

Октябрьское рудное поле (Четласский Камень, Средний Тиман): Ar-Ar данные

Удоротина О.В.¹, Травин А.В.^{2,3,4}, Бурцев И.Н.¹, Куликова К.В.¹, Губарев И.А.⁵

¹ Институт геологии ФИЦ КомиНЦ УрО РАН, Сыктывкар, udoratina@geo.komisc.ru

² ИГМ СО РАН, Новосибирск, travin@igm.nsc.ru

³ НГУ, Новосибирск

⁴ ТГУ, Томск

⁵ КФУ институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, i.gubarev2014@yandex.ru

Аннотация. В статье приводятся данные о возрасте щелочных рудных (Nb, Y-HREE) метасоматитов, полученные ⁴⁰Ar/³⁹Ar методом. Калиевый полевой шпат один из ведущих минералов метасоматитов. Калиевый полевой шпат по рентгеноструктурным данным является максимальным микроклином, температура кристаллизации оценивается на уровне 420°C. В химическом составе микроклина содержание Na₂O незначительно – 0.16-1 мас. %. Возраст (⁴⁰Ar/³⁹Ar) составил 513.2 ± 3.8 млн. лет.

Ключевые слова: щелочной метасоматоз; рудные редкометалльно-редкоземельные метасоматиты, ⁴⁰Ar/³⁹Ar возраст, Средний Тиман.

October Ore Field (Chetlas Stone, Middle Timan): Ar-Ar data

Udoratina O.V.¹, Travin A.V.^{2,3,4}, Burtsev I.N.¹, Kulikova K.V.¹, Gubarev I.A.⁴

¹ Institute of Geology, FRC, KomiSC, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, udoratina@geo.komisc.ru

² IGM SB RAS, Novosibirsk, travin@igm.nsc.ru

³ NSU, Novosibirsk

⁴ TSU, Tomsk

⁵ KFU Institute of Geology and Oil and Gas Technologies, Kazan, i.gubarev2014@yandex.ru

Abstract. The article presents data on the age of alkaline ore (Nb, Y-HREE) metasomatites obtained by the ⁴⁰Ar/³⁹Ar method. The bulk of metasomatites is composed of potassium feldspar. According to X-ray diffraction data, potassium feldspar is the maximum microcline; the crystallization temperature is estimated at 420 °C. In the chemical composition of microcline, the Na₂O content is insignificant - 0.16-1 wt.%. The age (⁴⁰Ar/³⁹Ar) was 513.2 ± 3.8 Ma.

Keyword: alkaline metasomatism; ore rare-metal-rare-earth metasomatites, ⁴⁰Ar/³⁹Ar age, Middle Timan.

Введение

На Среднем Тимане известна группа комплексных редкометалльно-редкоземельных проявлений образующих Косьюскую группу (Ивенсен, 1964, Костюхин, Степаненко, 1987). Октябрьское рудное поле входит в ее состав, рудные породы выведены на поверхность в верховье р. Светлая на Четласском Камне. Ведущими рудными минералами являются колумбит и ксенотим.

Рудное поле слагают метапесчаники светлинской свиты четласской серии (RF₂sv). Породы претерпели в различной степени метасоматические изменения вплоть до фенитов, микроклинитов, а также рудных альбититов, содержащих редкометалльно-редкоземельную минерализацию.

Возраст метапесчаников светлинской свиты оценивается как позднеархейский – U-Pb датировки (LA ICP MS) по циркону из кварцитопесчаников Новобобровского рудного поля, возраст самого молодого циркона составляет 1100 млн лет (Удоротина и др., 2017), близкий возраст получен на стратотипах (Брусницына и др., 2019).

Возраст (K-Ar метод) для магматитов и метасоматитов, прорывающих породы четласской серии, имеет разброс значений в широком диапазоне от 460 до 1030 млн. лет (Тиманский кряж, 2009).

Редкометалльно-редкоземельное оруденение, локализованное в натриевых и калиевых метасоматитах, генетически связывается с ультраосновными и карбонатитовыми породами Косью, возраст которых оценивается K-Ar (вал) и ⁴⁰Ar/³⁹Ar (по флогопиту) методами на уровне 600 млн лет

(Андреичев, Степаненко, 1983, Удоротина, Травин, 2014, Степаненко, 2015). Есть точка зрения, что возраст магматических образований древнее и составляет 820 ± 9 млн. лет (Rb-Sr метод по валу (Макеев и др., 2009)).

