

А. А. ВАЛЬТЕР, В. П. БРЯНСКИЙ, В. А. РЯБЕНКО,
Евг. Е. ЛАЗАРЕНКО

О ВЗРЫВНОЙ (МЕТЕОРИТНОЙ) ПРИРОДЕ ЗЕЛЕНОГАЙСКОЙ СТРУКТУРЫ НА УКРАИНСКОМ ЩИТЕ

(Представлено академиком В. С. Соболевым 19 XII 1975)

При проведении геолого-геофизических исследований в Кировоградской обл. близ с. Зеленый Гай была выявлена четкая, почти изометричная (диаметр около 2,5 км) аномалия минимума силы тяжести. Бурением установили (¹), что аномалия обусловлена локальной котловиной в кристаллическом фундаменте. Под обычным для района разрезом кайнозойских отложений (0—58 м) были вскрыты своеобразные породы, выполняющие структуру:

1. Глина пестрая, комковатая, с обломками мигматитов, гнейсов и нижележащих брекчий. 58,0—93,0 м
2. Песчаник полевошпато-кварцевый, светло-серый, разнозернистый, с угловатыми зернами, содержащий валуны (до 0,5 м) нижележащих мигматитов и брекчий. 93,0—109,7 м
3. Брекчия дресвяная мигматитов и гнейсов с обломками до 0,2 м 109,7—118,0 м
4. Брекчированный мигматит. 118,0—119,7 м
5. Брекчия щебневая мигматитов. 119,7—125,0 м
6. Брекчированный мигматит. 125,0—135,0 м
7. Брекчия валунная с валунами мигматитов до 1 м (70%) и грубо-зернистым песчанистым материалом. 135,0—195,0 м
8. Мигматит биотитовый, серый, порфиобластический, кировоградского типа, интенсивно брекчированный. 195,0—215,0 м

При микроскопическом изучении брекчий и обломков пород в них были установлены признаки ударного метаморфизма минералов: планарные структуры в зернах кварца и полевого шпата, диаплектовые стекла с тонкоагрегатной раскристаллизацией по кварцу и полевым шпатам, раздробленные зерна полевых шпатов с развернутыми фрагментами кристаллов, зерна плагиоклаза с изогнутыми двойниковыми швами и пониженным двупреломлением, зоны смятия в биотите и калиевом полево шпате. В брекчии присутствуют также обломки гетерогенных пузырчатых стекол плавления.

Поскольку наличие кристаллографически закономерно ориентированных планарных элементов (плоскостных систем) в зернах кварца признали наилучшим критерием ударного метаморфизма (^{2, 3}), изучили эти образования и в брекчии Зеленогайской впадины. Планарные элементы относятся к типу декорированных (³), т. е. представляют собой частые параллельные плоскости, декорированные микронными включениями. При увеличении оптического микроскопа декорированные планарные элементы выглядят как сплошные тонкие трещинки (рис. 1).

В исследованных образцах брекчии (глубина 110—115 м) размеры зерен кварца составляют от 0,05 до 1,5 мм. Около 20% зерен кварца содержат планарные элементы. Количество систем планарных элементов для одного зерна колебалось от 1 до 5, составляя в среднем: 2,0 для зерен крупнее 0,5 мм, 1,5 — для зерен размером 0,5—0,1 мм (главная масса зерен) и 1,3 — для зерен менее 0,1 мм. Для всех зерен среднее число систем составило 1,6; средняя плотность декорированных плоскостей 70 мм⁻¹.



Рис. 1. Ударно метаморфизованный кварц с планарными элементами по $10\bar{1}3$ в аллогенной брекчии Зеленогайской структуры (скв. № 5286, глубина 110 м)

Ориентировка планарных элементов устанавливалась по принятой методике путем измерения на федоровском столике угла между оптической осью кварца и полюсами систем плоскостей планарных элементов для каждого зерна. Измерили ориентировку 133 систем планарных элементов в 83 зернах. Гистограмма распределения значений углов (рис. 2) демонстрирует отчетливый максимум с вершиной в интервале $20-25^\circ$. Элементарная математическая обработка статистики замеров, аналогичная описанной в (4), выявила хорошее совпадение наблюдаемого распределения величин углов в интервале $8-38^\circ$ с нормальным законом. Для этого интервала среднее значение составляет $22,6 \pm 5,6^\circ$, т. е. практически совпадает со значением угла $[0001]:P_{\omega-(10\bar{1}3)} = 22,95^\circ$. Таким образом, данные измерений ориентировки планарных элементов свидетельствуют о том, что более 70% систем имеют ω -ориентировку. На гистограмме (рис. 2) присутствуют также слабые максимумы, которые могут быть сопоставлены с углами $[0001]:P_{\{0001\}} = 0$; $[0001]:P_{\{21\bar{1}3\}} = 47,7^\circ$ и $[0001]:P_{\{51\bar{6}1\}} = 81,9^\circ$.

