

А.А. Краснобаев, В.А. Давыдов, Е.П. Шулькин, Н.В. Чередниченко

**ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ЦИРКОНОЛОГИИ ГНЕЙСОВ
КОЖУБАЕВСКОГО КОМПЛЕКСА**

Ситуация. Метаморфические породы Кожубаевского комплекса (КК) обрамляют Джабык-Карагайский гранитный массив с севера (рис. 1) и частично с северо-запада; в региональном плане и гнейсы, и граниты входят в структуру Урало-Тобольского антиклинория Восточно-Уральского мегаантиклинория [Мамаев, 1967; Огородников, 1980, 1988; Ферштатер и др., 1984]. Проблема возраста КК – типичная, присущая и другим подобным ему гнейсовым комплексам Урала: геологическая информация такова, что допускает и палеозойский возраст гнейсов, и докембрийский, а геохронологические данные ограничиваются лишь единичными К-Аг датировками в интервале 250–350 млн. лет. Согласно [Огородников, 1980, 1988], региональный ме-

таморфизм гнейсов КК соответствует параметрам амфиболитовой фации; неоднократно проявлялись процессы гранитизации и мигматизации, блоковых перемещений и катаклаза, что привело к появлению многочисленных мелких тел гранитоидов, пегматитов и кварцевых жил. В итоге в пределах самого КК, ограниченного глубинными разломами, парагенезисы амфиболитовой фации сохранились лишь в отдельных участках среди гнейсо-гранитов и гранитов.

Естественно, что в подобных условиях эволюции метаморфических пород изотопные возрастные параметры цирконов не могли оставаться замкнутыми, причем неизбежные их изменения происходили только в сторону омоложения. В настоящее время эта эмпирически

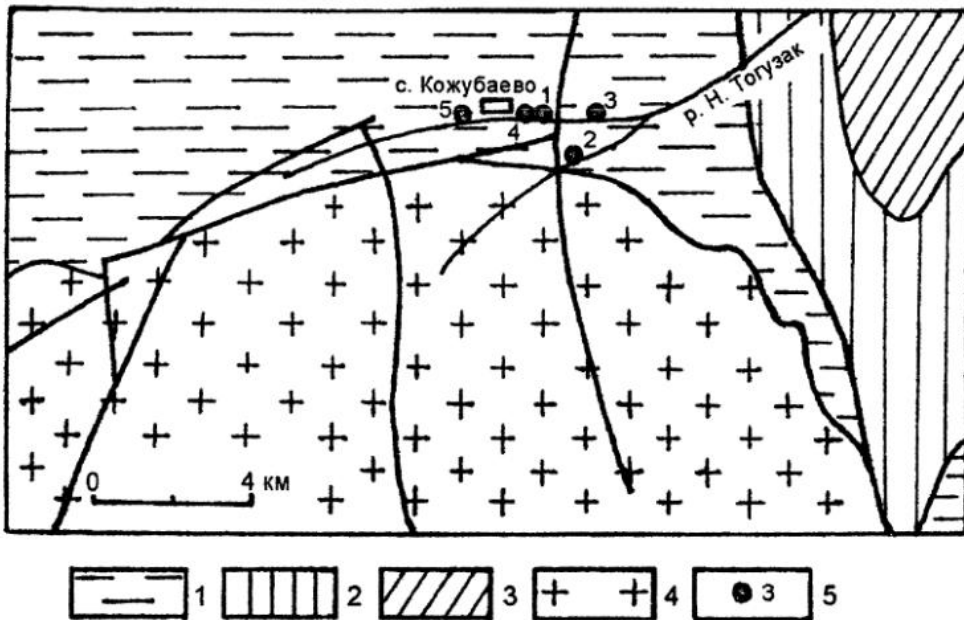


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Кожубаевского комплекса (по материалам геологической съемки 1988–1990 гг; Шалагинов В.В, Шулькин Е.П.).

1. Кожубаевский комплекс (PR_1 ?): гнейсы биотит-амфиболовые, биотитовые, мигматиты, кварциты, гранито-гнейсы. 2. Чулаксайская свита (R_2 ?): кварциты углеродистые, микрокварциты, сланцы. 3. Гиперзиты. 4. Джабык-Карагайский массив: плагиограниты, граниты, пегматиты. 5. Места отбора, номера проб.

