

## МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ТЯЖЕЛОЙ ФРАКЦИИ ВЕРХНЕ-ВИЗЕЙСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУРСКОГО ГРАБЕНА

Е. Н. Буравлева

*Воронежский государственный университет*

*Поступила в редакцию 26 февраля 2013 г.*

**Аннотация.** *Изучение минералов тяжелой фракции Курского грабена показало, что источниками сноса для них были высоко проработанные коры выветривания, о чем свидетельствует наличие устойчивых минералов. Выветривание было настолько интенсивное, что даже циркон переходит в циртолит. Также в верхне-визейских отложениях отмечается присутствие пирита, наличие которого можно воспринимать как результат диагенетического процесса с восстановительными условиями.*

**Ключевые слова:** *циркон, циртолит, акцессорные минералы.*

**Abstract.** *Studying of minerals of heavy fraction of the Kursk graben showed that provenance area was heavily altered crust of weathering to what existence of steady minerals testifies were demolition sources for them. Weathering was so intensive, what even zircon transformations in cyrtolite. As in upper visean deposits the pyrites presence which existence can be perceived as result of diagenetic process with recovery conditions is noted.*

**Key words:** *zircon, cyrtolite, accessory minerals*

Курский грабен, по результатам геолого-съёмочных работ, проведенных А.И. Скомороховым и др. в 1964–1967 гг., имеет близко к изометричной форму, обусловленную взаимно пересекающимися разломами и шириной в поперечнике 4–5 км при глубине (по поверхности кристаллического основания) до 320 м и разбит разломами на мелкие блоки, которые в процессе развития грабена проявляли тенденцию к разнонаправленным вертикальными движениями. Возникновение Курского грабена связано с проявлением дизъюнктивной тектоники, наиболее интенсивно проявившей себя в интервале времени от визейского века каменноугольного периода до батского века юрского периода. Курский грабен располагается в центральной части выступа кристаллических пород, который совпадает с осевой частью пологой антиклинальной структуры палеозойского структурного яруса.

В центральной части Курского грабена скважиной № 669 были вскрыты верхне-визейские отложения, образовавшиеся за счет коры выветривания ранне-визейского возраста. Материал для исследования был любезно предоставлен к.г.-м.н. А. В. Черешинским. Отложения представлены переслаиванием песков, гравелитов и глин. Пески плохо от-

сортированы и отличаются слабой окатанностью зёрен. Для песков и гравелитов типично присутствие глинистого материала, количество которого колеблется в широких пределах (от 20 до 80 %). Для глинистой фракции характерен каолиновый состав, с содержанием каолина 90–100 %. Из керна скважины № 699 выделен состав микрофоссилий, характерный для визейского яруса: *Leiotriletes subintortus* (Waltz) Isch., *Rotaspora crenulata* Sm. et Butt., *Vallatisporites sublaevigatus* (Jusch. et Kedo) Oshurk., *Monilospora subcrenatus* (Waltz) Byv., *Cingulizonates bialatus* (Waltz) Sm. et Butt., *Lycospora pusilla* (Ibr.) S., W. et B., *Simozonotriletes simplex* Kedo, *Brachytriletes politum* Isch., *Psilohymena mirabilis* (Lub.) Hart., et Harr., *Triquitrites bransonii* Wil. et Haft (определения Л. Н. Неберкутиной, ВГУ). Мощность толщи 100 м. Для исследования терригенных отложений использовались минералогический и микронзондовый методы изучения.

Для изучения особенностей акцессорной минерализации пробы (6 проб, общим весом более 2000 г) были обработаны по широко апробированной методике в соответствии со следующей схемой: 1) дробление пробы; 2) просеивание через сита –2+1; –1+0,5; –0,5+0,25; –0,25+0,14; –0,14+0,1; –0,1+0,063; –0,063+0,045; –0,045 мм; 3) промывание в лотке; 4) деление в тяжелых жидкостях (бромформе); 5) сепарация магнитом Сочнева с выделением магнитной, электромагнитной и немагнит-

ной фракций; б) диагностика минералов под бинокляром МБС-2 (описание минерального состава каждой фракции, определение процентного соотношения минералов) и отбор монофракций циркона для последующего микронзондового анализа [1, 2]. Выход тяжелой фракции в соответствии с упо-

мянутой выше схемой обработки показан в таблице 1.

