

О. М. РОЗЕН, И. Н. ЯНИЦКИЙ

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ТЕКТОНИКИ КОКЧЕТАВСКОГО ДОКЕМБРИЙСКОГО МАССИВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИННОГО ПОТОКА ГЕЛИЯ

(Представлено академиком А. В. Сидоренко 29 I 1973)

В тектоническом анализе геологических структур весьма существенным моментом является определение глубин максимального проявления тектоногенерирующих факторов или тех уровней, на которых располагаются очаги тектонических процессов. Определенные новые перспективы в этом направлении открывает изучение распределения концентраций гелия в приповерхностном слое земной коры. Кокчетавский массив явился одним из первых объектов, где результаты подобного изучения могут быть представлены в виде карт изоконцентраций (рис. 1, 2).

Наиболее древними здесь являются глубокометаморфизованные кристаллические породы зерендинской серии, главный этап метаморфизма

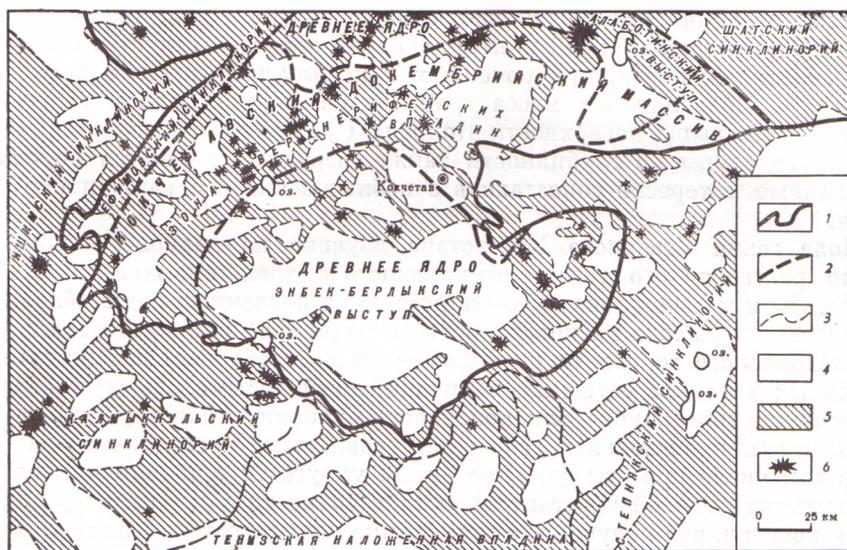


Рис. 1. Основные структурные элементы Кокчетавского докембрийского массива с его обрамлением и строение поля гелия. 1 — граница массива; 2 — границы элементов внутреннего строения массива; 3 — границы герцинских наложенных впадин; 4–6 — интенсивность поля гелия (об. %): 4 — <math>< 0,0005</math>; 5 — $0,0005-0,125$, 6 — $> 0,125$

которых в условиях гранулитовой и эклогитовой фаций прошел ранее чем 1,6 млрд лет назад. В интервале 1,4—1,0 млрд лет они подверглись гранитизации в условиях амфиболитовой фации, следствием чего оказалось широкое проявление мигматитов и гнейсов и формирование крупных антиклинальных структур — гранито-гнейсовых куполов (⁹⁻¹¹). Этот сложный комплекс образует в настоящее время древнее ядро массива, обнажающееся на дневной поверхности в виде отдельных выступов (рис. 1). Позднее, в интервале от 1,6 до 1 млрд лет назад, на западе и востоке массива (в его современной конфигурации) отлагались основные вулканиты и со-

проводящие их породы ниже-среднерифейской ефимовской серии, слагающие синклиории Ефимовский и Шатский (рис. 1), а в верхнем рифее были широко распространены кислые вулканиты и мощные толщи кварцевых песчаников, образовавших зоны наложенных впадин (рис. 1) (10). К перерыву, датируемому в 1,0 млрд лет, приурочена вспышка гранитизации, вызвавшая новообразования мигматитов и гнейсов с дальнейшим развитием и воздыманием сформировавшихся ранее гранито-гнейсовых куполов (11).

К концу докембрия, вероятно к вендскому времени, относится формирование Кокчетавского массива в контурах, близких к современным, когда по глубоким расколам он отделился от каледонских геосинклиналей, выполненных вулканогенными и терригенными отложениями нижнего палеозоя и образовавших Ишимский, Колмыккульский и Степнякский синклиории. Пограничные разломы служили каналами проникновения магматических расплавов в течение почти всего каледонского этапа, а докембрийский массив являлся областью сноса в обрамляющие прогибы (2) и играл в этот отрезок геологического времени роль стабильного среднего массива. Два пароксизма гранитообразования — в нижнем ордовике и девоне — привели к палингенезу гранитоидов в пределах древних гнейсовых куполов и к интрузии гранитов в рифейские и палеозойские отложения (12). В среднем, а главным образом в верхнем палеозое сформировались существенно терригенные наложенные впадины, главной из которых является Тенизская (рис. 1).