установленная традиция приобрела статус закономерного явления, с которым сталкиваются все исследователи метаморфических пород в складчатых системах.

Наибольшей вероятностью получения возрастной информации о ранних этапах существования КК обладает цирконовая геохронология, использующая повышенную устойчивость цирконов к вторичным преобразованиям. Первые результаты по этому вопросу рассматриваются ниже.

Опробование КК представляет довольно трудную задачу. Во-первых, это связано с плохой обнаженностью района, что вынуждает довольствоваться лишь редкими выходами метаморфитов в речных долинах и искусственных задирах (вблизи мостов, плотин и т. п.). Другая сложность диктуется потребностью иметь цирконы из не измененных (практически нереально) или минимально измененных (диафторированных) гнейсов.

Породы, цирконы. Было отобрано пять проб гнейсов (рис. 1), представляющих биотит-амфиболовые (пр. 3) и биотитовые (пр. 1-2, 4-5) разновидности, среди последних наиболее заметными вторичными преобразованиями (следами дробления, наличием новообразованных биотита и калишпата) выделяются пробы 1 и 2. Такой отбор предполагает получение более надежной возрастной информации за счет увеличения "растяжки" ожидаемой дискордии.

По составу все отобранные разновидности гнейсов соответствуют группе плагиигранитов – низкощелочных гранитов (вариации SiO_2 67–74 %, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 3,7–5,1 %, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 0,57–1,12) каликатровой серии, причем максимальные содержания кремнезема и щелочей наблюдаются в гранитизированных разновидностях. В распределении РЗЭ наблюдается незначительное концентрирование легких (La–Nd) лантаноидов, а содержание остальных лишь в 10–15 раз превышает их распространенность в хондритах.

Как и предполагалось, во всех пробах гнейсов присутствуют разнообразные типы цирконов (рис. 2. 1–13), подтверждающая их полигенную (как и самих пород) природу. Анализ фактического материала позволил выделить четыре основных типа цирконов, между которыми проявляются унаследованность, взаимные переходы и различные сочетания, в том числе и в объеме отдельных кристаллов.

К первому (I) типу отнесены кристаллы, для которых характерны прозрачность (!),

однородное строение, округлый облик, изредка с сохранившимися фрагментами огранки, и практически полное отсутствие окраски (рис. 2, 1–3). Сюда же относятся кристаллы (и обломки кристаллов), схожие с описанными, но содержащие различные первичные включения, иногда в значительном количестве. По наличию индивидуальных особенностей цирконы I типа включают магматические (в том числе вулканические) и метаморфогенные разновидности, причем те и другие в различной мере прошли этап хрупких деформаций (дробления) и абразивной (терригенной) обработки. В совокупности это позволяет говорить об эффузивно-осадочном субстрате гнейсов, т. е. принадлежности их к параспородам.

Второй (II) тип цирконов (рис. 2, 8–9) преимущественно связан с преобразованием цирконов I типа посредством дробления, метасоматической проработки, и появления вторичных включений. По-видимому, часть цирконов II типа (мутных, с "неправильным" обликом, серой или коричневатой окраской, часто пятнистой) возникла самостоятельно, т. е. без участия цирконов I типа.

Переход от цирконов I к цирконам II наглядно просматривается на промежуточных кристаллах 4–7 (рис. 2), отражающих все стадии превращения прозрачных однородных индивидов в полигенные мутные разновидности. Этот процесс обычно сопровождается возрастанием U, а иногда и потерями радиогенного Pb, что и приводит к занижению датировок. Кроме того, вхождение в цирконы II типа посторонних примесей увеличивает содержание обыкновенного Pb, что также затрудняет получение объективной возрастной информации.

