

АКЦЕССОРНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ГРАНИТОИДОВ А-ТИПА ИЗ ФУНДАМЕНТА ТЫНЬЯРСКОЙ ПЛОЩАДИ (ВОСТОЧНАЯ ЧАСТЬ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ)

Ю. В. Ерохин, К. С. Иванов, В. В. Хиллер

В гранитоидах А-типа из доюрского фундамента Тыньярской площади (восточная часть ХМАО) установлена редкометалльно-редкоземельная акцессорная минерализация – торит, торогуммит, настуран, синхизит-(Се) и чевкинит-(Се). Она является типоморфной для данных щелочных кислых пород. Первичными акцессорными минералами гранитов, по всей видимости, были торит и чевкинит, а также не сохранившийся монацит. Кроме того, в гранитах Тыньярской площади встречаются и обычные акцессорные минералы – магнетит, циркон и фторапатит.

Ключевые слова: Западно-Сибирский мегабассейн; фундамент; граниты; акцессорная минерализация.

Гранитоиды А-типа установлены в скважинах № 100 и 101 Тыньярской разведочной площади, которая расположена в междуречье Ваха и Елогуя, в восточной части Западно-Сибирской плиты (восток Ханты-Мансийского автономного округа – Югры). Эти скважины были заложены на локальном поднятии (Тыньярском) с целью изучения геологического строения и оценки нефтегазоносности [1]. Под мезозойским чехлом, на глубине 1786 м скважины вскрыли экстрезивное тело кислых эффузивов, которое с глубиной переходит в крупно- и среднезернистые красные гранитоиды (рис. 1). По данным петрохимии, они попадают в поле щелочных гранитов рядом с верхней границей субщелочных пород (щелочные лейкограниты, аляскиты и т.д.). По содержанию микроэлементов эти гранитоиды на дискриминационных графиках ложатся в область внутриплитных гранитоидов А-типа. Породы подверглись воздействию метасоматических изменений, по всей видимости, аргиллизации. Возраст этих гранитов, по данным U–Pb-датирования цирконов, оценивается в пределах $277 \pm 3,9$ млн лет [2, 3]. Далее мы приводим сведения об интересной акцессорной минерализации данных интрузивных пород, отобранных в скважине 101 на глубине 2627 м.

Породообразующий минеральный состав гранитоидов – кварц (25 %), калиевый полевой шпат (45 %), плагиоклаз (20 %), биотит (5 %) и рудный минерал (5 %). Калиевый полевой шпат слагает крупные зерна размером до 5–6 мм и представлен микроклин-пертитом. В шлифе достаточно часто наблюдает-

ся типичная для микроклина «решетка». В некоторых зернах отмечается обычное двойникование по второму пинакoidу – [010]. Минерал интенсивно пелитизирован, из-за чего в проходящем свете выглядит полупрозрачным и имеет серую окраску. В отдельных индивидах в КППШ наблюдается зональность: в центре отмечается светло-розовая окраска, а кайма имеет красноватую до коричневатокрасной. По данным микрозондового анализа, калиевый полевой шпат, обрастающий плагиоклаз и кварц, отличается устойчивым составом и содержит примесь Na_2O не более 2,6 мас. %, т. е. до 24 % минала альбита. В крупных индивидах калишпат слагает центральную и краевую часть зерен с примесью Na_2O до 3,1 мас. %, или до 28 % минала альбита. При этом промежуточная зона индивида сложена аноктоклазом с 59 % альбита, 36 % микроклина и 5 % аноктита, а кайма представлена олигоклазом – $\text{Ab}_{81}\text{An}_{17}\text{Or}_2$. Плагиоклаз слагает идиоморфные изометричные и слабоудлиненные зерна размером не более 1–1,5 мм по удлинению в матрице калиевого полевого шпата. Часто присутствует в виде мелких пертитовых вростков в КППШ. В крупных индивидах легко узнается более светлой окраской и полисинтетическим двойникованием по альбитовому закону. По методу симметричного угасания двойников минерал можно отнести к альбиту. По данным микрозондового анализа, это определение подтвердилось, и содержание минала альбита не превышает 96–98 %. Пертитовые вростки в калиевом полево шпате также относятся к альбиту Ab_{93} , но они отличаются

