

УДК 550.93:552.322(571.5)

О ВОЗРАСТЕ ВИШНЯКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТОВ (ВОСТОЧНЫЙ САЯН): РЕЗУЛЬТАТЫ U–Pb-ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ МАНГАНОТАНТАЛИТА

© 2011 г. Е. Б. Сальникова, А. М. Ларин, С. З. Яковлева, А. Б. Котов,
член-корреспондент РАН В. А. Глебовицкий, А. В. Ткачев, И. В. Анисимова,
Ю. В. Плоткина, Б. М. Гороховский

Поступило 22.06.2011 г.

В общем мировом балансе минерально-сырьевых ресурсов исключительную роль играет большое число крупных и суперкрупных по запасам высококачественного сырья месторождений, что определяет необходимость их комплексного изучения с целью разработки критериев прогнозирования и оценки перспектив конкретных территорий. Гранитные пегматиты являются важным источником редких металлов и главным источником Та. При этом наиболее продуктивны пегматиты архейского и протерозойского возраста. С ними связаны такие крупнейшие месторождения, как Бикита (Зимбабве), Тэнко (Канада), Воджина и Гринбушес (Австралия), Назарену (Бразилия). В России к категории крупных относится целый ряд докембрийских месторождений редкометалльных пегматитов Восточно-Саянского пояса и пояса Колмозеро–Воронье Кольского полуострова.

Наиболее важные проблемы изучения редкометалльных пегматитов – оценка тектонического положения пегматитовых полей и определение характера их соотношений с ассоциирующими гранитами. Их решение невозможно без геохронологических исследований пегматитов и потенциально рудоносных гранитов. В настоящей работе в этом плане рассматриваются пегматиты крупного Вишняковского редкометалльного (Та, Li, Be, Sn, Rb, Cs) месторождения, расположенного в северо-западной части Восточно-Саянского пегматитового пояса (рис. 1), который протягивается более чем на 500 км вдоль юго-западного обрамления Сибирской платформы. Оно локализовано в пределах палеопротерозойского Елашского грабена вблизи юго-западного контакта

Елашско-Тенишетского массива гранитов саянского комплекса и относится к комплексному геохимическому типу петалитовой подформации редкометалльной формации пегматитов [1]. Месторождение содержит лучшие по качеству руды Та в России [2]. Пегматитовые жилы залегают в ортоамфиболитах и характеризуются пологим залеганием. Они образуют жильные серии, отдельные тела в которых имеют протяженность до 2 км при мощности до 12 м. Главные рудные минералы пегматитов представлены манганотанталитом, иксиолитом, воджинитом, колумбитом, микролитом, сподуменом, петалитом, монтебразитом, эвкрипитом, лепидолитом, касситеритом, ринерсонитом и бериллом.

Елашско-Тенишетский массив сложен гранитоидами двух интрузивных фаз. Первая фаза представлена биотит-амфиболовыми гранодиоритами и гранитами, вторая – биотитовыми и двуслюдяными гранитами, биотит-, мусковит- и турмалинсодержащими лейкогранитами, пегматоидными гранитами, пегматитовыми и аплитовыми жилами. Геохимические характеристики этих гранитов отвечают постколлизийным гранитам S-типа. Возраст гранитов саянского комплекса находится в интервале 1869 ± 6 – 1855 ± 5 млн лет (U–Pb-метод по циркону [3]). Для пегматитов Вишняковского месторождения и ассоциирующих с ними метасоматитов опубликованы оценки возраста соответственно 1490 и 1480 млн лет (Rb–Sr-метод [4]). Столь значительная разница в оценках возраста потенциально рудоносных гранитов и редкометалльных пегматитов привела к выводу об отсутствии “материнских” гранитов для пегматитов этого месторождения и их формировании за счет самостоятельного импульса внедрения пегматитовой магмы, образованной в результате длительных процессов преобразования гранитных расплавов в глубинных очагах под воздействием мантийных и/или нижнекоровых флюидов [1].