Цирконы I, II и промежуточных типов составляют основу в пробах 3–5, причем доля I типа в них не превышает 8–10%, что является прямым признаком интенсивного диафтореза гнейсов. Гранитизация гнейсов (пробы 1–2) приводит к появлению в них цирконов III типа (рис. 2, 10–13), которые по своим признакам (отчетливый идиоморфизм, зональность, переменная окраска, обусловленная ростом в эволюционирующей среде, большое удлинение, достигающее 5–6) сопоставимы с магматогенными цирконами гранитоидов абиссальной фации. В цирконах III типа часто присутствуют вроски (первичные) биотита, а также различные мелкие "не диагностируемые" включения. Особое значение приобретает наличие "ядер"

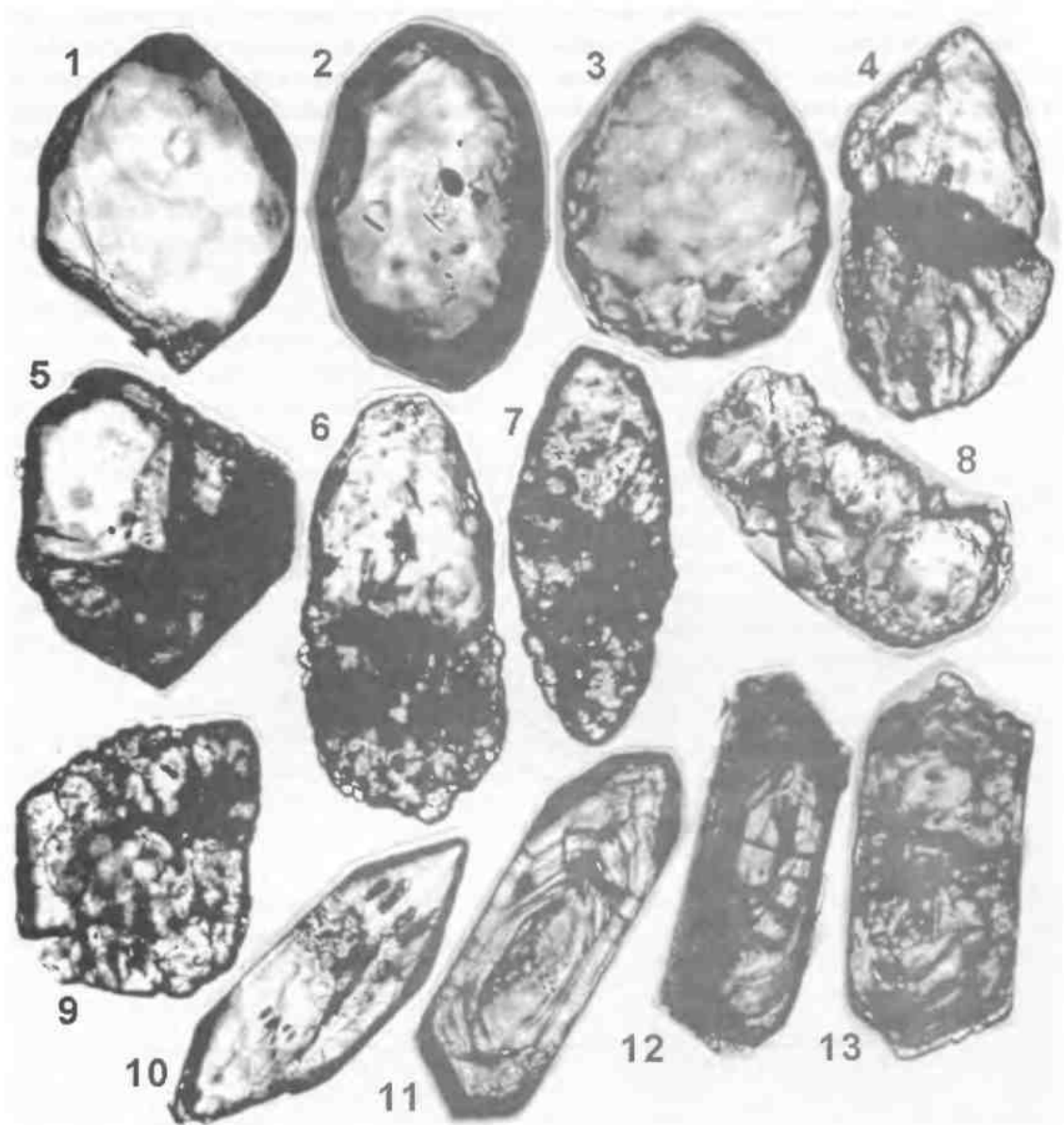


Рис. 2. Морфологические особенности цирконов из гнейсов Кожубаевского комплекса. X 150–200. Объяснение в тексте.

