

впадинах глубина тальвегов резко уменьшена, или они не выделяются, и на широких плоских днищах долин лежит субстративный аллювий или базальный горизонт.

Выделение тальвегов в разрезах террас позволяет реконструировать их положение в разновозрастных долинах. Границы последних идут почти параллельно, а тальвеги в их пределах изгибаются и во многих местах пересекают друг друга на разных гипсометрических уровнях и, в свою очередь, пересекаются современным руслом. Это позволяет выделять участки, которые могут быть перспективными на россыпи. В некоторых указанных выше долинах они имеются.

Определение палеогеографической обстановки формирования аллювия тальвегов имеет значение, т.к. в подобные периоды, по-видимому, существовали благоприятные условия для предварительного освобождения золота из коренных пород. В тальвегах второй половины позднего плейстоцена отмечается меньшая степень дезинтеграции обломочного материала, связанная с меньшей продолжительностью воздействия процессов выветривания. Выявленные закономерности последовательной смены динамических фаз аллювия в разрезах разновозрастных террас долин Средней Азии позволили использовать их как метод, названный нами фациально-динамическим анализом, используемым для изучения аллювиальных свит, корреляции разновозрастного аллювия и прогнозирования перспективных на россыпи участков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Карташов И.П.. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран (на примере Северо-Востока СССР). М.: Наука, 1972. 184 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 245).
2. Макаров В.И., Макарова Н.В., Акинин Б.Е. Стадийность формирования аллювия р. Зеравшан (Ю. Тянь-Шань) в связи с золотоносностью // Изв. Вузов. Геол. и разведка. 1977. № 4. С. 76–81.
3. Макаров В.И., Макарова Н.В., Акинин Б.Е. Основные закономерности строения четвертичного аллювия и стадии формирования террас горных рек Средней Азии // Бюл. комис. по изуч. четверт. периода. 1979. № 49. С. 90–104.
4. Макарова Н. В. К вопросу об образовании речных террас // Изв. вузов. Геология и разведка. 2000. № 3. С. 35–42.
5. Макарова Н.В., Чистяков А.А., Акинин Б.Е., Макаров В.И. Закономерности формирования мощности аллювия горных рек // Бюл. комис. по изуч. четверт. периода. 2008. № 68. С. 70–81.

### ПИЖЕМСКОЕ ТИТАНОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ ГЕНЕЗИСА

Макеев А.Б.<sup>1</sup>, Дубинчук В.Т.<sup>2</sup>, Быховский Л.З.<sup>2</sup>, Лаломов А.В.<sup>1</sup>, Макеев Б.А.<sup>3</sup>

1 – *Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва, Россия; abmakeev@igem.ru*

2 – *ФГУП «Всероссийский НИИ минерального сырья им. Н.М. Федоровского», г. Москва, Россия; VIMS-armand@mail.ru*

3 – *Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия; mak@geo.komisc.ru*

Geologic structure of clay-sand layers (strata) and mineralogical peculiarities of the titan ores of Pijemskoye deposit (Middle Timan) are similar to that of Yaregskoye deposit of South Timan, but unlike the last, quartz-leucoxene sandstones (gritstones) of Pigma do not contain any oil, and their superficial location makes it possible to extract them using pit-run method. There are many contradictions (of geological, lithological and geochemical nature) that prevent us from unique understanding of its genesis as an ancient placer from residual soil of Riphean schistes. We propose two hypotheses of the origin of ore minerals: I – settlement (concretion) from gel; II – volcanogenic (phreato-magmatic) with the subsequent continuous (hundreds million years) metamorphic transformation of ore strata. The proposed hypotheses can be tested by means of the further geological prospecting in order to find out the morphology and compound of the ore strata.

Титаноносные слои песчаников Пижемского месторождения слагают малоручейскую свиту D<sub>2</sub>mgc, которая распространена локально (6×18 км) на севере Вольско-Вымской гряды (Средний Тиман) на площади примерно 90 км<sup>2</sup>, образуя Ичетьюскую депрессию. Отложения малоручейской свиты с угловым и стратиграфическим несогласием залегают на метаморфических породах (глинистых сланцах) верхнего протерозоя (PR<sub>2</sub>). Перекрывается титаноносная толща

