

Ниобиевые и титановые минералы проявления Ичетью (Средний Тиман)

Макеев А.Б.¹, Макеев Б.А.², Филиппов В.Н.²

¹ИГЕМ РАН, abmakeev@igem.ru; ²ИГ Коми НЦ УрО РАН, mak@geo.komisc.ru

Известное полиминеральное алмаз-золото-редкоземельно-редкометалльно-титановое проявление Ичетью на Среднем Тимане располагающееся над крупным титановым Пижемским месторождением привлекает к себе внимание нерешенностью вопроса об источниках рудных концентраций. Один из способов решения этой проблемы - изучение типоморфизма минералов.

Колумбит проявления Ичетью представлен почти полным Fe-Mn изоморфным рядом от колумбита ($\text{Fe}_{0.96}\text{Mn}_{0.04}\text{Nb}_2\text{O}_6$) до манганоколумбита ($\text{Mn}_{0.81}\text{Fe}_{0.19}\text{Nb}_2\text{O}_6$) (рис. 1). Типоморфной особенностью колумбита является наличие в объеме и на поверхности кристаллов обильных включения ильменорутила. На поверхности зерен колумбита находятся множественные точечные микровключения ильменорутила, которые под биноклем иризируют красным цветом. В качестве других включений в колумбите с помощью микрозонда JSM-6400 были диагностированы - кварц и микронные выделения галенита. Микрозондовое профилирование установило, что кристаллы колумбита зональные с частой сменой полос марганцевистой и железистой разновидностей.

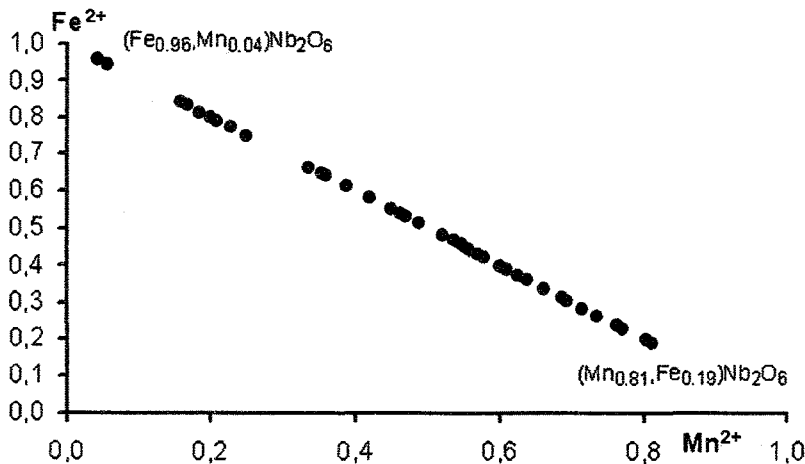


Рис. 1. Соотношение ионов Mn^{2+} и Fe^{2+} (формульные коэффициенты) в составе зерен колумбита проявления Ичетью. Видно сгущение фигуративных точек составов в области формульных коэффициентов $\text{Mn}^{2+}=0.6$ и разряжение вблизи 0.1 и 0.3.

Ильменорутил. Как правило, индивиды ильменорутила проявления Ичетью представлены слабо окатанными удлиненными зернами с остатками граней призмы, и только редкие кристаллы ильменорутила имеют характерный столбчатый тетрагональный габитус. Зерна ильменорутила можно разделить по цвету на две совокупности - серо-черные и красно-оранжевые. Красные кристаллы ильменорутила, как правило, содержат меньше примесей, чем черные. Существуют зональные кристаллы (рис. 2), в которых присутствуют черные и красные участки. Изучение состава таких зональных индивидов не выявило отличий в наборе и количестве примесей в зависимости от окраски участков зерна. Ильменорутил проявления Ичетью имеет переменный состав: FeO от 0.71 до 14.50; Nb_2O_5 от 3.90 до 24.26; V_2O_5 - 0.58-9.59; WO_3 от 0.0 до 3.94; Cr_2O_3 от 0.0 до 2.58; TiO_2 - 61.56-93.88%. В качестве включений в ильменорутиле обнаружены: Nd- и Sm-монацит, а также Fe, FeMn, Ca, CaY, YCa, Pb, PbBa, BaCa - колумбиты. Установлено, что в конглобрекциях проявления Ичетью колумбит и ильменорутил накапливаются совместно с постоянным соотношением ~1:3. В зернах ильменорутила в качестве включений встречен колумбит, а в колумбитах ильменорутил. Из выше сказанного можно сделать вывод, что ильменорутил и колумбит являются акцессорными минералами одной и той же породы и имеют один коренной источник.

Рутил. От кристаллов ильменорутила собственно рутил не отличается ни габитусом, ни цветом, следует только отметить, что светлоокрашенный рутил (золотисто-желтый, коричнево-красный, красный) встречается значительно чаще, чем темно окрашенный. Микрозондовое изучение состава рутила показало, что он содержит тот же набор элементов примесей, что и ильменорутил, но в значительно меньших количествах.