чуть большим количеством минала КПШ (до 6 %). Кварц местами абсолютно ксеноморфен по отношению к индивидам плагиоклаза и калиевого полевого шпата, при этом в отдельных участках породы слагает скопления

изометричных зерен, которые обрастают каймами микроклина. Размер зерен минерала обычно не превышает 5 мм. Без анализатора кварц выглядит мутноватым, из-за большого количества включений (газово-жидких и ми-

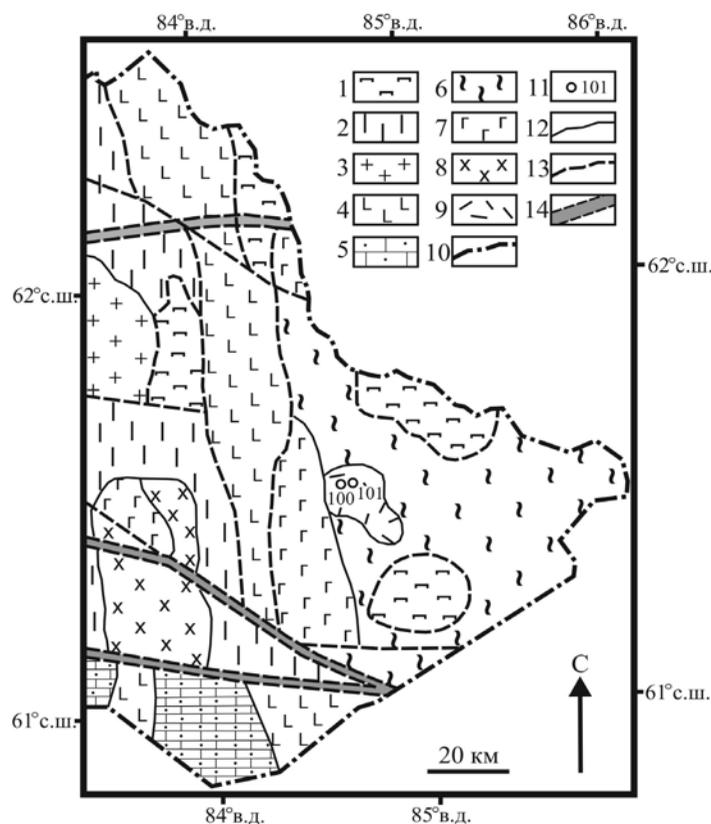


Рис. 1. Схематическая геологическая карта фундамента Западно-Сибирской платформы на востоке ХМАО (составили К. С. Иванов, В. Б. Писецкий, 2010): 1 – серпентинизированные ультрабазиты; 2 – кристаллические сланцы, вероятно, докембрий; 3 – граниты, гранодиориты; 4 – базальты триаса; 5 – терригенно-карбонатные толщи раннего-среднего палеозоя; 6 – терригенно-кремнистые черносланцевые толщи среднего палеозоя; 7 – габбро, габбро-диориты; 8 – диориты; 9 – риолиты, гранит-порфиры, граниты, ранняя пермь; 10 – граница ХМАО; 11 – скважины; 12 – геологические границы; 13 – разломы; 14 – зоны расщелачивания

неральных). В интерстициях между индивидами полевых шпатов, а иногда и в матрице КПШ отмечаются лейсты биотита (размером не более 0,5 мм), как «свежие», так и частично замещенные агрегатом хлорита. Слюда достаточно резко плеохроирует от темно-коричневого (по Ng) до оливково-коричневого цвета (по Np) и постоянно содержит включения рудных минералов, иногда с плеохроичными двориками. По данным микронзондового анализа, биотит относится к магнезиальному анниту с высоким содержанием титана (TiO_2 до

4,4 мас. %) и небольшим количеством натрия (Na_2O до 0,4 мас. %). Какой-либо отчетливой зональности в лейстах слюды не наблюдается. С краев слюда замещается зеленым агрегатом хлорита, который плеохроирует от темно-зеленого (по Ng) до желтоватого цвета (по Np). По данным микронзондового анализа, хлорит относится к магнезиальному шамозиту с содержанием минала клинохлора до 25–30 %.