Возраст, определенный по рудным минералам Новобобровского проявления, которое расположено в непосредственной близости от Октябрьского рудного поля, составляет соответственно 552 ± 31 (U-Th-Pb по монациту) и 581 ± 47 млн. лет (Sm-Nd по торит-колумбит-монациту) (Удоротина и др., 2015, 2016, Удоротина, Капитанова, 2017).

Некоторые исследователи считают процессы щелочного метасоматоза и рудогенеза более древними на основании датирования альбита из цемента брекчированного ксенолита (Косьюское рудное поле), его возраст ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ метод) составляет 845 ± 8 млн. лет (Голубева и др., 2019).

Объектом настоящих исследований являются калиевые метасоматиты Октябрьского рудного поля – состав и возраст. Геохронология рудных пород и связанных с ними щелочных метасоматитов мало изучена, так как рудные образования сложные, многостадийные, но при этом близ одновременные и кратковременные в масштабах геологического времени образования.

Методика исследований

При проведении тематических исследований (ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2016 г.) рудных редкометалльно-редкоземельных образований Среднего Тимана, произведено опробование пород рудного поля для исследования изотопно-геохронологическими методами. Для датирования отобран калиевый полевой шпат, в ЦКП «Геонаука» (г. Сыктывкар) исследовался его рентгеноструктурный и химический состав. Структурный контроль минеральной принадлежности проводился рентгеновским дифракционным анализом (дифрактометр Shimadzu XRD-6000 Cu-анод, ток – 30 мА, напряжение – 30 кВ, фильтр Ni, углы сканирования 2θ от 2 до 60 градусов, шаг сканирования $2\theta - 0.05$, скорость съемки – 1 гр./мин. Параметры элементарной ячейки минералов рассчитывались с помощью программы Unit Cell. Микронзондовые исследования проведены на спектральном элек-

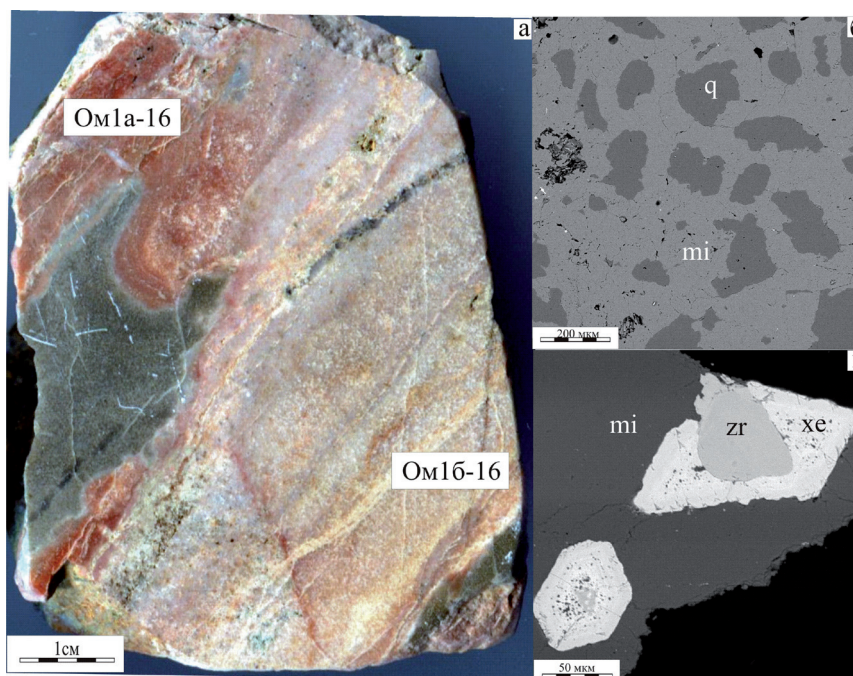


Рис. 1 Щелочной (Ab-Mi) метасоматит по кварцитопесчанику, обр. OM1-16 (а), изображение в обратно рассеянных электронах: б – исследованный микроклин, в – ксенотим с детритовым цирконом в микроклине. Ab – альбит, q – кварц, mi – микроклин, zr – циркон, xe – ксенотим.