(рис. 2, 11–12), часть которых представлена цирконами I типа, сохранившими свою трещиноватость под новообразованной оболочкой. Некоторых кристаллов III типа также коснулось и дробление, и метасоматическое преобразование (рис. 2, 12–13).

К IV типу относятся цирконы, представленные мелкими новообразованиями (бугорки, корочки, гребни), появившимися на поверхно-

стях цирконов предыдущих типов (рис. 2, 3, 6, 8, 13). Вещественный (объемный) вклад цирконов IV типа невелик, но они имеют важное генетическое значение, ибо свидетельствуют о заключительных (после появления цирконов III типа) процессах минералообразования, которые происходили во всех разновидностях метаморфических пород.

Представленный материал по гетероген-

ности цирконов определяет схему подготовки фракции для изотопных исследований. Сочетание методов сортировки и обогащения, дополненных ручной разборкой, позволяет выделить фракции, максимально отвечающие I и II типам. Связующим звеном между ними могут выступать "промежуточные" кристаллы. Чистота (стерильность) выделения цирконов I типа, определяет успех всех операций по датированию метаморфических пород КК.

Результаты. В таблице и на рис. 3 представлены все аналитические данные. Применяемые методы анализа цирконов и обработки аналитических данных соответствуют стандартным, подробно описанным в известных работах [Krogh, 1973; Ludwig, 1991; Stacey, Kramers, 1975].

Полученные результаты позволяют сделать некоторые предварительные выводы.

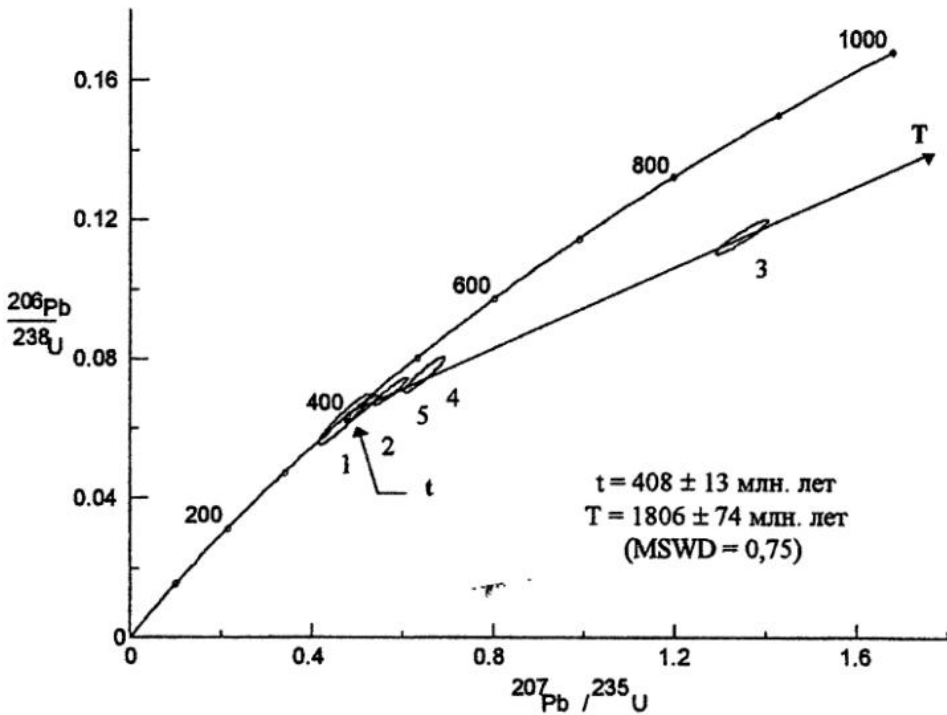


Рис. 3. График с дискордией для цирконов из гнейсов Кожубаевского комплекса.