*Институт геологии и геохронологии докембрия
Российской Академии наук, Санкт-Петербург*

*Государственный геологический музей
им. В.И. Вернадского
Российской Академии наук, Москва*

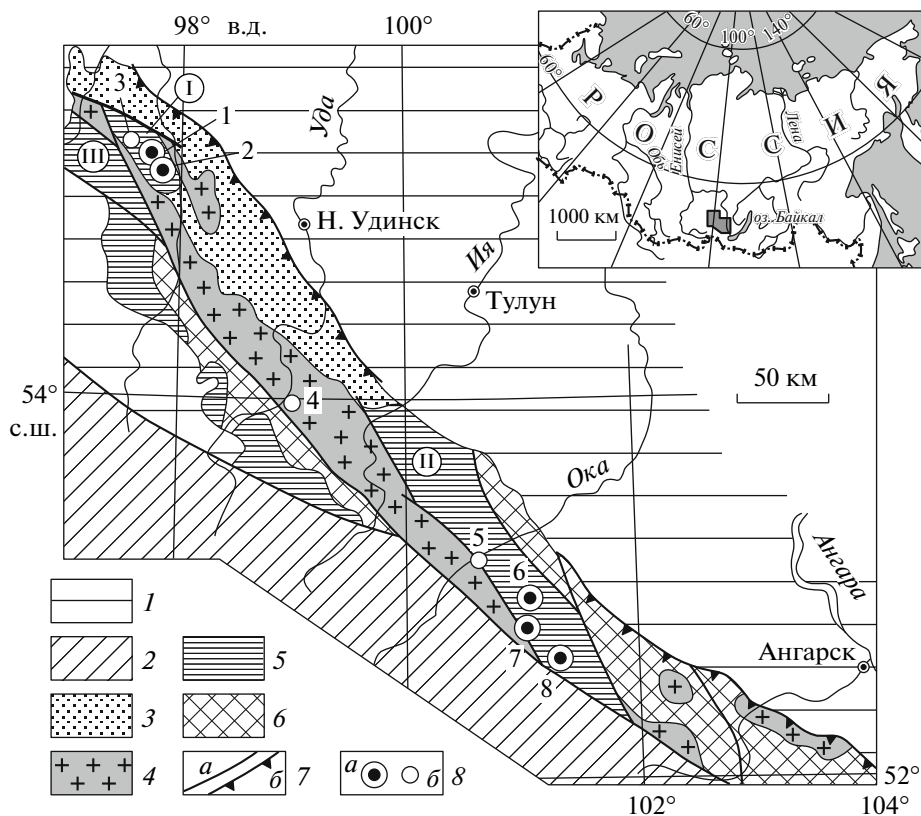


Рис. 1. Восточно-Саянский пояс редкометалльных пегматитов. 1 – фанерозойские отложения чехла Сибирской платформы; 2 – Центрально-Азиатский складчатый пояс; 3 – Присаянская зона позднерифейских опусканий (эпиконтинентальные осадочные и вулканогенно-осадочные породы); 4 – гранитоиды Южно-Сибирского постколлизийного (1.88–1.84 млрд лет) магматического пояса (саянский и шумихинский комплексы); 5 – Урикско-Туманшетский сегмент Ангарского палеопротерозойского складчатого пояса (I – Елашский грабен, II – Урикско-Ийский грабен, III – Туманшетско-Тагуйский прогиб); 6 – архейские гранулит-гнейсовые и гранит-гнейсовые комплексы Шарышалгайского и Бирюсинского супертеррейнов; 7 – дизъюнктивные нарушения: *a* – разломы, *б* – надвиги; 8 – месторождения редкометалльных пегматитов, выделены ведущие рудные элементы: *a* – крупные: 1 – Вишняковское (Ta, Li, Be, Sn, Rb, Cs), 2 – Отбойное (Ta, Li, Be, Sn), 6 – Гольцовое (Li, Ta, Cs, Rb, Be, Sn), 7 – Белореченское (Li, Be, Ta, Sn), 8 – Урикское (Li, Be, Ta, Sn); *б* – мелкие и средние: 3 – Александровское (Ta, Li, Be, Sn), 4 – (Ta, Li), 5 – Малореченское (Be, Li, Sn, Ta).

Поскольку Вишняковское пегматитовое поле находится в зоне влияния долгоживущего Саянского разлома, то Rb–Sr-изотопная система пегматитов могла быть неоднократно нарушена. В частности, на это указывает значительный разброс оценок Rb–Sr-возраста редкометалльных пегматитов (1730–1480 млн лет) из различных месторождений Восточно-Саянского пегматитового пояса [5]. В связи с этим нами проведены U–Pb-геохронологические исследования главного рудного минерала пегматитов Вишняковского месторождения – манганотанталита, отобранного из самой крупной по запасам тантала пегматитовой жилы № 1.

