

УДК 550.2+550.3+550.4

ГЕОФИЗИКА

Член-корреспондент АН СССР А. И. ТУГАРИНОВ,
С. С. САРДАРОВ

ИЗМЕНЕНИЯ В ГЛУБИННЫХ ПОТОКАХ РАДИОГЕННЫХ ГАЗОВ КАК СЛЕДСТВИЕ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Как известно, для объяснения современного содержания гелия, аргона и других инертных газов в воздушной атмосфере Земли предполагается, что существуют восходящие потоки этих газов из недр Земли к поверхности. Настоящая заметка посвящена экспериментальному доказательству этого предположения на основе изучения режима выделения глубинных газов в зависимости от упругого состояния верхних участков земной коры.

Расчеты показывают, что изменение отношения потоков двух газов, различающихся термодинамическими свойствами, характеризует изменение действующего на-

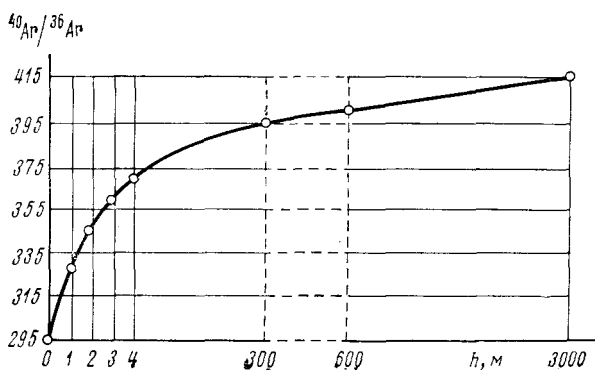


Рис. 1. Изменение изотопного состава аргона с глубиной

пряжения, тогда как изменение общего потока этих газов отражает изменение проницаемости изучаемой среды за счет образования новых микро- и макротрещин. Этот факт в сочетании с тем, что Ar и He в природных условиях не вступают в химические связи с окружающими веществами, позволяет использовать эти газы в качестве источников информации, необходимой для оценки

возникновения и изменения процессов деформации, происходящих в недрах Земли.

Отношение интенсивностей газовых потоков будем в дальнейшем называть коэффициентом дискриминации.

Для изучения режима выделения радиогенных газов (гелия и аргона) в 1973 г. созданы полевые масс-спектрометрические лаборатории у газовых скважин, которые позволяют производить непрерывные круглосуточные анализы концентраций этих газов и которые функционируют и в настоящее время. Лаборатории оснащены масс-спектрометрами отечественного производства (МХ-73-01, ИТИ-7А, МИ-1305) и гелий-аргоновыми установками с титановыми реакторами (¹). Одна лаборатория находится на газовом месторождении Шамхал-Булак, в районе одного из эпицентров сильного Дагестанского землетрясения 14 V 1970 г.; другая лаборатория расположена в нижнем бьефе в настоящее время заполняемого Чиркейского водохранилища. Непрерывно исследуются газовые пробы, отбираемые из специально пробуренных скважин различной глубины — от 3 до 140 м, — в которых смонтированы газовые зонды с вакуумно-герметичными газоотводами к масс-спектрометрическим установкам, и природные газы, выходящие из газовых скважин глубиной от 250 до 3200 м.

Наличие потока аргона убедительно доказывается изменением отношения содержания изотопов ^{40}Ar и ^{36}Ar с глубиной (рис. 1), а наличие потока гелия подтверждается его накоплением под газовым зондом до концентраций, отличных от его концентрации в воздухе. В зависимости от геологиче-