U-Pb возраст цирконов из гнейсов Кожубаевского комплекса

| Номера проб | Содержание, мкг/г | | Изотопный состав* | | | Изотопные отношения** | | Возраст, млн лет |
|-------------|-------------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| | U | Pb | $\frac{206Pb}{204Pb}$ | $\frac{207Pb}{206Pb}$ | $\frac{208Pb}{206Pb}$ | $\frac{207Pb}{235U}$ | $\frac{206Pb}{238U}$ | |
| 1 | 437,3 | 71,39 | 59,634 | 0,29967 | 0,72391 | 0,47198 | 0,06247 | 404 |
| 2 | 1030,6 | 72,75 | 1742,3 | 0,06467 | 0,15557 | 0,50990 | 0,06568 | 464 |
| 3 | 210,2 | 33,28 | 418,9 | 0,11855 | 0,35888 | 1,34470 | 0,11474 | 1315 |
| 4 | 339,6 | 33,70 | 418,3 | 0,09695 | 0,31701 | 0,64803 | 0,07535 | 687 |
| 5 | 265,4 | 27,71 | 183,1 | 0,13938 | 0,33429 | 0,59133 | 0,07129 | 609 |

Примечание. * – измеренные величины, ** – исправленные на масс-фракционирование, холостой опыт и обыкновенный свинец по [Stacey, Kramers, 1975] на возраст 400 млн лет.

Во-первых, описанная выше полигенность цирконов отчетливо подтверждается их пролихронностью: Pb-Pb датировки меняются от 400 до 1300 млн лет, указывая на открытость возрастных систем. Минимальные значения при этом соответствуют цирконам из наиболее гранитизированных разностей гнейсов (пр. 1–2), что одновременно сопровождается и максимальными содержаниями урана.

По всем пяти пробам возраст гнейсов КК (амфиболитовая фация) оценивается в 1806 ± 74 млн лет, т. е. подтверждаются геологические представления о принадлежности их к протерозою. Датировка по нижнему пересечению (408 ± 13 млн лет) соответствует границе силур – девон, и обусловлена проявлением наиболее интенсивного проявления этапа диафтореза. С учетом работ В.Н. Огородникова (1980, 1988), это может соответствовать ранней плагиофельдшпатизации, минимальный возраст которой по данным К-Аг метода оценивается в 330 млн лет.

В заключении считаем необходимым отметить, что полученные результаты мы рассматриваем как предварительные, ибо не все типы цирконов (из-за малого количества) получили аналитическую характеристику. Возможно, что часть цирконов I типа будет иметь другой (рифейский ?) возраст, т. е. гнейсы КК могут быть представлены совмещенными фрагментами не-

скольких различных перемещенных толщ, что допускается по геологическим данным [Огородников, 1980]. В таком случае протерозойская датировка будет, по-видимому, отвечать максимально возможной, лишь частично характеризующей метаморфические породы и цирконы КК.

Список литературы

Мамаев Н.Ф. Древние толщи Восточно-Уральского мегантиклинория // М.: Наука. 1967. 142 с.

Огородников В.Н. Метаморфизм пород Джабык-Карагайского метаморфического комплекса // Геология метаморфических комплексов. Свердловск: СГИ. 1988. С. 110–116.

Огородников В.Н. Структурно-метаморфическая эволюция Джабык-Карагайского метаморфического комплекса // Геология метаморфических комплексов. Свердловск: СГИ. 1988. С. 79–82.

Ферштатер Г.Б., Тараканов Ф.Ф., Осипова Т.А. Новые данные о строении Джабык-Карагайского гранитоидного массива // Ежегодник-1983 ИГГ. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 65–66.

Krogh T.E. A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination // Geochim. Cosmochim. Acta. 1973. V. 37. P. 485–494.

Ludwig K.R. Isoplot programm // USA Geol. Surv. Open-file. Report 91. 1991. 64 p.

Stacey J.S., Kramers J.D. Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-state model // Earth. Planet. Sci. Lett. 1975. V. 26. № 1. P. 207–221.