Говоря о глубинах заложения структур, мы можем предполагать, что разломы, ограничивающие ниже-среднерифейские и каледонские геосинклинали, достигали верхней мантии. Об этом свидетельствует и появление ультраосновных пород, приуроченных к началу каледонского этапа развития (8). Подавляющая масса гранитоидов формировалась в пределах земной коры, выше поверхности Конрада (6). Другие разнообразные элементы структуры по глубинности также, вероятно, являются коровыми. Эти данные интересно сопоставить с наблюдающимися вариациями поля гелия.

Поле гелия Северного Казахстана изучено по наиболее подвижной форме растворенного газа, мигрирующего с трещинно-жильными водами (5). Съемка выполнена путем опробования подземных вод в области их естественного выхода на поверхность (в родниках) или путем зондирования водоносного горизонта по колодцам и водозаборным скважинам. На отдельных участках сгущение съемочной сети достигалось опробованием скважин картировочного или поискового бурения. Анализ растворенного в воде гелия производился усовершенствованными экспрессными методами, в том числе прямым фиксированием упругости при помощи полевых индикаторов высокой чувствительности и точности (5). Анализ распределения показал, что полученные при съемке концентрации гелия отражают сильно варьирующий в пространстве, но достаточно стабильный во времени глубинный его поток (3-5).

Общее распределение потока гелия (рис. 1) показывает, что Кокчетавский массив заметно отличается от окружающих каледонид: его поля более контрастны, здесь обширнее площади фоновых значений и интенсивнее аномалии. Однако оказывается, что другие тектонические элементы более мелких порядков как внутри массива, так и в окаймляющих каледонидах в поле гелия не выявляются. В пределах массива гранитоиды в подавляющем большинстве случаев характеризуются наименьшими потоками гелия, и эти потоки не обнаруживают никакой связи с ультраосновными и основными интрузиями.

Разрывные нарушения, картируемые по наблюдаемым на местности изменениям горных пород, лишь в отдельных случаях обнаруживают отчетливое повышение гелиевого потока. Это характерно, например, для субширотной Заборовской зоны (I на рис. 2), которая возникла в верхнем

докембрии и вдоль которой резко несогласно на подстилающих отложениях дорифейского фундамента залегают верхнерифейские кварцито-песчаники (⁽¹⁾, стр 82, рис. 2). Далее к западу участок повышенного потока гелия совпадает с северо-восточным разломом (рис. 2), рассекающим гранитоиды и являющимся, по-видимому, гораздо более молодым. К такому же типу может быть отнесена зона юго-западнее г. Красноармейска (II на рис. 2). В самом начале палеозоя, вероятно, была заложена зона

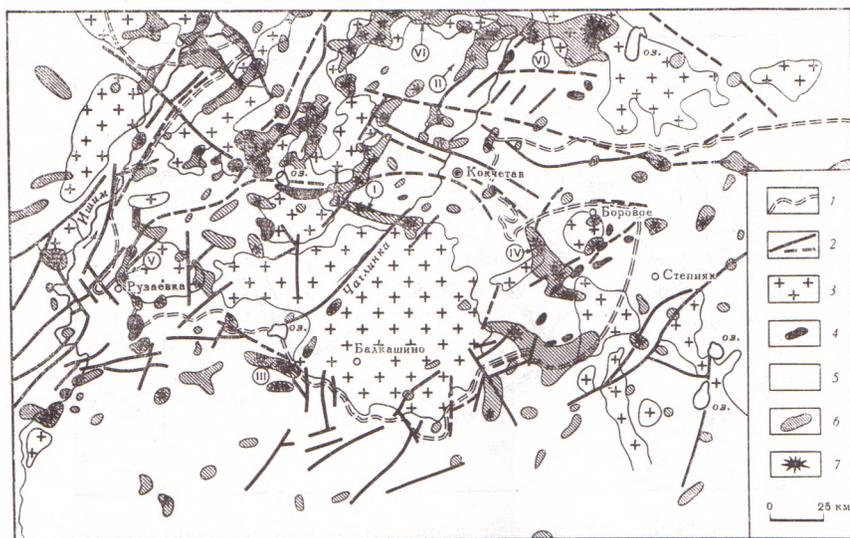


Рис. 2. Гранитоиды и основные разрывные нарушения Кокчетавского докембрийского массива и положение гелиевых аномалий (I—VI). 1 — граница массива; 2 — разрывные нарушения; 3 — гранитоиды; 4 — интрузии основных и ультраосновных пород, 5—7 — интенсивность поля гелия (об. %): 5 — $<0,0125$, 6 — $0,0125-0,125$; 7 — $>0,125$

разломов вдоль южного обрамления Кокчетавского массива, к которой приурочена аномалия III. Однако подавляющая масса других родственных структур, например разлом по р. Чаглинке, совсем не проявляют себя в этом потоке гелия. Вместе с тем некоторые аномалии (например, IV и V) обнаруживают отчетливое отсутствие связи с геологической структурой поверхности и пересекают вкрест простирания докембрийские и палеозойские толщи, а также гранитоиды и разновозрастные разломы. Северная часть рассматриваемой территории в значительной мере перекрыта отложениями мезозоя и кайнозоя, достигающими здесь мощности 200 м. Поэтому расплывчатая форма аномалии VI может быть связана с перераспределением гелия в отложениях чехла прилегающей с севера Западно-Сибирской плиты.