Наиболее распространенными акцессорными минералами в породе являются циркон, апатит и магнетит. Последний содержит струк-

туры распада в виде ламелл рутила и нередко слагает крупные зерна размером до 1–2 мм по всей матрице гранита. Апатит встречается в виде включений в породообразующих минералах (обычно в слюде) и слагает мелкие, хорошо ограненные индивиды размером не более 0,5 мм. По данным химического состава, относится к фтороapatиту, так как содержит до 4,5–4,7 мас. % фтора. Циркон характеризуется призматическими индивидами размером не более 0,5 мм по удлинению. Он распылен по всей породе, но чаще встречается в матрице темноцветных минералов. Иногда образует совместные сростания с торитом. По данным микрозондового анализа, циркон характери-

зуется постоянными примесями гафния (HfO_2 до 1,9 мас. %), иттрия (Y_2O_3 до 0,5 мас. %), урана (UO_2 до 0,3 мас. %) и тория (ThO_2 до 0,3 мас. %). Ниже приведен химический состав циркона, в мас. %:

UO_2	0,27	0,06	0,21	0,11	0,09
ZrO_2	66,26	67,38	66,34	65,72	66,07
ThO_2	0,27	0,05	0,16	0,08	0,04
SiO_2	32,53	32,53	32,43	32,73	32,64
La_2O_3	0,03	–	0,02	–	–
Ce_2O_3	–	–	–	0,04	0,02
Y_2O_3	0,33	0,06	0,27	0,47	0,20
<i>Сумма</i>	99,70	100,07	99,43	99,16	99,06

Здесь и далее Институт геологии и геофизики УрО РАН, микрозонд «Самеса SX 100», аналитик В. В. Хиллер.

Таблица 1

Химический состав торогуммита и торита, в мас. %

Элементы	Анализы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Торогуммит						Торит		
UO_2	7,41	10,38	11,95	11,40	13,78	17,19	14,78	11,68	12,45
ZrO_2	17,24	–	0,36	–	–	0,14	–	–	–
ThO_2	37,15	59,85	58,01	59,01	58,19	53,68	58,65	64,14	64,62
SiO_2	15,47	17,44	18,00	17,73	18,24	18,08	18,59	18,73	18,43
La_2O_3	0,01	0,11	0,04	0,18	0,14	–	0,08	0,23	0,16
Ce_2O_3	0,27	0,34	0,28	0,38	0,23	0,17	0,30	0,15	0,16
Y_2O_3	11,51	5,88	5,34	3,25	4,38	4,65	3,81	2,47	1,99
Nd_2O_3	0,13	0,28	0,19	0,25	0,21	0,18	0,28	0,13	0,07
Pr_2O_3	0,02	0,06	–	–	0,14	–	0,02	0,06	0,12
PbO	0,13	0,24	0,10	0,24	0,16	0,12	0,19	0,20	0,55
CaO	1,52	1,50	1,49	1,68	1,69	1,64	1,72	1,50	1,63
P_2O_5	5,16	2,08	1,66	1,14	1,39	1,48	1,25	0,60	0,38
<i>Сумма</i>	96,01	98,15	97,42	95,26	98,57	97,33	99,68	99,89	100,56
Кристаллохимические формулы									
1	$(\text{Th}_{0,41}\text{Zr}_{0,41}\text{Y}_{0,15}\text{U}_{0,08}\text{Ca}_{0,08}\text{Ca}_{0,08}\text{Ca}_{0,13})[(\text{Si}_{0,76}\text{P}_{0,11}\text{O}_{0,87}\text{O}_4)(\text{OH})_{1,30}]$								
2	$(\text{Th}_{0,73}\text{U}_{0,12}\text{Ca}_{0,09}\text{Y}_{0,08})_{1,02}[(\text{Si}_{0,93}\text{P}_{0,05}\text{O}_{0,98}\text{O}_4)(\text{OH})_{0,66}]$								
3	$(\text{Th}_{0,70}\text{U}_{0,14}\text{Y}_{0,08}\text{Ca}_{0,08}\text{Zr}_{0,01}\text{Ca}_{0,01})_{1,01}[(\text{Si}_{0,95}\text{P}_{0,04}\text{O}_{0,99}\text{O}_4)(\text{OH})_{0,91}]$								
4	$(\text{Th}_{0,72}\text{U}_{0,14}\text{Ca}_{0,10}\text{Y}_{0,05})_{1,01}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,03}\text{O}_{0,99}\text{O}_4)(\text{OH})_{1,71}]$								
5	$(\text{Th}_{0,69}\text{U}_{0,16}\text{Ca}_{0,10}\text{Y}_{0,06})_{1,01}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,03}\text{O}_{0,99}\text{O}_4)(\text{OH})_{0,50}]$								
6	$(\text{Th}_{0,65}\text{U}_{0,20}\text{Ca}_{0,09}\text{Y}_{0,07})_{1,01}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,03}\text{O}_{0,99}\text{O}_4)(\text{OH})_{0,94}]$								
7	$(\text{Th}_{0,69}\text{U}_{0,17}\text{Ca}_{0,10}\text{Y}_{0,05})_{1,01}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,03}\text{O}_{0,99}\text{O}_4)]$								
8	$(\text{Th}_{0,76}\text{U}_{0,14}\text{Ca}_{0,08}\text{Y}_{0,03})_{1,01}[(\text{Si}_{0,97}\text{P}_{0,02}\text{O}_{0,99}\text{O}_4)]$								
9	$(\text{Th}_{0,76}\text{U}_{0,15}\text{Ca}_{0,09}\text{Y}_{0,03})_{1,03}[(\text{Si}_{0,96}\text{P}_{0,01}\text{O}_{0,97}\text{O}_4)]$								