Fig. 1. Alkaline (Ab-Mi) quartzitic sand metasomatite, sample OM1-16 (a), image in backscattered electrons: b – studied microcline, c – xenotime with detrital zircon in microcline. Ab – albite, q – quartz, mi – microcline, zr – zircon, xe – xenotime.

Таблица 1. Результаты $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования микроклина ОМ 1а-1б.
 Table 1. The results of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating of microcline ОМ 1а-1б.

T°C	t (мин)	$^{40}\text{Ar}(\text{STP})$	$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$\pm 1\sigma$	$^{38}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$\pm 1\sigma$	$^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$\pm 1\sigma$	$^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$	$\pm 1\sigma$	Са/К	$\sum^{39}\text{Ar}$ (%)	Возраст (млн лет) $\pm 1\sigma$	$\pm 1\sigma$
Микроклин (ОМ 1а-1б), навеска 11,44 мг, $J = 0.003156 \pm 0.000026^*$; интегральный возраст = 517.3 ± 3.9 млн лет; возраст плато (серый цвет) = 513.2 ± 3.8 млн лет Microcline (ОМ 1а-1б), sample 11.44 mg, $J = 0.003156 \pm 0.000026^*$; Total age = 517.3 ± 3.9 Ma; Plateau age (600-875°C) = 513.2 ± 3.8 Ma														
600	10	$402.5 \cdot e^{-9}$	104.97	0.15	0.0179	0.0004	0.001	0.006	0.0032	0.0006	0.01	52.0	512.2	3.8
675	10	$83.6 \cdot e^{-9}$	110.28	0.30	0.0215	0.0049	0.083	0.024	0.0279	0.0032	0.30	62.3	503.7	5.6
775	10	$100.3 \cdot e^{-9}$	108.87	0.55	0.0240	0.0062	0.039	0.031	0.0089	0.0048	0.14	74.8	521.7	7.4
875	10	$88.8 \cdot e^{-9}$	109.62	0.41	0.0093	0.0055	0.130	0.039	0.0136	0.0023	0.47	85.8	518.9	5.0
975	10	$59.5 \cdot e^{-9}$	118.69	1.01	0.0204	0.0064	0.039	0.027	0.0283	0.0072	0.14	92.6	539.0	10.5
1130	10	$67.7 \cdot e^{-9}$	124.82	0.79	0.0390	0.0070	0.203	0.045	0.0464	0.0029	0.73	100.0	542.3	6.0

Примечание. *J – параметр, характеризующий величину нейтронного потока. *J – parameter characterizing the magnitude of the neutron flux.

