0,19 об. %.





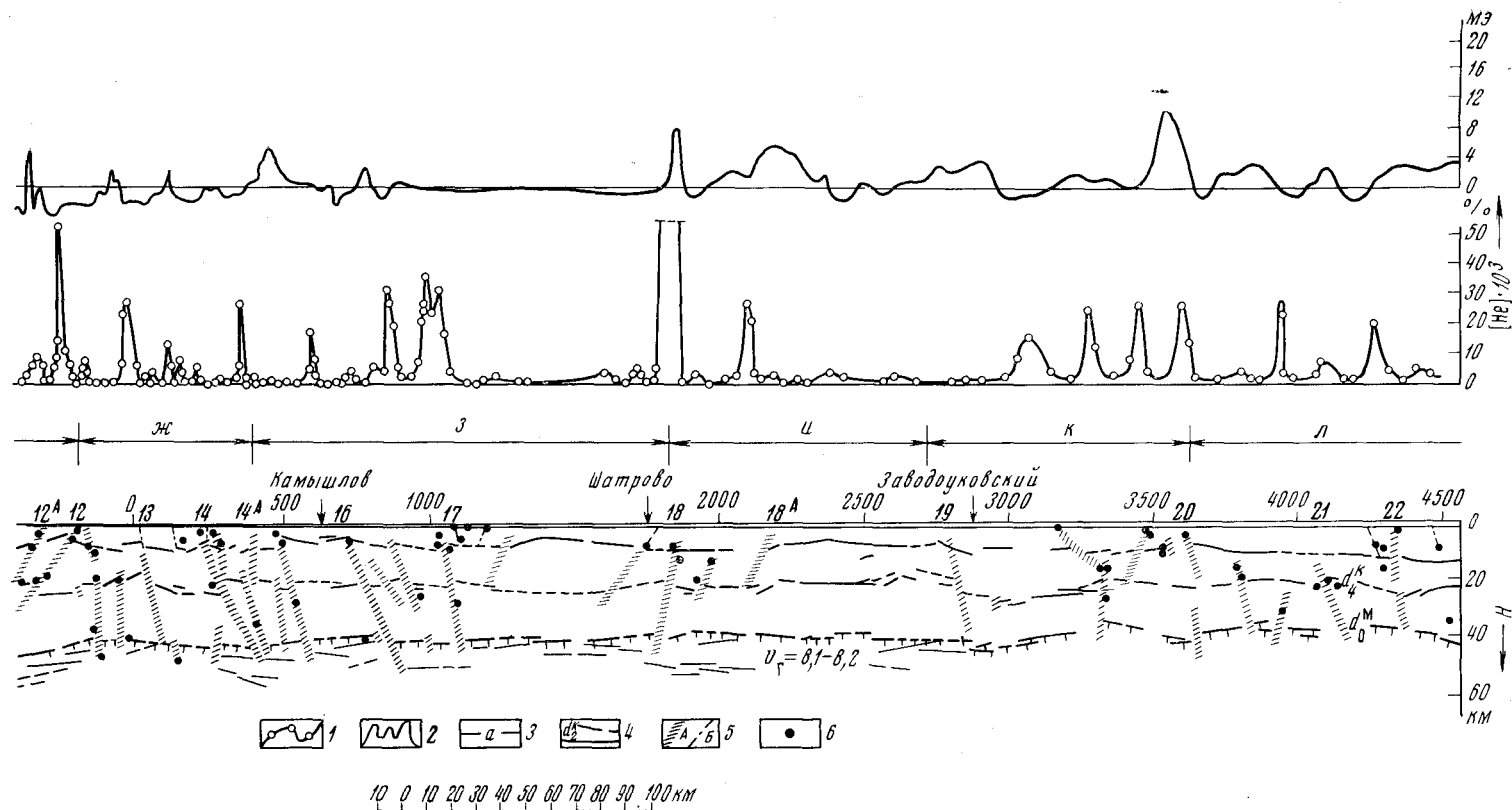


Рис. 1. 1 — график концентраций гелия; 2 — значения вертикальной составляющей магнитного поля; 3 — геологические структуры в обозначениях (⁴): а — Восточная часть Русской платформы, б — Предуральский прогиб, в — Западно-Уральская зона палеозойской складчатости, г — Центрально-Уральское поднятие, д — Тагил-Магнитогорский прогиб, е — Восточно-Уральское поднятие, ж — Восточно-Уральский прогиб, з — Зауральское поднятие, и — Тюменско-Кустанайский прогиб, к — Тобольский сложный вал, л — Вагай-Ишимский полусвод; 4 — поверхности раздела в земной коре: d_2^K — поверхность древнего фундамента, d_4^K — поверхность базальтового слоя; d_0^M — поверхность Мохоровичича, v_r — граничная скорость в км/сек; 5 — глубинные разломы (А), разрывные поверхности и нарушения (Б); 6 — точки дифракции

При сопоставлении будем исходить из сейсмогеологического разреза. Наиболее крупные разломы, имеющие глубокое заложение, пронумерованы и их число (включая разломы с литерными обозначениями) равно 26.

Семнадцать разломам соответствуют гелиевые аномалии с концентрацией более $10 \cdot 10^{-3}$ об.%. Пять разломов отмечаются меньшими аномалиями и четыре разлома 5, 9, 15 (пикет 500) и 19 не выявлены гелиевым методом. Это может быть связано с «залоченностью» этих разломов и их относительно малой водопроницаемостью. Вообще число разрывных нарушений по сейсмическим данным значительно больше, чем отмечается гелиевым методом. Однако практически все гелиевые аномалии увязываются с разломами. Исключение составляет только аномалия около Камышлова. Очень высокая аномалия в 0,19 об.% восточнее д. Шатрово отмечает так называемый Владимирско-Каргопольский глубинный разлом, который фиксирован цепочкой интрузий ультраосновного состава (⁶). По ГСЗ (см. рис. 1) здесь имеются два разлома, приуроченных к границе Зауральского поднятия и Тюменско-Кустанайского прогиба.