В сростаниях с цирконом и в виде самостоятельных выделений размером до 30–40 мкм встречаются индивиды торита и торогуммита (рис. 2). По всей видимости, последний минерал образовался по зернам первичного акцессорного торита. В литературе часто

упоминаются подобные замещения. Внешне торит от торогуммита абсолютно неотличим.

По данным микрозондового анализа, торогуммит (табл. 1, анализы 1–6) отличается сложным составом и постоянным дефицитом суммы в 2–4 %, а также характеризует-

ся повышенными примесями урана, иттрия, фосфора и кальция. Интересно, что в сростаниях с цирконом минерал характеризуется

повышенным содержанием циркония (ZrO_2 до 17,2 мас. %). Присутствие фосфора в минерале хорошо коррелирует с содержанием

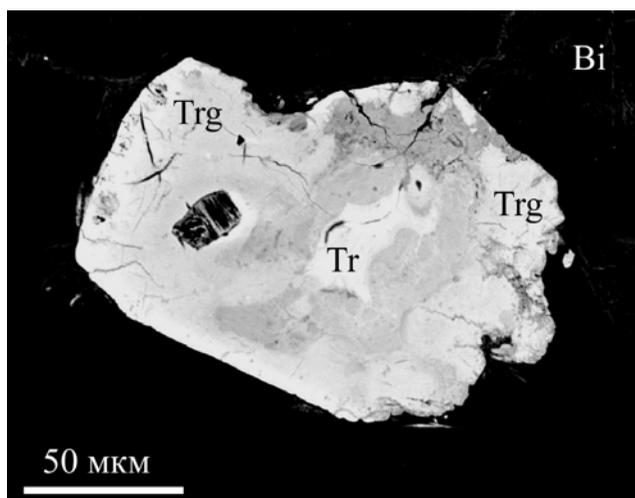


Рис. 2. Кристалл торогуммита Trg с сохранившимся в центральной зоне реликтом торита Tr в матрице биотита Bi. Фото BSE. «Cameca SX 100»

кремния и, по всей видимости, сохранилось от первичного торита, так как в природе описаны ауэрлиты – ториты с высоким содержанием P_2O_5 – до 10–15 % [4]. Торит по своему химическому составу (табл. 1, анализы 7–9) практически ничем не отличается от торогуммита, за исключением хорошей суммы анализа и более высокого содержания кремнезема (SiO_2 до 18,6 мас. %) с заниженными значениями фосфора и иттрия.