аллювиальными кварцевыми песчаниками среднедевонского возраста ( $D_{2gv}$ ) и вулканогенно-осадочной толщей позднего девона ( $D_{3fr}$ ), в строении которой принимают участие базальтовые покровы, мощностью до 10 м, и их разнообразные туфы. Геологическое строение толщи и минералогические особенности титановых руд Пижемского месторождения близки Ярегскому месторождению Южного Тимана, но в отличие от последнего пижемские кварц-лейкоксеновые песчаники не содержат нефти, а близповерхностное залегание позволяет отрабатывать месторождение карьерным способом. С момента открытия и первой оценки Пижемского месторождения в начале шестидесятых годов XIX века его образование связывалось с перемывом мощных кор выветривания, образовавшихся в раннем фанерозое по рифейским сланцам и накоплением вторичных титановых минералов вместе с обломочным кварцем и глинистыми минералами (мусковитом-серицитом, каолинитом) в близрасположенных межгрядовых впадинах в крупных озерах со слабым придонным течением. Отсутствие руководящих окаменелостей не позволяет определить возраст титаноносной толщи, кроме как досреднедевонский.

В строении малоручейской свиты А.Е. Цаплиным [Цаплин и др., 1988] выделены три толщи. Нижняя толща. В основании, как правило, конгломерато-брекчии измененных сланцев, кварцитов, гравелитистые песчаники. Выше по разрезу их сменяют кварц-лейкоксеновые красновато-коричневые средне- и крупнозернистые песчаники, частое их переслаивание с алевролитами и аргиллитоподобными глинами. В минеральном составе тяжелой фракции преобладает лейкоксен (рис. 1), содержание его в песчаниках достигает 10–12 %. Кроме того, присутствуют лейкоксенизированный ильменит, циркон, рутил, анатаз, куларит. Характерна также наложенная сидеритизация, каолинизация и ожелезнение (в виде гематита и гетита). Мощность изменяется от 10 до 84,8 м и определяется палеорельефом. Средняя толща малоручейской свиты сложена преимущественно однородными мелко- и среднезернистыми кварцевыми песчаниками светло-серого цвета.

Цемент песчаников поровый, представлен каолинитом и мусковитом. Тяжелая фракция состоит в основном из устойчивых минералов: лейкоксена, лейкоксенизированного ильменита, рутила и циркона. Часто в небольших количествах встречаются ставролит, куларит, турмалин, эпидот, амфиболы, хромшпинелиды. Содержание рудных минералов 10–25 %. Мощность толщи 3,5–90,4 м. Кварцевые зерна двух нижних толщ обломочные, остроугольные, присутствуют обломки микро-кварцитов, жильного кварца, мелкие ограненные кристаллы кварца. Размеры зерен кварца 0,2–5,0 мм. Верхняя толща представлена однообразными отложениями кварц-каолинитовых мелкозернистых песчаников и алевролитов белого, розового, желтовато- и коричневатого-серого цветов.

В отличие от подстилающих пород нижней и средней толщ, в песчаниках верхней толщи отсутствуют слюдястые минералы, а содержание рудных минералов падает до 1 %. Зерна кварца полуокатанные, их размерность 0,2–0,5 мм. Мощность толщи достигает 57,5 м. Верхняя толща в пределах месторождения распространена локально и часто полностью размыта.

Пижемское титановое месторождение пространственно совмещено с комплексным алмаз-золото-редкометалльно-редкоземельно-титановым проявлением Ичетью [Макеев, Дудар, 2001]. Продуктивный конглобрекчиевый горизонт мощностью 0,2–1,5 м пятнами и линзами размером 200–300 м × 2–3 км залегает только на верхней кварц-каолинитовой толще малоручейской свиты. Основная часть обломочного материала конглобрекчии представлена остроугольными и слабо окатанными обломками жильного кварца и песчаников (размером 0,5–6,0 см), в базальной части горизонта встречается галька и обломки глинистых рифейских сланцев. Наполнителем конглобрекчии являются те же обломочные песчаники. Складывается впечатление, что оба рудных объекта являются единым зональным телом, переменная общая мощность которого определяется палеорельефом и степенью денудации толщ.

Изучены особенности минерального состава титановых руд и типоморфные особенности главных и акцессорных минералов. Оба рудных объекта объединены: единой кварцевой матрицей; общностью слагающих их рудных и нерудных минералов (всего определено 40 минеральных видов, из которых 75 % встречаются в обоих объектах); и, вероятно, одним генезисом.