Наиболее информативными фракциями являются  $-0,1+0,063$  и  $-0,063+0,045$ . Ниже приводится описание минералов по этим фракциям и их процентное соотношение.

Таблица 1

Гранулометрический состав тяжелой фракции верхне-визейских терригенных отложений из Курского грабена

№ пробы	Вес пробы, г (без глины)	Гранулометрические классы								Общий вес тяж. фр., г	
		-2+1	-1+0,5	-0,5+0,25	-0,25+0,14	-0,14+0,1	-0,1+0,063	-0,065+0,045	-0,045		
Тяжелая фракция, гр. (%)											
4/157	407,3	нет тяжелой фракции	нет тяжелой фракции	нет тяжелой фракции	0,2 (15,38)	0,2 (15,38)	0,4 (30,76)	0,3 (23,07)	0,2 (15,38)	1,3	
4/153	120,6				0,1 (22,22)	0,05 (11,11)	0,1 (22,22)	0,1 (22,22)	0,1 (22,22)	0,1 (22,22)	0,45
4/136	271,1				0,1 (25,0)	0,1 (25,0)	0,1 (25,0)	0,05 (12,5)	0,05 (12,5)	0,4	
4/138	433,9				0,05 (12,5)	0,1 (25,0)	0,1 (25,0)	0,05 (12,5)	0,1 (25,0)	0,4	
4/133	526,1				0,1 (28,57)	0,05 (14,28)	0,05 (14,28)	0,1 (28,57)	0,05 (14,28)	0,35	
4/149	319,5				0,1 (8,33)	0,2 (16,66)	0,3 (25,0)	0,3 (25,0)	0,3 (25,0)	1,2	

*Магнитная фракция* представлена магнетитом (100 %) в виде угловатых и угловато-окатанных обломков реже в виде октаэдрических зерен. Цвет черный. На гранях неокатанных зерен видна штриховка.

*Электромагнитная фракция* представлена ильменитом (84 %), турмалином (9 %), титанитом (7 %).

Ильменит встречается в виде обломков кристаллов черного цвета угловатых и угловато-окатанных, реже окатанных. Поверхность зерен неровная, с раковистым изломом. На поверхности некоторых зерен наблюдаются примазки белого цвета. Кристаллов ильменита обнаружено не было.

Турмалин наблюдается в виде окатанных обломков болотно-зеленого цвета. Отмечается небольшая часть удлиненно-столбчатых неокатанных кристаллов. Зерна прозрачные. Наблюдается плеохроизм зерен от болотно-зеленого до черного цвета.

Титанит развит в виде угловатых, оскольчатых обломков медово-желтого цвета. Зерна полупрозрачные. Поверхность зерен неровная.

*Немагнитная фракция* представлена рутилом (14 %), лейкоксомом (5 %), пиритом (6 %), цирконом (75 %).

Рутил встречается в виде кристаллов и обломков кристаллов красно-бурого или оранжево-красного цвета. Обломки, окатанные и угловато-окатанные, характеризуются изометричным и удлиненным обликом. Для кристаллов характерен удлиненный-призматический облик с дипирамидой. И кристаллы, и обломки полупрозрачные, единичные обломки непрозрачные.

Лейкоксен отмечается в виде неправильных зерен угловатой формы, болотно-коричневого цвета с гладкой, глянцевой поверхностью. У единичных зерен на поверхности наблюдаются сколы.

Пирит. Основная форма выделения в виде дендритов. Реже наблюдаются кристаллы кубической и октаэдрической формы латунно-желтого цвета с металлическим блеском, а также единичные конкреции марказита.

Циркон в равной степени представлен гиацинтовым и цирконовым типами кристаллов. Наряду с ними встречаются единичные зерна переходного, копьевидного и дипирамидального типов. Зерна представлены как кристаллами, так и обломками, часть из них окатанные, но в большинстве случаев с сохранением кристаллографических признаков. Большинство зерен окрашены в коричневые тона (от светло-коричневого до темно-коричневого).