Наряду с торитом и торогуммитом, в породе была обнаружена мелкая вкрапленность уранового минерала размером до 10–15 мкм. Он образует округлые и прожилковатые выделения (рис. 3) и, по всей видимости, является вторичным и переотложенным минералом. Судя по морфологии зерен, его уже можно от-

носить к настурану, аморфной и содержащей воду урановой смоле. Это же подтверждает химический состав минерала, из которого видно, что сумма минерала варьируется от 88 до 90 мас. %, и в настуране, возможно, кроме воды еще присутствует уран в других валентных формах, таких как UO_3 и U_3O_8 . В пользу вторичности уранового минерала свидетельствуют полное отсутствие в его составе тория и низкое содержание свинца (как продукта распада урана), а также высокие примеси кремнезема и кальция. Появление настурана можно объяснить разложением первичного монацита, так как фосфат замещают карбонаты редких земель, в которых практически нет заметных количеств урана. Ниже приведен химический состав настурана, в мас. %:

UO_2	79,21	80,59	80,23	79,22	79,87	80,85
ThO_2	0,01	–	–	–	–	–
PbO	0,40	0,38	0,43	0,33	0,35	0,44
Ce_2O_3	0,31	0,22	0,22	0,23	0,23	0,21
La_2O_3	0,09	0,06	–	–	0,07	0,06
Nd_2O_3	0,15	0,14	0,08	0,17	0,15	0,08
Pr_2O_3	0,09	0,17	–	–	0,14	0,10
SiO_2	3,25	2,59	2,75	2,81	2,83	2,76
Y_2O_3	1,79	1,86	2,10	2,13	2,14	2,09
CaO	3,25	3,57	4,09	4,07	4,07	4,14
ZrO_2	0,34	0,35	0,16	0,18	0,25	0,19
P_2O_5	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06
Сумма	88,98	90,00	90,12	89,22	90,15	90,98

Из редкоземельных акцессорных минералов нами обнаружены чевкинит-(Ce) и синхизит-(Ce). Чевкинит – редкоземельный

титаносиликат – наблюдается в виде включений в разных породообразующих минералах, но часто тяготеет к лейстам биотита. Размер

слабо удлинённых индивидов не превышает 20 мкм. Никаких вторичных изменений в минерале не отмечается, контакты с вмещающи-

ми индивидами четкие и резкие. По данным микрозондового анализа (табл. 2), минерал отличается сложным, но устойчивым хими-

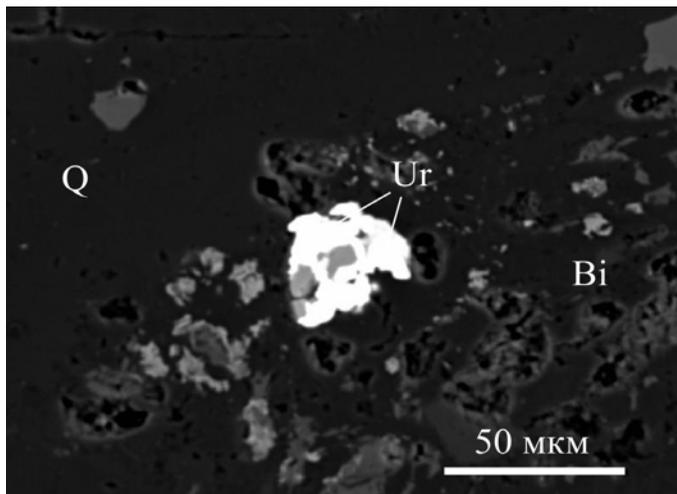


Рис. 3. Зерно настурана Ugr на границе хлоритизированного лейста биотита Bi с агрегатом кварца Q. Фото BSE, «Самеса SX 100»

ческим составом с преобладанием редкоземельных элементов (РЗЭ) до 40–42 мас. %, TiO_2 (до 15–16 мас. %), SiO_2 (до 20 мас. %) и FeO (до 11 мас. %), что позволяет отнести

его к чевкиниту. По резкому преобладанию церия среди редкоземельных элементов он относится к цериевой разновидности минерала. Из примесей в чевкинито установлены