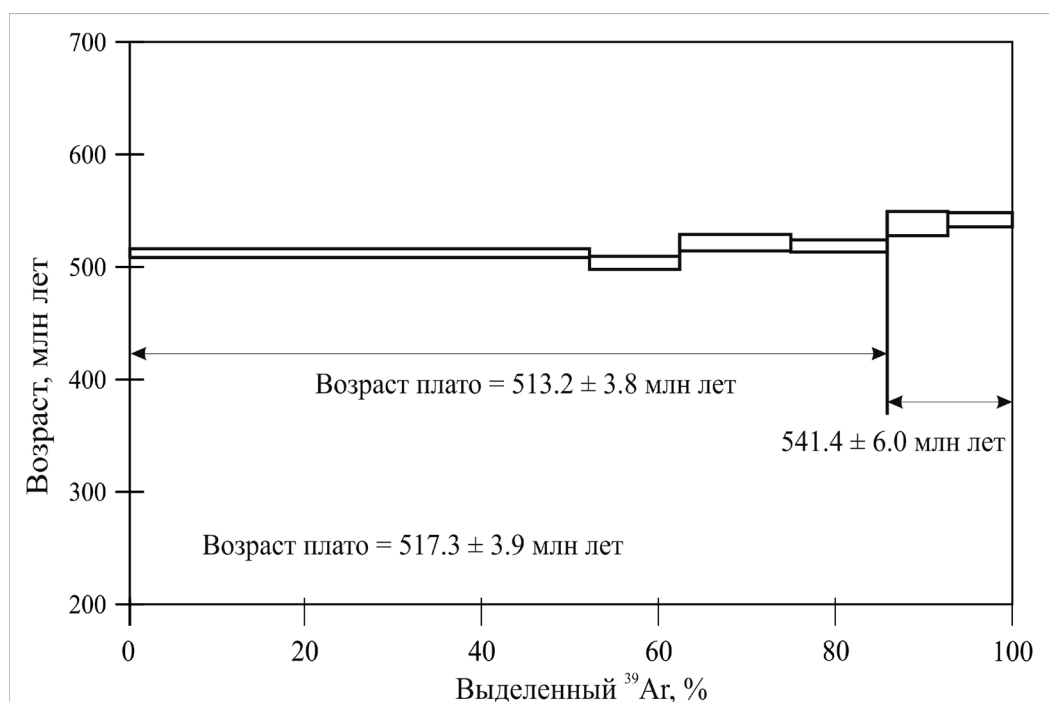


Рис. 2. Результаты $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования методом ступенчатого прогрева для максимального микроклина OM1a-16: возрастного спектра.

Fig. 2. Results of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating using the stepwise heating method for the maximum microcline OM1a-16: age spectrum.

тронном микроскопе Tescan Vega 3 LMN с энергодисперсионным детектором X-MAX 50mm Oxford Instruments. В ИГМ СО РАН г. Новосибирск выполнено $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирование методом ступенчатого нагрева (Травин и др., 2009) монофракции калиевого полевого шпата.

Результаты исследований

Для исследований отобрана монофракция калиевого полевого шпата (проба OM1a-16) из метасоматизированного (альбитизированного, калишпатизированного и эгиринизированного) кварцитопесчаника. Калиевый полевой шпат ярко розового цвета образует плотный, сливной тонкозернистый агрегат (рис. 1 а).

Петрографические исследования в калиевом метасоматите по кварцитопесчанику показывают, что процесс метасоматоза происходил за счет растворения кварцевой матрицы и замещения калиевым полевым шпатом всех минералов.

Исследования калиевого полевого шпата методом порошковой дифрактометрии, для определения степени однородности калишпатовой фазы, степени триклинности, упорядоченности показали следующее: для изученной монофракции КПШ положение отражения (20) и величина $d = 4.23$ свидетельствуют о незначительной примеси альбитового компонента в его составе. Данный полевой шпат является триклинным, так как его степень триклинности ($\Delta\rho$) равна 0.875, что следует из разобшенности пиков (131) и (11) (Рентгенография..., 1983). Используя методики Д. Стюарта и Т. Райта, а также И.Е. Каменцева и О.Г. Сметанниковой, описанные в (Рентгенография..., 1983), по положению дифракционных максимумов (060) и () соответственно определили Al-Si упорядоченность ($2t1 = 0.96$), что соответствует максимальному микроклину. Кристаллизация полевых шпатов происходит в достаточно широком интервале температуры и давления, которые влияют на их структурные особенности (Рентгенография..., 1983). Для исследованного микроклина температура соответствует 420°C .

По данным микрозондового анализа содержание оксида натрия в калиевом полевым шпате в основном незначительно и варьирует от 0.16 до 0.29 мас. %, что соответствует содержанию альби-

тового минала не более 2.5 %, только в одном из зерен альбитовый минал достигает 10 %. Обнаружено, что микроклин содержит реликтовый наследованный кварц (рис. 1, б), также порода насыщена аксессуарным ксенотимом (рис. 1, в), наличие в ядерных частях ксенотимов наследованного октанного (детритного) циркона, наряду с кварцем подтверждает, что формирование щелочных метасоматитов происходило по кварцитопесчаникам.

Результаты датирования показаны на рис. 2. В возрастном спектре выделяется надежное плато, характеризующееся 80 % выделенного ^{39}Ar и возрастом 513.2 ± 3.8 млн. лет.

Полученный возраст плато, по всей видимости, соответствует закрытию изотопной системы полевого шпата (порядка $220\text{--}240^\circ\text{C}$). Можно предположить, что на Октябрьском рудном поле произошло несколько импульсов преобразований различной интенсивности. Возраст плато соответствует последнему событию, в то время, как оценкой возраста раннего этапа может служить значение, рассчитанное для высокотемпературного плато из двух ступеней - 541 ± 6 млн. лет.