Небольшое количество зерен окрашены в розовые тона или являются абсолютно бесцветными. Выделяют прозрачные, полупрозрачные и непрозрачные разновидности. В некоторых зернах наблюдаются газово-жидкие включения, а также включения циркона ранних генераций и рутила. Небольшая часть зерен характеризуется зональным строением. В отдельных зернах отмечается наличие трещиноватости. Была отобрана монофракция цирконов (300 зерен) из фракций  $-0,1+0,063$  мм и  $-0,063+0,045$  мм и построены диаграммы по коэффициенту удлинения

соответственно, т.к. коэффициент удлинения является одним из индикаторных признаков состава материнских пород [3]. Для первой фракции отмечается два пика частоты встречаемости, семь ярко выраженных и четыре слабо выраженных отскока. Большее количество цирконов (55 %) приходится на интервал 1,8–2,2 и 2,2–2,6 (рис. 1а). Для диаграммы, построенной по фракции  $-0,063+0,045$  мм, характерно наличие одного ярко выраженного пика в интервале 2,2–2,6 (37 %), четыре ярко выраженных отскока и два слабо выраженных (рис. 1б).

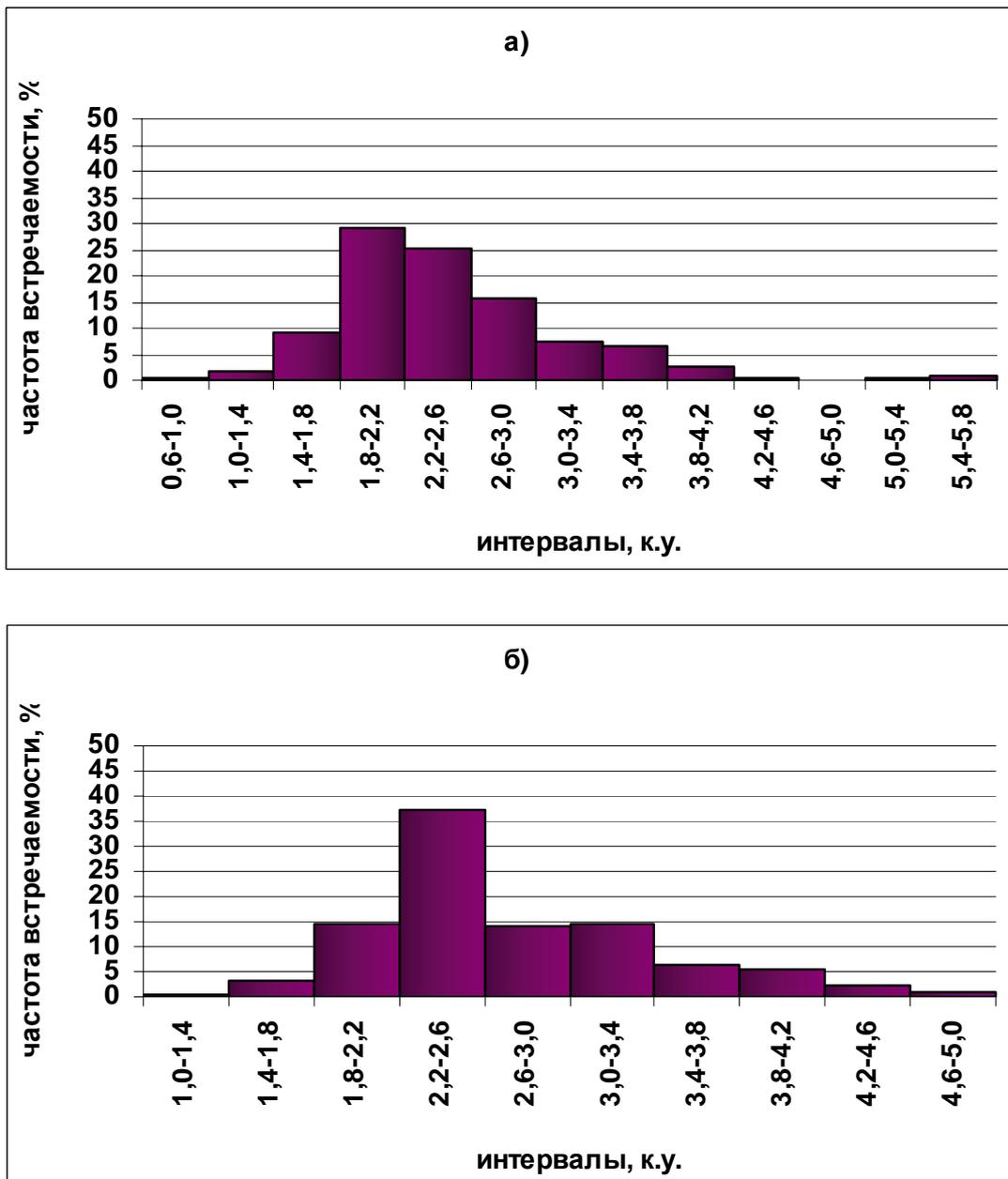


Рис. 1. Диаграммы по коэффициенту удлинения для верхне-визейских терригенных отложений из Курского грабена: а) по фракции  $-0,1+0,065$ ; б) по фракции  $-0,065+0,045$

Состав циркона нами изучен на микрозонде (аналитик к.г.-м.н. Пилюгин С.М., ВГУ), при этом проанализировано более двадцати десятков (24 шт.) зерен. Микрозондовое исследование цирконов показали, что многие зерна характеризуются заниженной суммой окислов, которая варьирует от 72,9 % до 82,26 % (таблица 2). Данные показатели являются результатом пониженного содержания  $\text{SiO}_2$  и  $\text{ZrO}_2$ . Это свойство присуще гидратированному циркону – циртолиту [4]. Зерна цирконов и циртолитов при катодном облучении проявляют