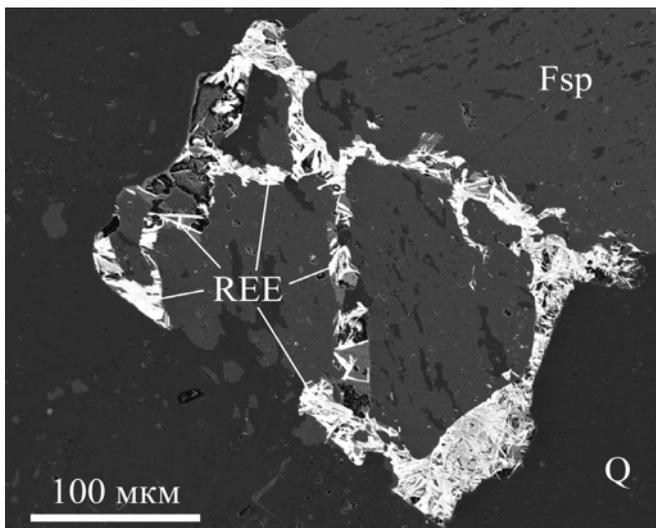


Рис. 4. Игольчатые кристаллы и снопы синхизита-(Ce) REE на границе зерен калиевого полевого шпата Fsp с агрегатом кварца Q. Фото BSE, «Самеса SX 100»

торий, цирконий и иттрий. Судя по немного заниженной сумме анализов, он является слабо метамиктным и, скорее всего, содержит небольшое количество воды. При кристаллохимическом пересчете (на 13 катионов) минерала выявилось небольшое завышение значений в позиции кремния и соответственно за-

нижение в позиции редких земель. Кроме того, установлено, что незначительная часть железа представлена в трехвалентной форме, так как компенсирует вакансию в позиции титана. Чевкинито как обычный аксессуарный минерал встречается в щелочных гранитах, сиенитах и карбонатитах [5], в последнее время был об-

наружен в субщелочных риолитах и трахитах Восточно-Африканского рифта в Кении [6].

Синхизит-(Ce) установлен нами в виде небольших округлых и слабо удлиненных индивидов, которые, судя по форме выделений,

раньше являлись зернами первичного монацита. Кроме того, в открытых трещинах он слагает радиально-лучистые и сноповидные агрегаты, состоящие из пластинчатых индивидов (рис. 4). Размер скоплений достигает

Таблица 2

Химический состав чевкинита-(Ce), в мас. %

Элементы	1	2	3	4	5
UO ₂	0,19	0,22	0,18	0,20	0,19
ZrO ₂	0,48	0,27	0,36	0,30	0,48
ThO ₂	3,46	5,26	4,15	4,41	4,18
SiO ₂	20,05	19,76	19,82	19,91	20,06
TiO ₂	15,74	15,27	15,33	15,29	15,57
La ₂ O ₃	10,68	10,63	11,05	10,87	10,75
Ce ₂ O ₃	20,45	20,46	20,87	20,61	20,40
Nd ₂ O ₃	6,75	6,60	6,62	6,50	6,68
Pr ₂ O ₃	1,95	1,84	1,93	1,86	1,92
Sm ₂ O ₃	0,89	0,68	0,66	0,73	0,77
Eu ₂ O ₃	0,25	0,21	0,20	0,23	0,26
Gd ₂ O ₃	0,64	0,53	0,60	0,46	0,55
Y ₂ O ₃	1,08	0,94	0,98	0,97	1,09
PbO	0,05	0,06	0,07	0,06	0,07
FeO	10,53	10,89	10,77	10,71	10,82
MgO	0,22	0,25	0,23	0,24	0,23
CaO	2,85	2,45	2,56	2,56	2,90