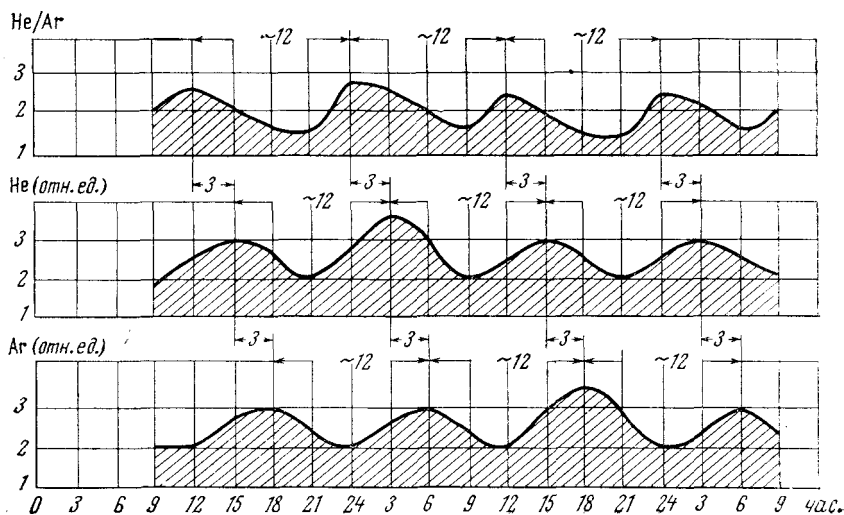


Рис. 2. Суточные изменения интенсивностей глубинных потоков гелия и аргона

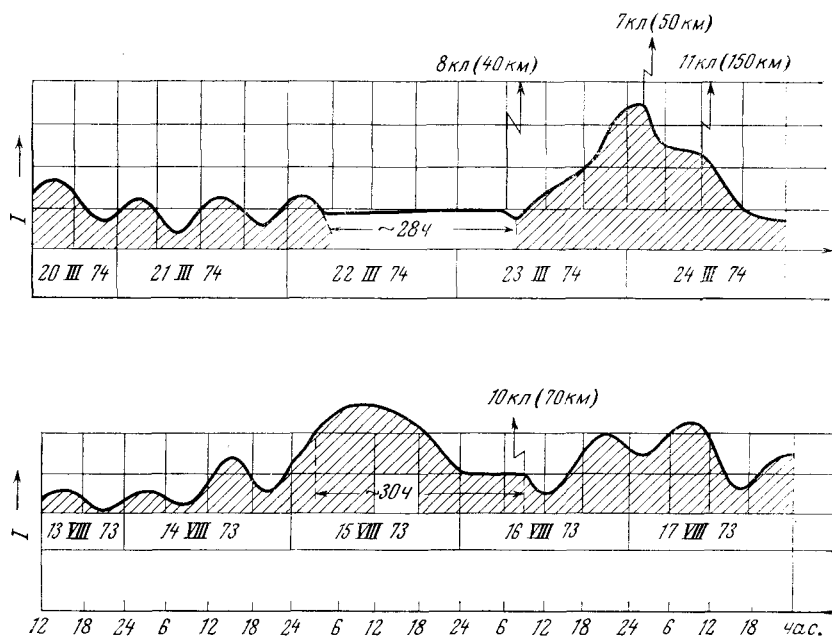


Рис. 3. Изменения глубинных потоков радиогенных газов, предшествующие землетрясениям

ского строения места отбора газов потоки газов могут быть различными, однако в изменениях их интенсивностей во времени наблюдается одинаковая периодичность, которая в сейсмически спокойные периоды описывается полигармонической функцией (рис. 2).

Ошибка измерений концентрации гелия и аргона не превышает 3% и, как правило, на порядок и более меньше амплитуды их колебаний; поэтому в ряде случаев для выявления больших периодов колебаний интенсив-