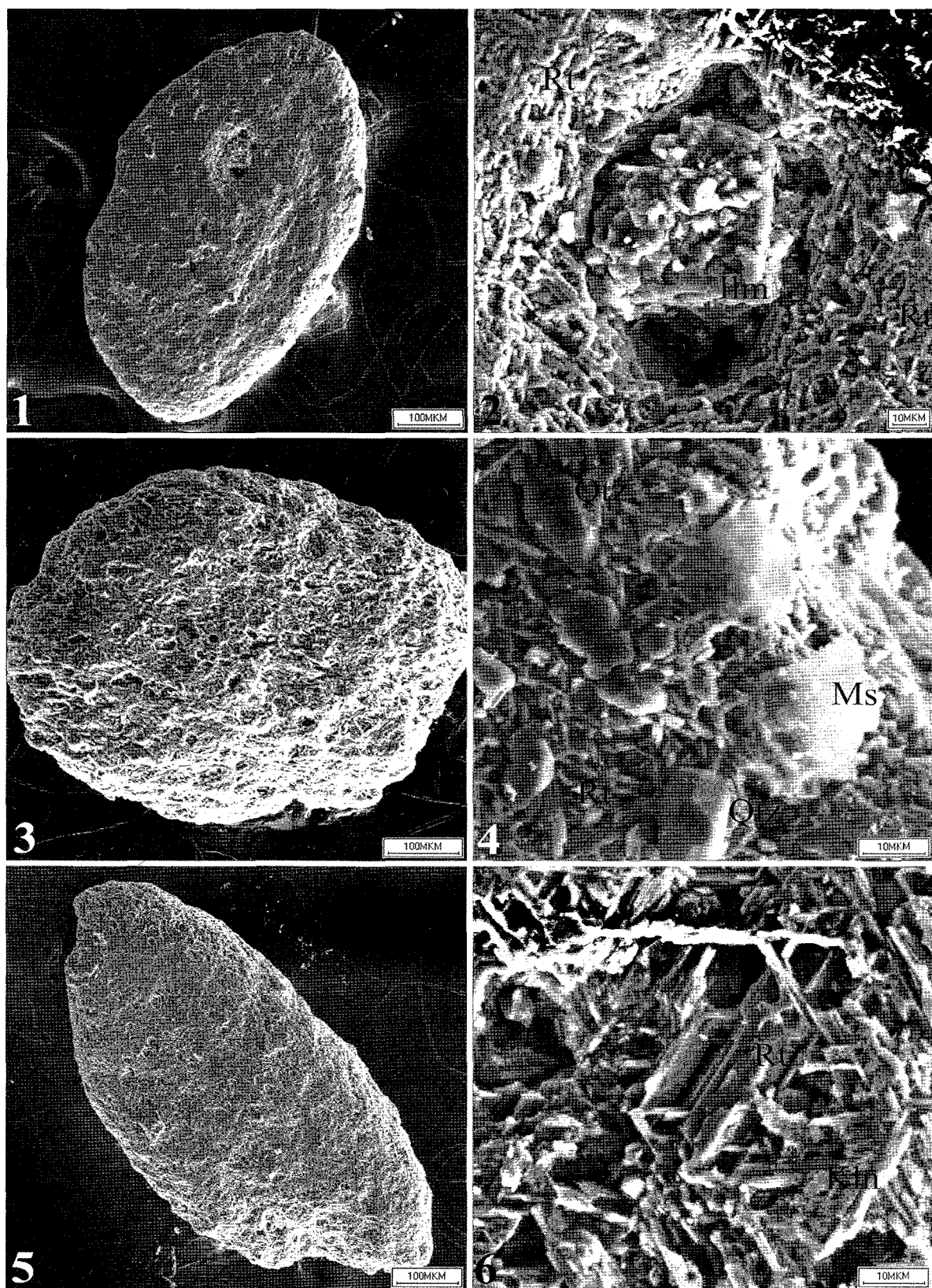


Рис. 1. Электронно-микроскопические изображения уплощенных лепешковидных зерен лейкоксена (1, 3, 5), состоящих их сагенитовой решетки рутила (Rt) и кварца, а также увеличенные изображения фрагментов поверхности (2, 4, 6). Размеры зерен: 1 –  $0,75 \times 0,40$ ; 3 –  $0,64 \times 0,58$ ; 5 –  $0,90 \times 0,40$  мм. Обнаружены включения: ограненных кристаллов кварца (Qtz), ильменита (Hm); пачек слоистых силикатов – каолинита (Kln) и мусковита (Ms).