P ₂ O ₅	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06
Nb ₂ O ₅	1,39	1,21	1,30	1,30	1,35
Сумма	97,70	97,58	97,73	97,27	98,33
Кристаллохимические формулы					
1	$(\text{Ce}_{0,91}\text{Ca}_{0,74}\text{La}_{0,48}\text{Nd}_{0,29}\text{Th}_{0,19}\text{Pr}_{0,09}\text{Y}_{0,07}\text{Sm}_{0,04}\text{Gd}_{0,03}\text{Eu}_{0,01}\text{U}_{0,01})_{2,86}$ $(\text{Fe}_{2,15}\text{Mg}_{0,08})_{2,23}(\text{Ti}_{2,89}\text{Nb}_{0,08}\text{Zr}_{0,03})_{3,02}\text{Si}_{4,89}\text{O}_{22}$				
2	$(\text{Ce}_{0,93}\text{Ca}_{0,65}\text{La}_{0,48}\text{Th}_{0,30}\text{Nd}_{0,29}\text{Pr}_{0,08}\text{Y}_{0,06}\text{Sm}_{0,03}\text{Gd}_{0,02}\text{Eu}_{0,01}\text{U}_{0,01})_{2,86}$ $(\text{Fe}_{2,18}\text{Mg}_{0,09})_{2,27}(\text{Ti}_{2,83}\text{Nb}_{0,07}\text{Fe}_{0,07}\text{Zr}_{0,03})_{3,00}\text{Si}_{4,87}\text{O}_{22}$				
3	$(\text{Ce}_{0,94}\text{Ca}_{0,68}\text{La}_{0,50}\text{Nd}_{0,29}\text{Th}_{0,23}\text{Pr}_{0,09}\text{Y}_{0,06}\text{Sm}_{0,03}\text{Gd}_{0,03}\text{Eu}_{0,01}\text{U}_{0,01})_{2,87}$ $(\text{Fe}_{2,15}\text{Mg}_{0,08})_{2,23}(\text{Ti}_{2,84}\text{Nb}_{0,07}\text{Fe}_{0,05}\text{Zr}_{0,04})_{3,00}\text{Si}_{4,88}\text{O}_{22}$				
4	$(\text{Ce}_{0,93}\text{Ca}_{0,68}\text{La}_{0,48}\text{Nd}_{0,29}\text{Th}_{0,25}\text{Pr}_{0,08}\text{Y}_{0,06}\text{Sm}_{0,03}\text{Gd}_{0,02}\text{Eu}_{0,01}\text{U}_{0,01})_{2,86}$ $(\text{Fe}_{2,14}\text{Mg}_{0,08})_{2,23}(\text{Ti}_{2,83}\text{Nb}_{0,07}\text{Fe}_{0,07}\text{Zr}_{0,03})_{3,00}\text{Si}_{4,91}\text{O}_{22}$				
5	$(\text{Ce}_{0,91}\text{Ca}_{0,76}\text{La}_{0,48}\text{Nd}_{0,29}\text{Th}_{0,23}\text{Pr}_{0,09}\text{Y}_{0,07}\text{Sm}_{0,03}\text{Gd}_{0,02}\text{Eu}_{0,01}\text{U}_{0,01})_{2,90}$ $(\text{Fe}_{2,16}\text{Mg}_{0,08})_{2,24}(\text{Ti}_{2,84}\text{Nb}_{0,08}\text{Zr}_{0,05}\text{Fe}_{0,03})_{3,00}\text{Si}_{4,86}\text{O}_{22}$				

