

## РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ФОСФАТЫ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ И АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

В геологической литературе сведения о редкоземельных фосфатах в горных породах западного склона Южного Урала крайне скудны. Присутствие монацита в тяжелой фракции протолочек песчаников айской, зигальгинской и зильмердакской свит рифея отмечалось М.Т. Орловой [1960], в песчаниках такатинской свиты девона — Ю.Р. Беккером [1960]. Новые данные, существенно расширяющие наши представления о геологии и минералогии этого региона, были получены нами в результате исследования регионального метаморфизма горных пород и шлихо-минералогическом анализе аллювиальных отложений водотоков западного склона Южного Урала в связи с изучением проблемы коренной алмазности Республики Башкортостан (рис. 1).

Изучение и составление карты метаморфизма горных пород западного склона Южного Урала сопровождалось описанием около 20 000 петрографических шлифов из архивных коллекций геологосъемочных работ в пределах Башкирского мегантиклинория. При этом в нескольких десятках шлифов было выявлено присутствие монацита в единичных (реже до 2–3 зерен на шлиф) субидiomорфных и идиоморфных толстотаблитчатых выделениях размером от 0,1 до 0,5 мм; в двух шлифах отмечены двойникованные метакристаллы размером до 0,3×0,4 мм. Почти всегда в монаците присутствует значительное количество мелких (не более 0,03 мм) непрозрачных выделений магнетита или ильменита, однотипных с рудными минералами основной массы монацитсодержащих пород. Нередко размеры рудных выделений в монаците несколько меньше таковых за его пределами, что может достаточно определенно говорить о метаморфогенном характере этого фосфата. Монацитовая минерализация зафиксирована в породах суранской, юшинской, машакской и зигазино-комаровской свит нижнего и среднего рифея. Общим для монацитсодержащих пород является принадлежность их к слабометаморфизованным терригенно-осадочным породам, представленным филлитами, филлитизированными глинистыми сланцами и алевролитами. Установленное в шлифах присутствие монацита подтвердилось выявлением пока одного коренного проявления монацитсодержащих сланцев в юшинской свите в северной части хребта Б. Шатак. Здесь в филлитизированных глинистых алевролитах монацит представлен редкой вкрапленностью серых и темно-серых (из-за включений рудных минералов) призматических кристаллов размером до 0,3×1,0 мм; в подчиненном коли-

честве присутствуют желтые, без включений рудных минералов, преимущественно таблитчатые кристаллы монацита [Алексеев и др., 2003].

Более широкое развитие редкоземельные фосфаты имеют в аллювиальных отложениях водотоков бассейна реки Белой на западном склоне Южного Урала. При этом единичные знаки окатанных зерен монацита выявляются в основном в шлихах из аллювия рек и ручьев, размывающих песчаники такатинской свиты на западном крыле Башкирского мегантиклинория. В русловых и аллювиальных отложениях низких и высоких террас водотоков восточной подзоны Башкирского мегантиклинория, сложенной метаморфизованными породами рифея и венда, довольно часто выявляется присут-

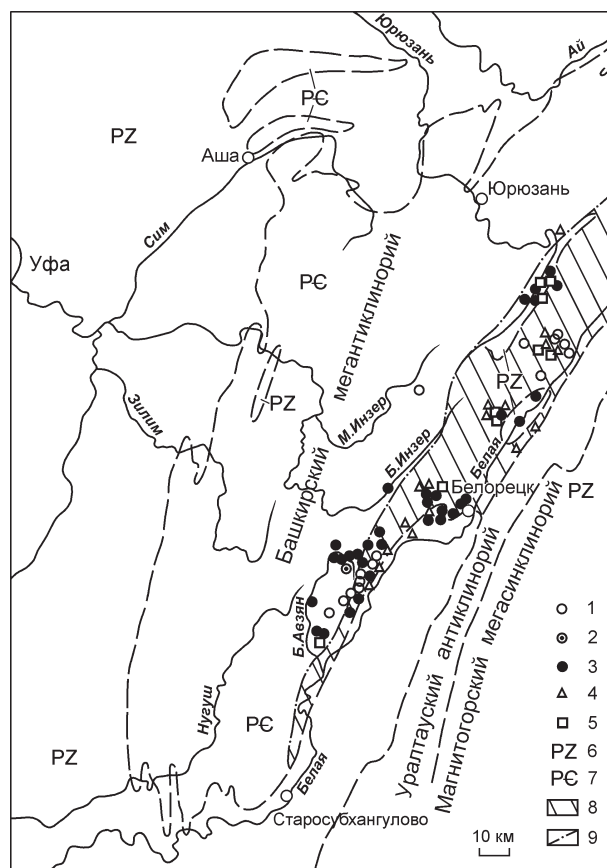


Рис. 1. Схема распространения проявлений метаморфогенных редкоземельных фосфатов на западном склоне Южного Урала