свое внутреннее строение. Для неизмененных цирконов, как правило, внутреннее строение характеризуется наличием зональности, обусловленной ростом кристалла. У циртолитов, помимо внутренней зональности, проявляются неоднородные формы, которые либо секут, либо повторяют очертания первичной зональности. Располагаются эти формы, как в центральной части, так и на периферии кристалла. Именно в этих неоднородностях отмечаются пониженные показатели  $\text{SiO}_2$  и  $\text{ZrO}_2$  (рис. 2).

Таблица 2

Данные по геохимии цирконов верхне-визейских терригенных отложений из Курского грабена

Спектр	$\text{SiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{Sc}_2\text{O}_5$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{ZrO}_2$	$\text{La}_2\text{O}_3$	$\text{Ce}_2\text{O}_3$	$\text{Nb}_2\text{O}_5$	$\text{HfO}_2$	$\text{UO}_2$	Итого
1	24,98	1,75	1,00	0,67	55,28	0,00	0,32	0,00	1,03	0,00	85,03
2	33,09	0,00	0,00	0,00	64,91	0,00	0,00	0,00	2,33	0,00	100,92
3	22,50	2,16	0,56	0,51	54,09	0,00	0,00	0,00	1,56	0,00	81,38
4	32,29	0,35	0,00	0,00	63,77	0,00	0,00	0,00	1,65	0,51	98,57
5	31,56	0,00	0,00	0,00	61,73	0,00	0,00	0,00	1,23	0,00	94,52
6	20,20	2,52	2,12	0,79	52,07	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	78,56
8	32,91	0,00	0,00	0,00	62,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,35
7	17,48	3,57	1,96	0,53	48,21	0,00	0,00	0,00	1,15	0,00	72,90
9	22,57	2,40	1,11	0,84	54,23	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	82,26
10	30,34	0,00	0,00	0,00	59,49	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	91,73