U–Pb-геохронологические исследования манганотанталита выполнены по оригинальной методике, которая включает предварительное удаление поверхностных загрязнений с кристаллов манганотанталита в 1M HNO₃, их разложение в концентрированной HF в течение 24 ч при темпе-

ратуре 220°C и наконец выделение U и Pb с помощью HCl на ионообменной смоле BioRad AG 1-X8 200–400 mesh [6]. Дочистку урана осуществляли на ионообменной смоле UTEVA [7]. Для изотопных исследований использовали трассеры ²³⁵U–²⁰²Pb и ²³⁵U–²⁰⁸Pb. Изотопные анализы выполнены на многоколлекторном масс-спектрометре Finnigan MAT-261 в статическом режиме. Точность определения содержаний U и Pb, а также U/Pb-отношений составила 0.5%. Холостое загрязнение не превышало 50 пг Pb и 1 пг U. Обработку экспериментальных данных проводили при помощи программ PbDAT [8] и ISOPLOT [9]. При расчете возрастов использованы общепринятые значения констант распада урана [10]. Поправки на обычный свинец введены в соответствии с модельными величинами [11]. Все ошибки приведены на уровне 2σ.

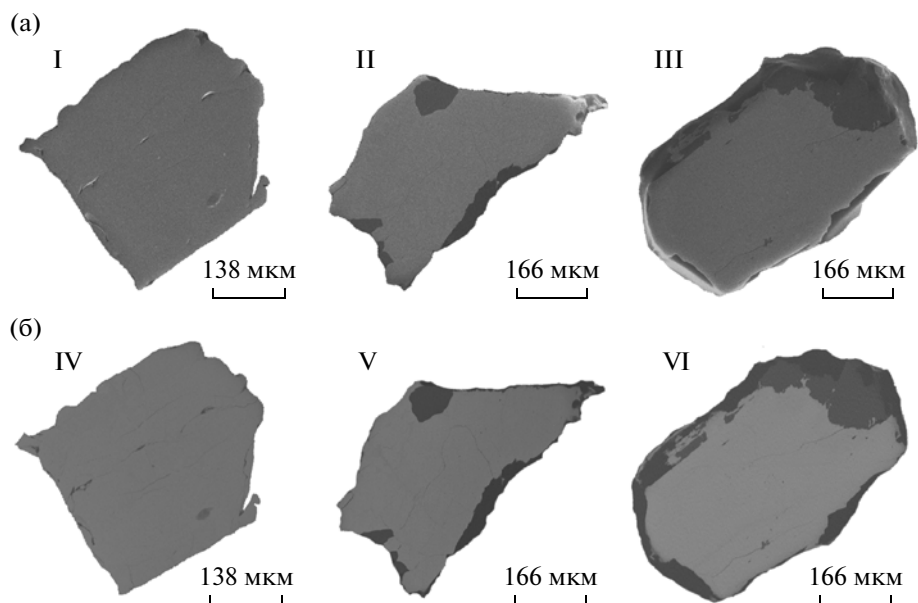


Рис. 2. Микрофотографии обломков кристаллов манганотанталита из пегматита Вишняковского редкометального месторождения (пр. 186X-1), выполненные на сканирующем электронном микроскопе АВТ 55: а – в режиме вторичных, б – отраженных электронов.

Для U–Pb-геохронологических исследований использованы обломки непрозрачных кристаллов манганотанталита темно-коричневого и черного цвета (проба 186X-1). Размер этих обломков изменяется от 200 до 350 мкм (рис. 2, I–III). Как правило, они имеют однородное внутреннее строение (рис. 2, IV–VI). Только в редких случаях в краевых частях обломков наблюдаются включения мусковита.