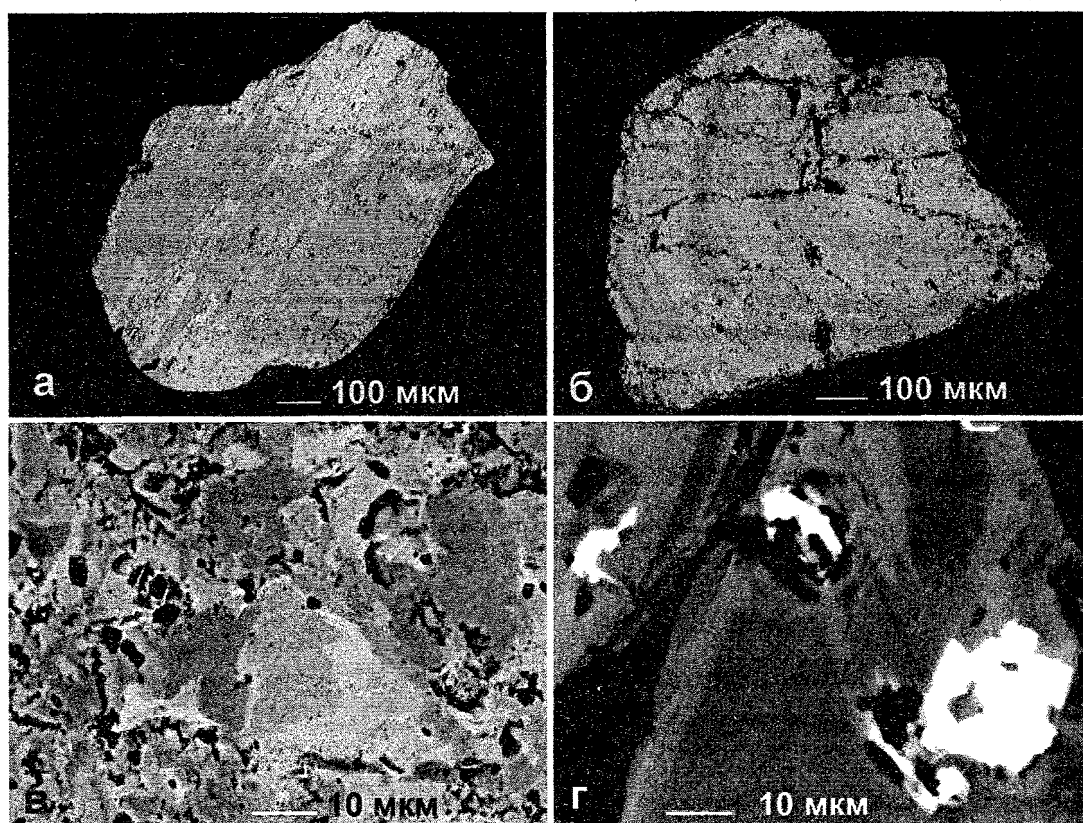


Рис. 2. Электронно-микроскопическое изображение слабо окатанных зональных кристаллов (а, б) ильменорутила проявления Ичетью и увеличенные изображения участков этих зерен с включениями кварца (черное) и колумбита (белое). Темно-серые полосы представлены рутилом с низким содержанием примесей (FeO , WO_3 , Nb_2O_5), а светло-серые собственно ниобиевой разновидностью – ильменорутилом.

Ильменит проявления Ичетью сильно лейкоксенизирован. Полированные препараты зерен ильменита демонстрируют их полиминеральный состав. В качестве включений в ильмените диагностированы: кварц (содержание SiO_2 в лейкоксенизированном ильмените, определенное с помощью широкого зонда, составляет от 10 до 20 %, в близповерхностных частях зерен ильменита количество включений кварца снижается до 3–7 %), слюда (мусковит), циркон ($\text{Zr}_{0.98}\text{Hf}_{0.02}\text{SiO}_4$), пирит $\text{Fe}(\text{S}_{1.96}\text{As}_{0.04})_2$, рутил, ильменорутил. Содержание TiO_2 (рутил+анатаз) в измененном (метаморфизованном) ильмените, по данным нормативных пересчетов, колеблется от 31 до 55 %. В ильмените присутствует постоянная изоморфная примесь MnO от 0,21 до 2,17 %, что обеспечивает изоморфную примесь пирофанитового минала MnTiO_3 от 0,44 до 4,62 %. Следует отметить высокое содержание Al_2O_3 от 0 до 0,90 % (включения слюды) и изоморфную примесь V_2O_5 от 0,19 до 1,09 %. Все перечисленные признаки позволяют сделать вывод о полной аналогии состава и свойств ильменита проявления Ичетью и Пижемского месторождения.

Лейкоксен. Чечевицеобразные, лепешковидные желтые и бледно-коричневые зерна лейкоксена размером 0,3–1,0 мм – наиболее распространенный рудный компонент тяжелого шлиха проявления Ичетью. Содержание лейкоксена в тяжелой фракции крайне неравномерно от 2–3 до 65 %. Содержание лейкоксена в конглобрекциях резко уменьшается к северным границам Пижемской депрессии и нарастает к центру и югу рудного поля. Лейкоксен состоит из микрокристаллов кварца и сагенитовой рутиловой решетки, с небольшой примесью анатаза. По химическому составу, минеральным включениям (каолинит, мусковит, флоренсит, ильменорутил, кварц) и всем другим признакам лейкоксен из конглобрекций Ичетью ничем не отличается от лейкоксена нижележащего Пижемского титанового месторождения. В связи с этим можно предположить, что источником этого рудного компонента являются именно пижемские титаноносные песчаники. В изучаемом регионе только лампрофиры и метасоматиты вокруг них имеют подобную ниобий-титановую и редкоземельную акцессорную минерализацию. Поэтому следует предположить, что именно лампрофиры были коренным источником рудной минерализации проявления Ичетью и Пижемского титанового месторождения.