Обычно столь высокие концентрации характерны только для пересечений разломов (²).

Проведенное сопоставление с данными сейсмометрии показывает, что гелиевый метод дает большую и, по-видимому, однозначную информацию о дизъюнктивных нарушениях земной коры, т. е. каждой аномалии содержания гелия соответствует разрывное нарушение. Обратное утверждение неверно.

Гелиевой съемкой, произведенной вдоль Свердловского профиля глубинных сейсмических зондирований, установлено, что высокие концентрации приурочены преимущественно к крупным разломам глубокого заложения. При региональном изучении глубинного строения земной коры целесообразно комплексно использовать сейсмические методы с гелиевой съемкой, которая позволяет обнаруживать погребенные разломы и, таким образом, местоположения выхода разломов в приповерхностной части разреза. Это может служить привязкой для дальнейшего прослеживания разломов в толще коры и в верхней мантии сейсмическими методами. Такое комплексное использование ускорит интерпретацию геофизических данных и повысит достоверность выделения разломов.

Институт геофизики
Уральского научного центра Академии наук СССР

Поступило
7 VII 1972

Уральское территориальное геологическое управление
Министерства геологии РСФСР
Свердловск

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. П. Булашевич, В. Н. Башорин, ДАН, 193, № 3, 573 (1970). ² Ю. П. Булашевич, В. Н. Башорин, ДАН, 201, № 4, 840 (1971). ³ Н. И. Халевин, В. С. Дружинин, В. В. Долгих, В сборн. Глубинное строение Урала, «Наука», 1968. ⁴ В. С. Дружинин, В. М. Рыбалка, Н. И. Халевин, В сборн. Глубинное строение Урала, «Наука», 1968. ⁵ Н. И. Халевин, В сборн. Связь поверхностных структур земной коры с глубинными, Киев, 1971. ⁶ И. Д. Соболев, Геология СССР, 12, ч. 1, кн. 2, М., 1969.