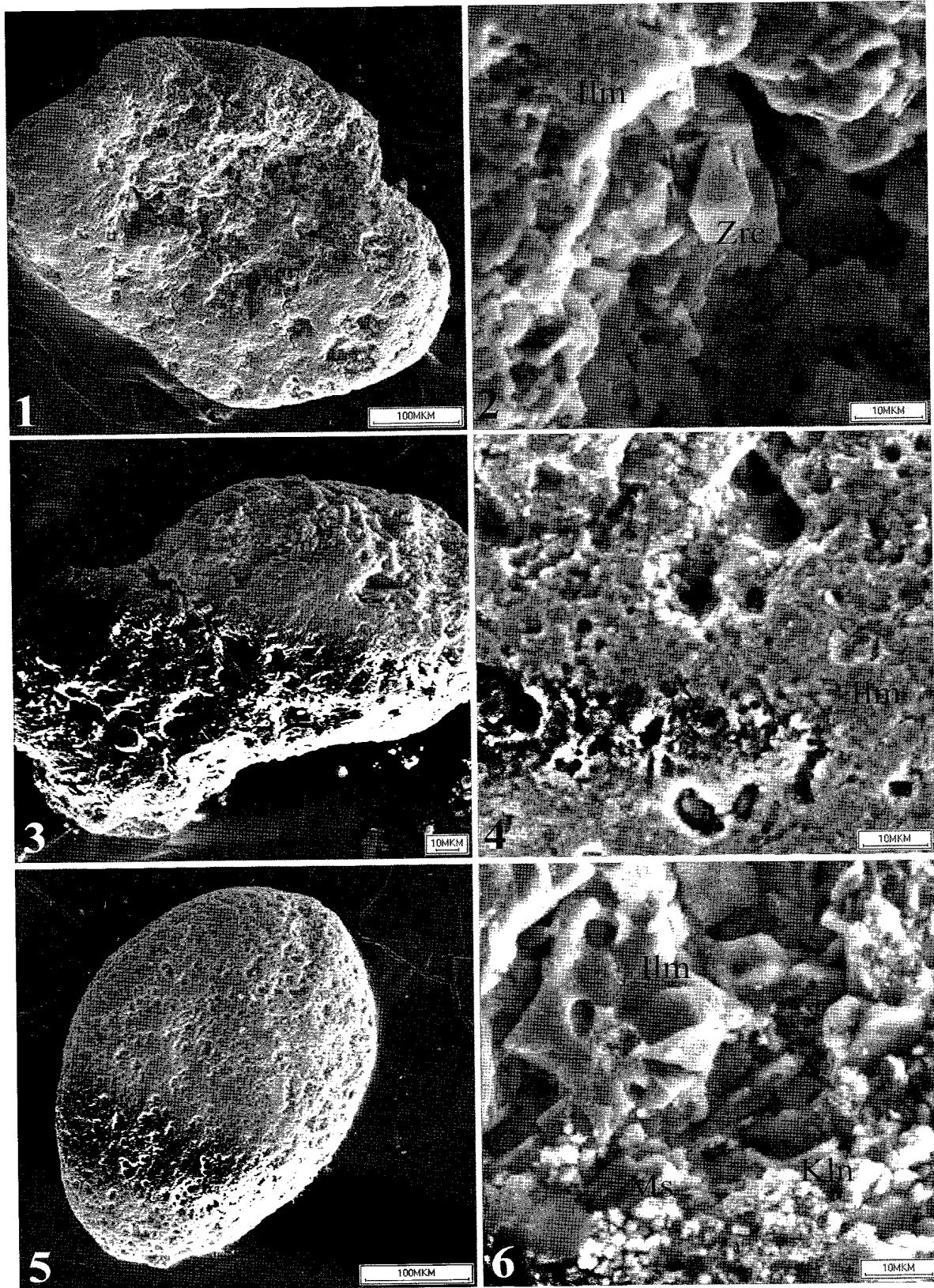


Рис. 2. Электронно-микроскопические изображения сильно резорбированных зерен лейкоксенизированного (Ilm) ильменита, образовавшегося из геля (1, 3, 5), и увеличенные изображения фрагментов поверхности (2, 4, 6). Размеры зерен: 1 –  $0,59 \times 0,45$ ; 3 –  $0,23 \times 0,15$ ; 5 –  $0,43 \times 0,31$  мм. В порах обнаружены включения: кварца, колумбита (Klb), дипирамидальный кристалл циркона (Zrc), пачки слоистых силикатов – каолинита (Kln) и мусковита (Ms).