U–Pb-геохронологические исследования проведены для трех микронавесок (1–5 зерен) манга-

нотанталита, отобранных из размерной фракции >150 мкм. Как видно на рис. 3, дискордия, построенная для трех точек изотопного состава манганотанталита (точки № 1–3, табл. 1), имеет верхнее пересечение с конкордией, отвечающее возрасту 1838 ± 3 млн лет (СКВО = 1.3, нижнее пересечение равно 576 ± 11 млн лет). При этом степень дискордантности оценок возраста, полученных для микронавески, состоящей из пяти зерен манганотанталита (№ 3, табл. 1), составляет менее 5%. Таким образом, значение возраста,

Таблица 1. Результаты U–Pb-геохронологических исследований манганотанталита из пегматита Вишняковского редкометального месторождения (проба 186X-1)

№ п/п	Размер фракции (мкм) и ее характеристика	Навеска, мг	Pb		U		Изотопные отношения		
			мкг/г				$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^a$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^a$
1	>150, A = 30%, 1 зер.	–*	U/Pb = 4.98				3430	0.0996 ± 1	0.0213 ± 1
2	>150, 4 зер.	0.26	783	2833			23077	0.1093 ± 1	0.0056 ± 1
3	>150, 5 зер.	–*	U/Pb = 3.37				32444	0.1109 ± 1	0.0038 ± 1
№ п/п	Размер фракции (мкм) и ее характеристика	Изотопные отношения		Rho	Возраст, млн лет				
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$		
1	>150, A = 30%, 1 зер.	2.8242 ± 36	0.2056 ± 3	0.96	1362 ± 2	1205 ± 1	1617 ± 1		
2	>150, 4 зер.	4.3348 ± 62	0.2876 ± 4	0.97	1700 ± 2	1629 ± 2	1788 ± 1		
3	>150, 5 зер.	4.7248 ± 60	0.3091 ± 4	0.97	1772 ± 2	1736 ± 2	1814 ± 1		

Примечание. ^a – изотопные отношения, скорректированные на бланк и обычный свинец; Rho – коэффициент корреляции ошибок отношений $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ – $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$; A = 30% – количество вещества, удаленное в процессе аэробразивной обработки манганотанталита [15]; * – навеска не определялась. Величины ошибок (2σ) соответствуют последним значащим цифрам.

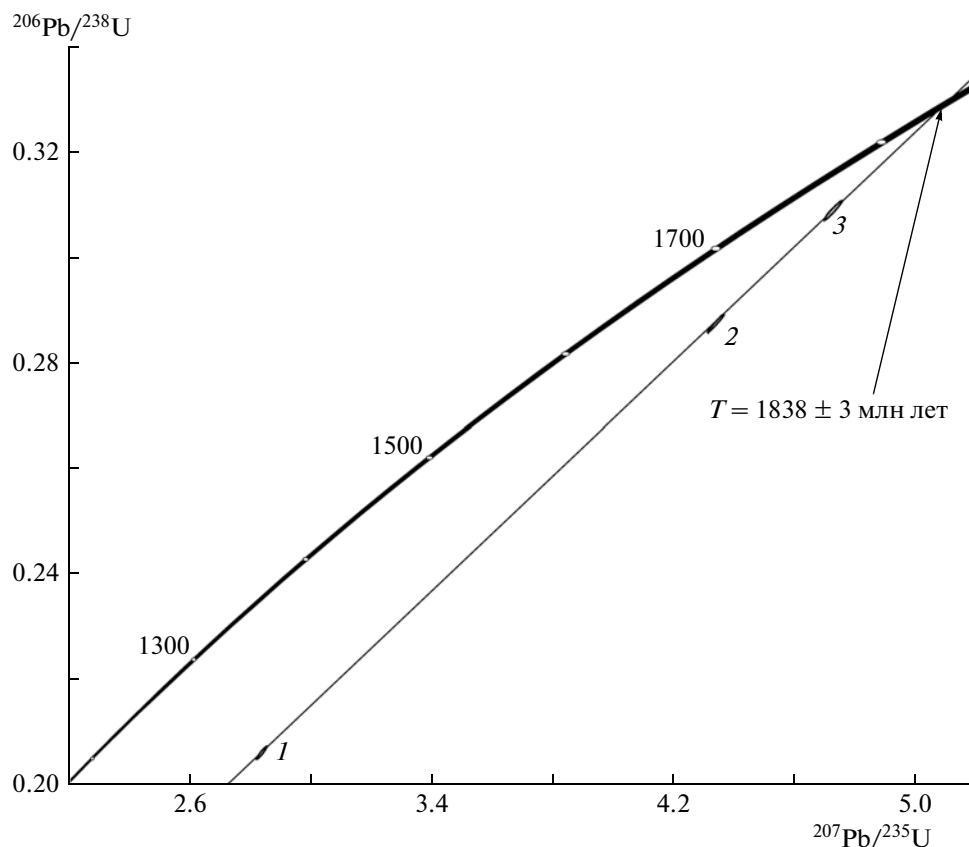


Рис. 3. Диаграмма с конкордией для манганотанталита из пегматита Вишняковского редкометального месторождения (пр. 186X-1). Номера точек соответствуют порядковым номерам в табл. 1.