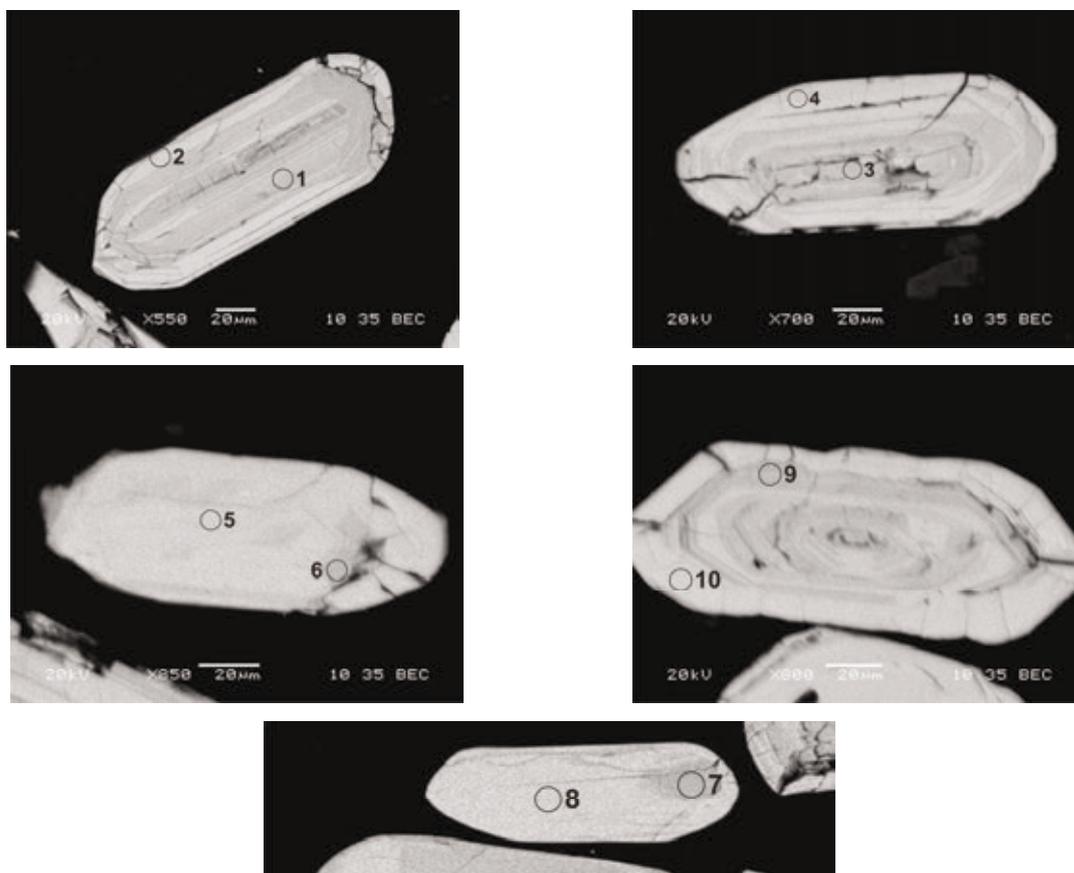


Рис. 2. Процесс циртолитизации в зерне циркона (см. таблицу 2). Более светлый фон соответствует неизменному циркону (точки 2, 4, 5, 8, 10), более темный – гидратированным разностям (точки 1, 3, 6, 7, 9)

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы: 1) терригенные верхне-визейские отложения формировались за счет активно проявленных процессов корообразования (вплоть до III стадии – кислой сиалитной). При этом часть цирконов с первично нарушенной кристаллической решеткой были подвержены процессу циртолитизации; 2) наличие значительного количества пирита и марказита свидетельствует о широко проявленном процессе диагенеза, при этом первичный осадок, вероятнее всего, формировался в застойных морских бассейнах с восстановительным режимом.

*Воронежский государственный университет  
Е. Н. Буравлева, аспирантка кафедры общей геологии и геодинамики  
Тел. 8-920-467-90-81  
e.n.buravleva@gmail.com*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Золотарева Г. С.* Типоморфизм и типохимизм минералов титан-циркониевых россыпей Воронежской антеклизы как критерий реконструкции условий их формирования : автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук / Г. С. Золотарева. – Воронеж : Изд-во ВГУ, 2009. – 24 с.
2. *Буравлева Е. Н.* Особенности образования линейных кор выветривания в пределах Даховского кристаллического массива / Е. Н. Буравлева, В. М. Ненахов // Геология и полезные ископаемые Кавказа : материалы научно-практической конференции. – Махачкала, 2011. – С. 75–77.
3. *Ляхович В. В.* Акцессорные минералы в гранитоидах Советского Союза / В. В. Ляхович. – М., 1967. – 488 с.
4. *Ненахов В. М.* Геохимия процесса циртолитизации цирконов при гипергенезе / В. М. Ненахов, Г. С. Золотарева // Вестник ВГУ. Серия: Геология. – 2010. – № 2. – С. 128–141.

*Voronezh State University  
E. N. Buravleva, post-graduate student of Chair of the General Geology and Geodynamics  
Tel. 8-920-467-90-81  
e.n.buravleva@gmail.com*