На представительном материале керновых и штучных проб из коренных обнажений рудных толщ двух объектов (результаты количественного минералогического анализа), проведен факторный анализ с целью установления возможных коренных источников полезных компонентов проявления Ичетью [Макеев, Дудар, Макеев, 2002]. Расчеты показывают, что нижняя малоручейская толща  $D_2mrc_1$  могла быть промежуточным коллектором, размыв которой мог формировать тяжелый шликс продуктивного конглобрекчиевого горизонта, по крайней мере, в отношении титансодержащих минералов и золота. Вопрос об источниках собственно алмазов остается открытым, поскольку они в подстилающих толщах малоручейской свиты пока не обнаружены, так как толща на алмазы не опробовалась. Охарактеризованы особенности химического состава лейкоксенизированного ильменита и хромшпинелидов Пижемского месторождения и проявления Ичетью, которые могут способствовать решению проблемы установления коренных источников этих минералов. Наиболее яркой особенностью состава ильменитов является высокое содержание изоморфного марганца от 1 до 7 % MnO. Зерна хромшпинелида часто покрыты железо-цинкистыми каймами. Такие хромшпинелиды, ильменит, а также сфен – типичные акцессории лампрофиров Четласского Камня [Макеев, Макеев, 2005; Макеев, Лебедев, Брянчанинова, 2008]. Найдено множество противоречий (геологических, литологических, геохимических), которые не позволяют однозначно трактовать генезис Пижемского месторождения как древнюю россыпь по корам выветривания рифейских сланцев. До сих пор не обнаружены современные коры выветривания с полным профилем на рифейских сланцах Вольско-Вымской гряды.

В титаносной толще отсутствует сортировка материала, не выдержаны мощность пластов, содержания и соотношения полезных компонентов, а также закономерная фациальная изменчивость. Хрупкие зерна лейкоксена и игольчатые кристаллы рутила не могут переноситься в водных потоках на большие расстояния. Исследования шликсовых проб современных аллювиальных отложений вокруг месторождения в реках Пижме, Умбе и Средней показали, что заметные концентрации лейкоксена в шликах наблюдаются на расстоянии не более одного километра от выхода на поверхность титаносных отложений. Далее лейкоксен и рутил в шликах отсутствуют. Изотопный состав углерода и кислорода сидерита из титаносных песчаников отличается от осадочных карбонатов. Получены первые изотопные данные (Rb-Sr), позволяющие оценить возраст титановых руд, как более древний, чем рифейские сланцы. Существует несколько точек зрения об источнике титана в рудных толщах и механизме образования титановых минералов: лейкоксенизация сфена [Гернгарт, 1969]; лейкоксенизация ильменита [Игнатьев, Бурцев, 1997; Макеев, Дудар, 2001; и др.]. Часть авторского коллектива на основании современных электронно-микроскопических исследований зерен лейкоксена и лейкоксенизированного ильменита (см. рис. 1, 2) считает возможным их образование путем осаждения из геля.

Другая часть коллектива считает, что собранных геологических и минералогических доказательств достаточно для того, чтобы трактовать генезис Пижемского титанового месторождения как вулканогенный (фреато-магматический) с последующим длительным (многие сотни млн. л) метаморфическим преобразованием рудных толщ. В результате такого уникального не изохимического процесса могли преобразоваться огромные массы первичного ильменита, превращаясь в лейкоксен:



В лейкоксене в виде включений обнаружены реликты ильменита (рис. 1–2). А продуктами такой реакции являются лейкоксен, гематит, марганцовистый сидерит и рутил. Все эти минералы совместно присутствуют в титановой руде, все они образовались в едином процессе. Трудно представить себе, чтобы этот набор минералов образовался в простом осадочном процессе. Наиболее вероятно, что лампрофиры подобные четласским (спессартитам и керсантитам) могли служить субстратом и источником титана для образования Пижемского месторождения. Несомненна актуальность расшифровки процесса, в результате которого могли сформироваться такие уникальные сверхкрупные лейкоксеновые месторождения как Пижемское и Ярегское, аналогов которым нет во всем мире. Предложенные гипотезы могут быть проверены последующими геологоразведочными работами, когда будет уточнена морфология и состав рудных толщ.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Гернгартт Н.Э. Лейкоксен – новый вид комплексного сырья. М.: Наука, 1969. 76 с.
2. Игнатьев В.Д., Бурцев И.Н. Лейкоксен Тимана. Минералогия и проблемы технологии. СПб.: Наука, 1997. 215 с.
3. Макеев А.Б., Макеев Б.А. Цинковые хромшпинелиды Среднего Тимана и Приполярного Урала // Докл. РАН, 2005. Т. 404, № 2. С. 235–240.
4. Макеев А.Б., Дудар В.А. Минералогия алмазов Тимана. СПб: Наука, 2001. 336 с.
5. Макеев А.Б., Дудар В.А., Макеев Б.А. Возможные источники полезных компонентов месторождения Ичетью // Сыктывкарский минералогический сборник №31. Сыктывкар, 2002. С. 117–123. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН, Вып. 110).
6. Макеев А.Б., Лебедев В.А., Брянчанинова Н.И. Магматиты Среднего Тимана. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2008. 348 с.
7. Цаплин А.Е., Тополюк В.В., Бакулина Л.П., Довжикова Е.Г. Строение титаноносной малоручейской свиты Среднего Тимана // Изв. Вузов. Геология и разведка, 1988. № 9. С. 57–62.