определяемого верхним пересечением дискордии 1838 ± 3 млн лет, отвечает возрасту кристаллизации манганотанталита и соответственно возрасту формирования редкометального оруденения пегматитов Вишняковского месторождения.

Как мы видим, возраст оруденения несколько моложе возраста гранитов саянского комплекса. В то же время геохимические данные, присутствие в гранитах шпировых пегматитов с минералами, аналогичными таковым продуктивных жил редкометальных пегматитов, а также зональность пегматитовых полей указывают на возможность их парагенетической связи [12]. Следует отметить, что возрастной разрыв (до 30 млн лет) нередко фиксируется между становлением рудоносных гранитов и формированием редкометального оруденения иных типов [13].

Тектоническое положение гранитов саянского комплекса и редкометальных пегматитов Вишняковского месторождения определяется их принадлежностью к постколлизионному Южно-Сибирскому магматическому поясу (1.88–1.84 млрд лет), протягивающемуся по юго-западному обрамлению Сибирской платформы более чем на 2500 км от Енисейского кряжа до Алданского щита. Формирование этого магматического пояса

связано с причленением к Сибирскому кратону (начиная с ~1.9 млрд лет) серии континентальных микролит и островных дуг, что и привело к его окончательной стабилизации на рубеже ~1.8 млрд лет и вхождению в суперконтинент Нена [14].

Авторы очень признательны В.В. Рябцеву (ВИМС) за любезно предоставленные для исследования образцы минералов Вишняковского месторождения.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (проект № 09–05–12053–офи_м), Минпромнауки (НШ–3533–2008–05) и программ фундаментальных исследований ОНЗ РАН “Строение и формирование основных типов геологических структур подвижных поясов и платформ” и “Природные изотопные системы: методы исследования, закономерности изменения, применение к изучению источников, условий и времени протекания геологических процессов”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макагон В.М., Загорский В.Е., Еремин Г.М. Благородные и редкие металлы Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 2005. Т. 2. С. 23–26.

2. Кудрин В.С., Рожанец А.В., Чистов Л.В. и др. Тантал России: состояние, перспективы освоения и развития минерально-сырьевой базы. М.: ВИМС, 1999. 90 с.
3. Левицкий В.И., Резницкий Л.З., Котов А.Б. и др. Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. Материалы II Российской конференции по изотопной геохронологии. 25–27 ноября 2003 г. СПб., 2003. С. 278–281.
4. Макагон В.М., Ленин В.М., Брандт С.Б. // Геология и геофизика. 2000. № 12. С. 1783–1789.
5. Makagon V.M., Zagorsky V.Ye. Deep-Seated Magmatism, Magmatic Sources and the Problem of Plume. Vladivostok, 2002. P. 253–260.
6. Krogh T.E. A // Geochim. et cosmochim. acta. 1973. V. 37. P. 485–494.
7. Horwitz E.Ph., Dietz M.L., Chiarizia R., et al. // Anal. chim. acta. 1992. V. 266. P. 25–37.
8. Ludwig K.R. // US Geol. Surv. Open-File Rept 88-542. 1991. 35 p.
9. Ludwig K.R. // Geochronol. Center Spec. Publ. 1999. № 1a. 49 p.
10. Steiger R.H., Jager E. // Earth and Planet. Sci. Lett. 1976. V. 36. № 2. P. 359–362.
11. Stacey J.S., Kramers I.D. // Earth and Planet. Sci. Lett. 1975. V. 26. № 2. P. 207–221.
12. Брынцев В.В. Докембрийские гранитоиды Северо-Западного Присяянья. Новосибирск: Наука, 1994. 184 с.
13. Ларин А.М., Амелин Ю.В., Неймарк Л.А. // Геология руд. месторождений. 1991. № 6. С. 15–33.
14. Ларин А.М. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009. Т. 17. № 3. С. 3–28.
15. Krogh T.E. // Geochim. et cosmochim. acta. 1982. V. 46. P. 637–649.