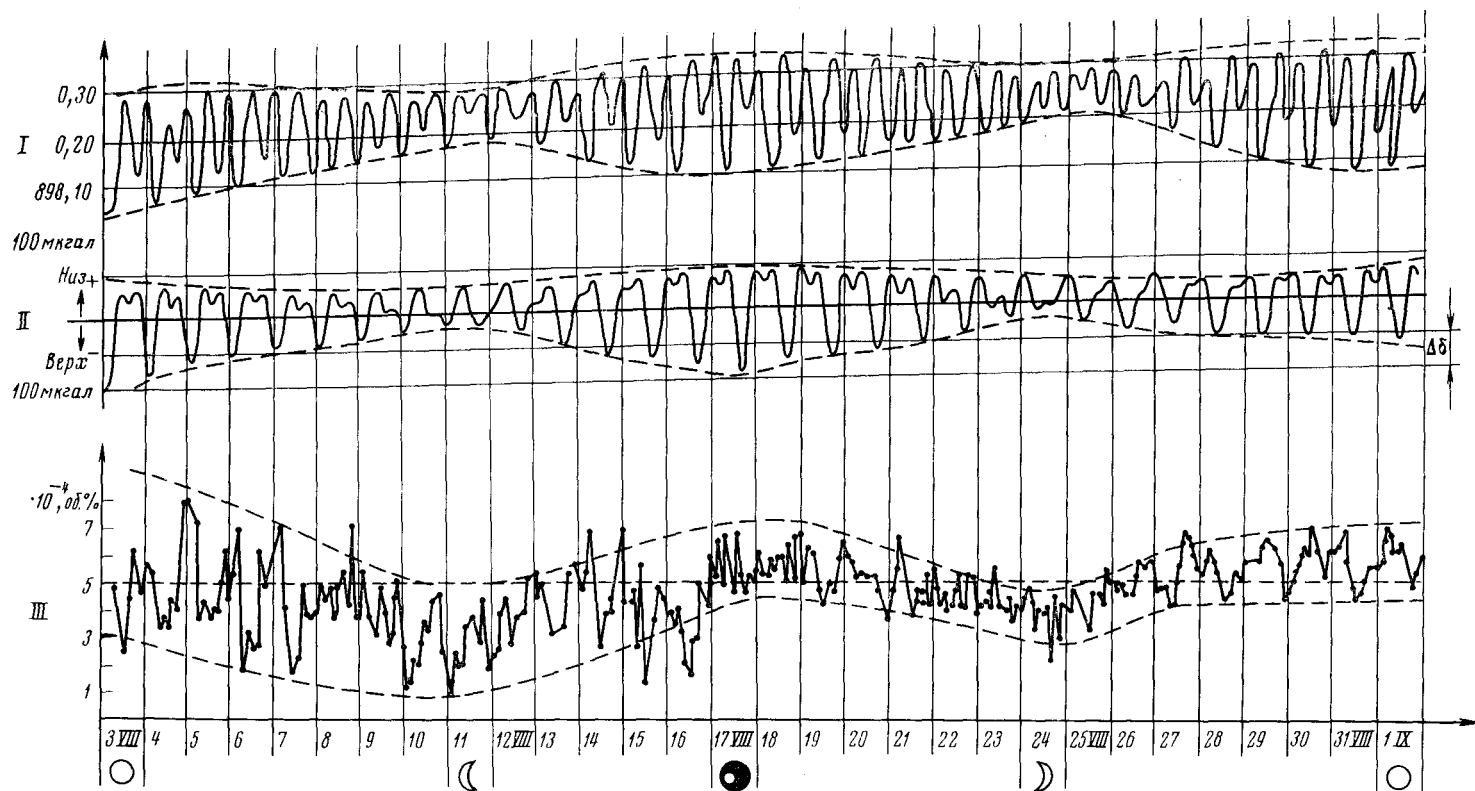


Рис. 4. Суточные и месячные изменения уровня воды в глубоком колодце (I), силы тяжести (II) и интенсивности глубинного потока газа (III)

ности глубинных потоков газов не требовалась специальная математическая обработка. На рис. 4 сопоставлены суточные вариации силы тяжести, уровня воды в глубоком колодце в Центральной Африке, где практически отсутствует влияние морских приливов ⁽²⁾, и интенсивности газовых потоков в газовых скважинах Дагестана по нашим анализам, приведенные для одного синодического месяца. Очевидна хорошая корреляция газового потока с приливно-отливными деформациями. Максимальные амплитуды суточных колебаний уровня воды, силы тяжести и максимальная интенсивность выделения глубинного газового потока приходится на новолуние и полнолуние, а минимальные — на лунные квадратуры. Математическая обработка экспериментального материала, выполненная на ЭВМ, выделила четырехчасовые, полусуточные и суточные гармоники. Все это позволяет считать колебания интенсивности гелия, аргона и его изотопов проявлением приливно-отливных процессов в режиме выделения этих газов.

В моменты, предшествующие землетрясению, происходят медленные накопления упругих деформаций. При этом средний фон, около которого происходят приливные колебания газов, возрастает (рис. 3). Если одновременно изменяется коэффициент дискриминаций, то, как правило, наблюдается подземный толчок. Таким образом, с вероятностью 60—70% удается предсказывать тектонические явления за 6—30 час. до их сейсмического проявления.

Институт геологии
Дагестанского филиала Академии наук СССР
Махачкала

Поступило
6 II 1975

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского
Академии наук СССР
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ С. С. Сарбаров, Авт. свид. СССР, № 232404, 1968. ² П. Мельхиор, Земные приливы, М., «Мир», 1968.