ω -Ориентировка планарных элементов встречена только в ударно метаморфизованном кварце метеоритных и искусственных взрывных кратеров и соответствует пиковым давлениям $120-200$ кбар (3, 5). Характерно для ударно метаморфизованного кварца и присутствие планарных элементов иных ориентировок, отмечающихся в нашем случае.

Диаплектовые (твердые) стекла, образующиеся при высоких шоковых нагрузках без плавления минералов с сохранением внешней формы кристаллов, отмечены по зернам кварца и полевых шпатов в ряде образцов изученной брекчии. Особенно типичен в этом отношении небольшой обломок биотитового гнейса, встреченный на глубине 114,5 м. Здесь кварц и полевые шпаты полностью превращены в диаплектовые стекла, подвергшиеся последующей частичной раскристаллизации с образованием агрегатов мельчайших кристалликов. В то же время изменение зерен биотита из этой породы ограничивается лишь образованием зон смятия. Подобный характер ударного метаморфизма биотитовых гнейсов отмечался ранее в других кратерах (6). Полное превращение кварца и полевых шпатов

в диаплектовое стекло происходит при пиковых давлениях, превышающих 350 кбар (⁷).

Ассоциации обломков гетерогенных стекол плавления с минералами, несущими характерные признаки ударного метаморфизма, позволяет рассматривать эти стекла как образовавшиеся в результате квазиадиабатического сжатия горных пород при взрыве, что свидетельствует о давлении ударной волны, превышающем 0,5 Мбар.

Ряд геологических и геофизических признаков структуры (крупные глыбы в брекчии, отрицательная гравитационная аномалия и др.) также характерны для метеоритных кратеров.

В связи с этим природа вскрытых при бурении отложений интерпретируется следующим образом. Песчано-глинистые породы в интервале 58–109,7 м являются осадками кратерного озера. Полимиктовый характер брекчии в интервале 109,7–125 м позволяет отнести ее к аллогенной. Под глыбой мигматита (125–135 м) вскрыта брекчия (135–195 м), носящая, очевидно, аутигенный характер. Размер кратера по имеющимся данным можно оценить лишь ориентировочно.

Для большинства астроблем поперечник геофизических аномалий, вследствие значительных изменений вмещающих пород (дробление и др.), примерно в два раза превышает диаметр кратера, который, таким образом, может быть оценен для Зеленогайской структуры примерно в 1,3 км. Если принять глубину кратера 200 м, то, исходя из зависимости Р. Б. Болдуина (⁸), диаметр его следует считать за 1,4 км.

В последнее время установлен взрывной характер Болтышского (^{9–11}) и Ротмистровского кратеров, расположенных на одной линии с Зеленогайским кратером примерно на одинаковом расстоянии, около 40 км, между ними. Одновозрастность этих структур весьма вероятна (мел). Поэтому можно предполагать, что эта группа кратеров образовалась одновременно в результате падения фрагментов метеорита, расколовшегося благодаря градиенту земных гравитационных сил или приливно-отливным силам. Подобная картина наблюдается в Рисской группе кратеров (¹²) и во многих других случаях на Земле и Луне. Для окончательного выяснения этого вопроса необходимо более тщательное изучение разреза кратерных осадков.

Институт геологических наук
Академии наук УССР
Киев

Поступило
19 XII 1975

Трест «Киевгеология»

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. П. Бранский, Л. М. Фролова, В сб.: Геология и полезные ископаемые Украины, «Наукова думка», 1975.
- ² Н. М. Шорт, В сб.: Взрывные кратеры на Земле и планетах, М., «Мир», 1968, стр. 30.
- ³ W. Engelhardt, W. Bertch, Contrib. Mineral. and Petrol., v. 20, № 3, 203 (1969).
- ⁴ А. А. Вальтер, В сб.: Типоморфизм кварца Украины, «Наукова думка», 1974, стр. 64.
- ⁵ W. F. Müller, M. Z. Defourneaux, Zs. Geophys., B. 34, № 5, 483 (1968).
- ⁶ N. M. Short, Geol. Soc. Am. Bull., v. 81, № 3, 609 (1970).
- ⁷ D. Stöffler, U. Hornemann, Meteoritics, v. 7, № 3, 371 (1972).
- ⁸ Р. Б. Болдуин, В сб.: Взрывные кратеры на Земле и планетах, М., «Мир», 1968, стр. 222.
- ⁹ В. А. Голубев, Г. М. Карпов, В. А. Поповиченко, Доп. АН УРСР, сер. Б, № 1, 10 (1974).
- ¹⁰ Ю. Ю. Юрк, Г. К. Ерьоменко, Ю. А. Полканов, Доп. АН УРСР, сер. Б, № 3, 244 (1974).
- ¹¹ В. Л. Масайтис, Геологические последствия падений кратерообразующих метеоритов, «Недра», 1973.
- ¹² D. Storzer, W. Gentner, F. Steinbrunn, Earth and Planetary Sci. Lett., v. 13, № 1, 76 (1971).