Очевидно, что особенности строения наблюдаемого поля гелия не обнаруживают прямой связи с основными элементами тектонической структуры земной поверхности. Поэтому естественно рассмотреть положение аномалий и их осей вне связи с приповерхностной геологической структурой. Такой подход позволяет геометризовать расположение аномалий и выявляет достаточно отчетливую сеть современных зон повышенной проницаемости, по которым локализован глубинный гелиевый поток (рис. 3).

Совпадение отдельных фрагментов этой сети с неотектоническими ⁽¹⁾ и древними, в том числе и докембрийскими, разломами указывает, очевидно, на повторяемость в прошлом процесса формирования диагональных и ортогональных макротрещин (систем зон проницаемости), по-видимому, возникавших и подновлявшихся на отдельных участках в более ранние периоды стабилизации региона. Подобные современному периодам стаби-

лизации в принципе характеризуют равновесное «жесткое» состояние в системе гранитный слой — базальтовый слой — верхняя мантия*.

По-видимому, именно это состояние определяет возможность появления закономерностей системы пересекающихся нарушений сплошности, независимой от наблюдаемой на поверхности (в пределах гранитно-осадочного слоя) геологической структуры и обусловленной, очевидно, единой причиной, связанной с некоторыми общими внешними факторами. Мы предполагаем, что таким главным фактором являются ротационные осо-

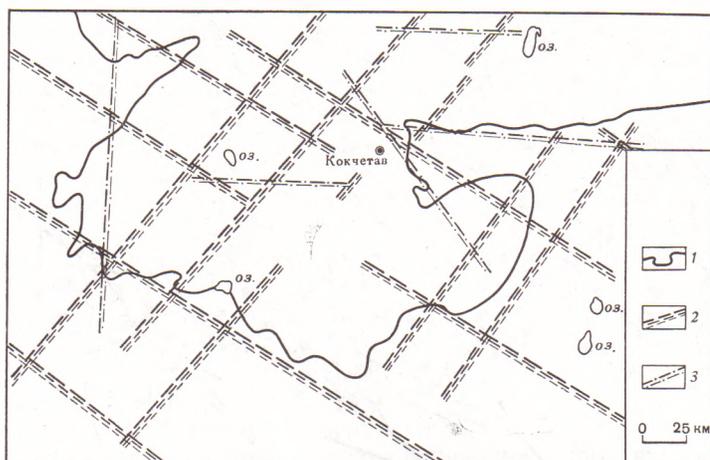


Рис. 3. Зоны повышенной проницаемости в пределах Кокчетавского докембрийского массива и его обрамления по данным исследованного в приповерхностном слое поля гелия. 1 — контур массива; 2 — главные зоны повышенной проницаемости; 3 — второстепенные зоны повышенной проницаемости

бенности вращения Земли (7), вызывающие волнообразные движения крупных участков земной коры и — даже в стабильных тектонических условиях — приводящие к появлению системы нарушений сплошности коры, закономерно ориентированной по отношению к земным полюсам.

Подводя итоги сказанному, следует прийти к выводу, что исследование распределения потока гелия позволяет фиксировать системы зон повышенной проницаемости, функционировавшие периодически в отдельных своих фрагментах, начиная по крайней мере с позднекембрийского времени и являющиеся в ряде случаев рудоуправляющими. Очевидно, что исследования наблюдаемого потока гелия обладают большой информативностью для изучения земных недр. Они позволят, вероятно, глубже понять в дальнейшем некоторые глобальные факторы тектоники Земли.

Поступило
10 I 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. И. Бабак, Геотектоника, № 6 (1969). ² Е. А. Бабичев и др. Вестн. Московск. унив., сер. геол., № 1 (1968). ³ Ю. П. Булашев, В. Н. Башорин, ДАН, т. 193, № 3 (1970). ⁴ В. С. Голубев и др., Геохимия, № 1, 1341 (1970). ⁵ А. Н. Еремеев и др., В сборн. Геохимические методы при поисках и разведке рудных месторождений, в. 5, М., 1971. ⁶ О. Д. Иванов и др., В кн. Геотектоническое районирование Казахстана по геофизическим данным, М., 1969. ⁷ Ю. А. Косыгин, Геотектоника, «Наука», 1968. ⁸ Н. П. Михайлов, В кн. Магматизм и метаморфизм Восточного Казахстана, Алма-Ата, 1965. ⁹ О. М. Розен, В кн. Магматизм и метаморфические образования Вост. Казахстана, Тр. I Казахского петрогр. совещ., Алма-Ата, 1968. ¹⁰ О. М. Розен, Изв. АН СССР, сер. геол., № 7 (1971). ¹¹ О. М. Розен, В кн. Стратиграфия докембрия Казахстана и Тянь-Шаня, Матер. Карагандинск. стратиграфич. совещан., М., 1971. ¹² О. М. Розен, В. И. Серых, Геохимия, № 9 (1969).

* Под терминами «гранитный» и «базальтовый» здесь подразумеваются физические параметры состояния, а не химический состав.