## МИКРОКОНКРЕЦИОННЫЕ ФОСФАТОНОСНЫЕ РОССЫПИ В НИЖНЕКАМПАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

Мануковский С.В.

ГОУ ВПО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия;  
manukovsky@inbox.ru

The terrigenous silt-sand stratum in the north-western part of the Voronezh antecline in the Bryansk uplift in early kampan time had been formed. The complex titanium-zirconium and phosphate-containing placers are connected to those deposits. Microconcretions in the size of 0,15–0,2 mm can be monomineral phosphatic or complex structured: with a nucleus presented by ilmenite, rutile, leucoxene, covered with one, two or three phosphate covers of carbonateforapatite composition.

В раннекампанское время на территории Брянского поднятия (северо-западная часть Воронежской антеклизы) располагался мелководно-морской бассейн. В зависимости от активности гидродинамического режима в разных частях бассейна седиментации выделяются структуры более высокого порядка.

В центре и южной части изучаемой территории отмечаются Стародубское поднятие и Гремячского вал. Тут накапливались мелкозернистые пески, самые «грубые» осадки нижнекампанской терригенной толщи. В направлении Деснянского прогиба разрез нижнего кампана становится более карбонатным, что связано с увеличением глубины осадконакопления за пределами Брянского поднятия. В нижней части разреза появляются прослои песчаного мела. Мощность подъяруса увеличивается от первых метров до 17–18 м. Формирование отложений этой зоны происходило в переменных условиях глубокого и мелкого моря. Дальше на юго-восток песчано-меловой тип разреза сменяется меловой толщей с наращиванием мощности подъяруса до 26–30 м. Верхняя его часть сохраняет примесь песчаного материала, окатанной гальки фосфоритов, многочисленных крупных ростров белемнитов. Глубоководно-морская зона находится на крайнем юго-востоке изучаемой территории. Ее формирование происходило в стабильных на протяжении всего раннекампанского времени условиях спокойной гидродинамики, в глубоководных частях шельфа. Таким образом, в восточном, юго-восточном направлении от Брянского поднятия наблюдается четкая тенденция смены мелководно-морских условий через переменные (мелководно-, глубоководно-морские) относительно глубоководными морскими.

Подобная фациальная изменчивость нижнекампанских отложений с закономерным увеличением их алевритистости и известковистости наблюдается и в западном-, юго-западном направлении от центральной части Брянского поднятия. Региональный фациальный анализ изучаемой территории показывает, что терригенные породы приурочены к Брянскому поднятию. По направлению к оконтуривающим его прогибам они сменяются терригенно-карбонатными разностями, которые далее переходят в мело-мергильные образования.

Материалы XIV международного совещания «Россыпи и месторождения кор выветривания: современные проблемы исследования и освоения» – Новосибирск: изд-во ООО «Апельсин», 2010. – 700 с. – ISBN 987-5-91705-002-7

**Председатели оргкомитета:** чл.-кор. РАН Н.П. Похиленко  
академик РАН Н.С. Бортников

**Ученые секретари:** д.г.-м.н. Ю.А. Калинин  
к.г.-м.н. А.В. Лаломов

**Редакционная группа**  
Айриянц Е.В., Белянин Д.К.

Материалы публикуются в авторской редакции.

*Совещание проведено при поддержке*  
*Института геологии и минералогии СО РАН;*  
*Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и*  
*геохимии РАН;*  
*ФГУП «Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья»;*  
*Российского фонда фундаментальных исследований, проект 10-05-06069;*  
*Международной ассоциации по генезису рудных месторождений;*  
*Администрации Новосибирской области;*  
*ЗАО «ИТОМАК»;*  
*ОАО «Завод Труд».*

ISBN 987-5-91705-002-7