Таким образом, метасоматический процесс преобразования кварцитопесчаников Октябрьского рудного поля протекал, мог протекать в несколько кратковременных стадий с возрастом 541 ± 6 , а также - 513 ± 4 млн. лет. На данный момент эти значения - самые молодые среди полученных по рудным образованиям Косьюской группы редкометалльно-редкоземельных проявлений.

Работа выполнена в рамках госзаданий № ГР АААА-А17-117121270035-0,
АААА-А17-117122790037-0.

Литература

1. Андреичев В.Л., Степаненко В.И. Возраст карбонатитового комплекса Среднего Тимана // Рудообразование и магматизм севера Урала и Тимана. Сыктывкар. Тр. Ин-та геологии Коми филиала АН СССР. 1983. Вып. 41. С. 83–87.
2. Брусницына Е.А., Ершова В.Б., Худoley А.К., Андерсен Т. Результаты исследований U-Pb изотопного возраста обломочных цирконов из средне-верхнерифейских отложений Четласского Камня (Средний Тиман) // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Свероуральского сегмента: Матер. 28-й науч. конф. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2019. С. 7–11.
3. Голубева И.И., Бурцев И.Н., Травин А.В., Ремизов Д.Н., Филиппов В.Н., Шуйский А.С. Парагенетическая связь флюидизатно-эксплозивных ультрамафитов дакового комплекса с карбонатитами (Средний Тиман) // Геология и минеральные ресурсы Европейского северо-востока России. Мат-лы XVII Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар. 2019. С. 22 – 24.
4. Ивенсен Ю.П. Магматизм Тимана и полуострова Канин. М.-Л. Изд-во: Наука. 1964. 126 с.
5. Макеев А.Б., Андреичев В.Л., Брянчанинова Н.И. Возраст лампрофиров Среднего Тимана: первые Rb-Sr данные // Докл. АН. 2009. Т. 426. № 1. С. 94–97.
6. Рентгенография основных типов породобразующих минералов (слоистые и каркасные силикаты) / Под ред. В.А. Франк-Каменецкого. Л. Изд-во: Недра. 1983. 359 с.
7. Степаненко В.И. Позднепротерозойский магматизм северо-восточной окраины Восточно-Европейской платформы // Тектоника и геодинамика континентальной и океанической литосферы: общие и региональные аспекты. Мат-лы XLVII Тектонического совещ. Т. II. М. Изд-во: ГЕОС. 2015. С. 188–191. ISBN 978-5-89118-693-4.
8. Тиманский кряж. Т. 2. Литология и стратиграфия, геофизическая характеристика земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы (Ред. Л.П. Шилов, А.М. Плякин, В.И. Алексеев). Ухта. Изд-во: УГТУ. 2009. 460 с.
9. Травин А.В., Юдин Д.С., Владимиров А.Г., Хромых С.В., Волкова Н.И., Мехоношин А.С., Колотилина Т.Б. Термохронология Чернорудской гранулитовой зоны (Ольхонский регион. Западное Прибайкалье). Геохимия. 2009. № 11. С. 1181–1199.
10. Удоратина О.В., Вирюс А.А., Козырева И.В., Швецова И.В., Капитанова В.А. Возраст монацитов жильной серии четласского комплекса (Средний Тиман): Th-U-Pb данные // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар. 2015. № 3. С. 23–29.
11. Удоратина О.В., Казанцева М.И., Саватенков В.М. Sm-Nd датирование рудных минералов Новобобровского месторождения (Средний Тиман) // Щелочной магматизм Земли и связанные с ним месторождения стратегических металлов. Тр. XXXIII межд. конф. Москва. ГЕОХИ. 27 мая 2016 г. (отв. ред. акад. Когарко Л.Н.). М. Изд-во: ГЕОХИ РАН. 2016. С. 134–136.
12. Удоратина О.В., Травин А.В. Щелочные пикриты четласского комплекса Среднего Тимана: Ar-Ar данные // Рудный потенциал щелочного, кимберлитового и карбонатитового магматизма. Матер. 30 Международной конференции. Анталия-Москва. 2014. С. 82–84.