200–300 мкм. Состав карбоната довольно устойчивый (табл. 3) и достаточно хорошо пересчитывается на формулу синхизита. По данным микронзондового анализа, минерал относится к цериевой разновидности и кроме редких земель (в сумме РЗЭ достигает 40 мас. %) с кальцием (CaO до 21 мас. %) содержит значительные примеси иттрия и тория. По данным пересчета, в карбонате отмечается

избыток в позиции кальция и соответственно дефицит в позиции РЗЭ. Вследствие этого часть кальция для стехиометрии компенсирует дефицит в позиции РЗЭ. В целом синхизит достаточно часто встречается в редкометалльных и щелочных гранитоидах, а также связанных с ними пегматитах, при этом карбонат обычно замещает первичный аксессуарный монацит.

Таким образом, в гранитоидах А-типа из фундамента Тыньярской площади (восточная часть ХМАО) наряду с обычной аксессуарной

минерализацией в виде циркона, фторапатита и магнетита установлены редкометалльно-редкоземельные минералы – торит, то-

Таблица 3

Химический состав синхизита-(Се), в мас. %

Элементы	1	2	3	4	5
SiO ₂	1,31	0,08	0,06	0,25	0,16
ThO ₂	0,16	0,11	0,19	0,21	0,46
UO ₂	0,04	0,00	0,04	0,10	0,02
Ce ₂ O ₃	19,32	19,19	19,36	20,56	19,32
La ₂ O ₃	7,51	8,30	7,57	8,21	8,79
Nd ₂ O ₃	9,11	9,04	8,82	9,01	7,60
Pr ₂ O ₃	2,86	2,43	2,24	2,17	2,30
Sm ₂ O ₃	1,24	1,21	0,98	1,26	0,69
Eu ₂ O ₃	0,52	0,48	0,51	0,57	0,38
Y ₂ O ₃	5,97	5,71	5,57	6,19	5,17
PbO	0,05	0,06	0,02	–	0,03
CaO	20,28	21,16	21,02	20,32	19,69
F	4,62	6,76	6,13	5,45	5,57
O≡F ₂	–1,95	–2,85	–2,58	–2,29	–2,35
Сумма	71,03	71,68	69,93	72,00	67,82
Кристаллохимические формулы					
1	$Ca_{1,00}(Ca_{0,36}Ce_{0,22}Y_{0,10}Nd_{0,10}La_{0,09}Si_{0,08}Pr_{0,03}Sm_{0,02}Eu_{0,01})_{1,00}(CO_3)_2F_{0,91}$				
2	$Ca_{1,00}(Ca_{0,43}Ce_{0,22}Y_{0,10}Nd_{0,10}La_{0,10}Pr_{0,03}Sm_{0,01}Eu_{0,01})_{1,00}(CO_3)_2F_{1,35}$				
3	$Ca_{1,00}(Ca_{0,43}Ce_{0,23}Y_{0,10}Nd_{0,10}La_{0,09}Pr_{0,03}Sm_{0,01}Eu_{0,01})_{1,00}(CO_3)_2F_{1,24}$				
4	$Ca_{1,00}(Ca_{0,39}Ce_{0,24}Y_{0,11}Nd_{0,10}La_{0,10}Pr_{0,03}Si_{0,01}Sm_{0,01}Eu_{0,01})_{1,00}(CO_3)_2F_{1,09}$				
5	$Ca_{1,00}(Ca_{0,41}Ce_{0,24}La_{0,11}Y_{0,09}Nd_{0,09}Pr_{0,03}Sm_{0,01}Th_{0,01}Si_{0,01})_{1,00}(CO_3)_2F_{1,17}$				

рогуммит, настуран, синхизит-(Се) и чевкинит-(Се). Подобная минерализация является типоморфной для субщелочных и щелочных кислых пород, что полностью подтверждается нашими предыдущими петрохимическими данными [2, 3]. Первичными аксессуарными минералами гранитов, по всей видимости,

были торит и чевкинит, а также не сохранившийся монацит. Остальные минералы образовались в результате разложения (во время процесса аргиллизации) первичного торита и монацита, при этом чевкинит оказался более устойчивым и не несет следов вторичного изменения.

Исследования выполняются при поддержке проекта СО-УрО РАН № 12-С-5-1028 «Геологическое строение, тектоника, история формирования и перспективы нефтегазоносности Западно-Сибирской геосинеклизы и ее складчатого обрамления», а также грантов РФФИ (11-05-00098-а и 13-05-96032-р_урал_а).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новые данные о возрасте и составе кремнекислого магматизма на востоке Ханты-Мансийского автономного округа / Ю. Н. Федоров [и др.] // Вестник недропользователя. 2006. № 17. С. 19–24.
2. Иванов К. С., Ерохин Ю. В. О возрасте гранитоидов и «древнего» фундамента на востоке Западно-Сибирской плиты (первые U–Pb-данные) // ДАН. 2011. Т. 436, № 5. С. 665–669.
3. Первые сведения о раннепротерозойском сиалическом фундаменте на востоке Западно-Сибирской платформы (результаты исследования Тыньярского риолит-гранитного массива) / К. С. Иванов [и др.] // Геология и геофизика. 2012. Т. 53, № 10. С. 1304–1321.
4. Минералы. Справочник. Силикаты с одиночными и двояными кремнекислородными тетраэдрами. Под ред. Э. М. Бонштедт-Куплетской, Н. Н. Смольянинова, Ф. В. Чухрова. М.: Наука, 1972. Т. 3. Вып. 1. 883 с.
5. McDowell S. D. Chevkinite from the Little Chief Granite porphyry stock, California // Amer. Miner. 1979. Vol. 64. P. 721–727.

Ерохин Юрий Викторович – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник. 620075, Екатеринбург, Почтовый пер., 7, Институт геологии и геохимии УрО РАН. E-mail: erokhin-yu@yandex.ru

Иванов Кирилл Святославич – доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией региональной геологии и геотектоники. 620075, Екатеринбург, Почтовый пер., 7, Институт геологии и геохимии УрО РАН. E-mail: ivanovks@igg.uran.ru

Хиллер Вера Витальевна – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник. 620075, Екатеринбург, Почтовый пер., 7, Институт геологии и геохимии УрО РАН. E-mail: hilvervit@mail.ru