1, 2 — находки монацита (1 — в петрографических шлифах, 2 — в коренных породах); 3–5 — находки редкоземельных фосфатов в шлихах аллювиальных отложений (3 — монацита, 4 — монацита и ксенотима, 5 — флоренсита, часто с монацитом и ксенотимом); 6 — палеозой; 7 — рифей и венд; 8 — зона проявления поздненевандского метаморфизма рифейско-вендских отложений; 9 — Юрюзано-Зюраткульский разлом

ствие, часто в десятках знаков на пробу, метаморфогенных монацита и в меньшей степени ксенотима и флоренсита в неокатанных или очень слабо окатанных зернах. При этом из изученных нами примерно 130 шлиховых проб монацит выявлен более чем в 100 случаях, ксенотим и флоренсит — соответственно более чем в 60 и 40 пробах, при этом нередко они присутствуют совместно. Монацит представлен преимущественно в таблитчатых кристаллах или их обломках с типовой для него медово-желтой окраской и реже в призматических выделениях серого цвета; размеры таблитчатых выделений нередко достигают 1,5–2 мм, при этом более крупные размеры кристаллов монацита свойственны участкам размыва сильнее метаморфизованных пород белорецкого метаморфического комплекса. Содержание монацита в шлихах изменяется от единичных знаков до десятков и реже сотен знаков на пробу. Ксенотим от единичных знаков до первых десятков присутствует не во всех пробах; представлен он обычно зернами изометричной формы беловатого, сероватого или зеленоватого цвета и редко кристаллами дипирамидального или удлиненно-призматического облика. Размеры выделений ксенотима в шлихах достигают 1–1,5 мм. Флоренсит отмечается в количестве от нескольких единиц до одного — двух десятков в виде светло-буровато-зеленоватых кристаллов остро-ромбического облика длиной до 0,5–0,7 мм, реже до 1 мм. Распространение флоренсита по имеющимся пока данным связано с зонами развития относительно слабометаморфизованных пород филлитовой и зеленосланцевой фаций.

Монацит, ксенотим и флоренсит имеют присущие им оптические константы. Кроме того, монацит и ксенотим, даже в мелких выделениях, хорошо диагностируются по наличию в видимой области спектра ясно заметных полос поглощения некото-

рых редкоземельных элементов. А.А. Кухаренко [1961] указывает на присутствие в спектре абсорбции монацита широкой и размытой полосы поглощения на границе желтой и красной частей спектра и тонкой более слабой — в зеленой части спектра. При наблюдении с помощью спектральной насадки СПО–1 производства ЛОМО, у всех просмотренных монацитов наблюдается хорошо заметная широкая полоса поглощения примерно в пределах 575–593 нм, состоящая обычно из трех сближенных линий абсорбции, соответствующих спектральным линиям лантана в 576, 577 и 593 нм [Калинин и др., 1956]. Две хорошо заметные линии поглощения в зеленой области спектра в интервале около 510–535 нм могут быть связаны со спектральными линиями лантана в 518 и 527 нм, и, видимо, церия (535 нм) или неодима (529 нм), являющихся основными редкоземельными элементами для изученных монацитов (табл. 1). Иттриевый фосфат ксенотим характеризуется присутствием хорошо заметных линий поглощения в зеленой и красной областях видимой части спектра. В зеленой части спектра размытые линии абсорбции располагаются в интервале 510–560 нм и могут соответствовать линиям 509, 520, 547, 553 и 558 нм иттрия и 555 нм иттербия; в красной части спектра присутствуют тонкие близко расположенные линии в интервале примерно 640–670 нм, которые могут быть обусловлены иттрием и эрбием [Калинин и др., 1956]. В видимой части спектра для крупных и прозрачных зерен флоренсита слабые линии намечаются на границе красной и желтой областей спектра и в интервале 510–530 нм.

Микрозондовые анализы редкоземельных фосфатов выполнены на микроанализаторе JEOL–733 Е.И. Чуриным в Институте минералогии (г. Миасс) УрО РАН. Составы изученных редкоземельных фосфатов существенно не отличаются от фосфатов из других местонахождений монацита различного происхождения [Геохимия ..., 1964]. Анализы монацитов (см. табл. 1) из коренных пород и русловых отложений отличаются присущей для этого минерала высокой обогащенностью легкими лантаноидами и  $Ce > La > Nd$  и реже  $Ce > Nd > La$  характером распределения (рис. 2). В отдельных анализах монацита содержание  $ThO_2$  достигает 8% и иногда в отдельных точках минерала 17%, что может быть связано с зональным, детальнее не изученным, характером распределения этого элемента в минерале (табл. 2); содержания  $ThO_2$  и  $CaO$  связаны положительной корреляционной зависимостью, что свидетельствует о присутствии в некоторых монацитах

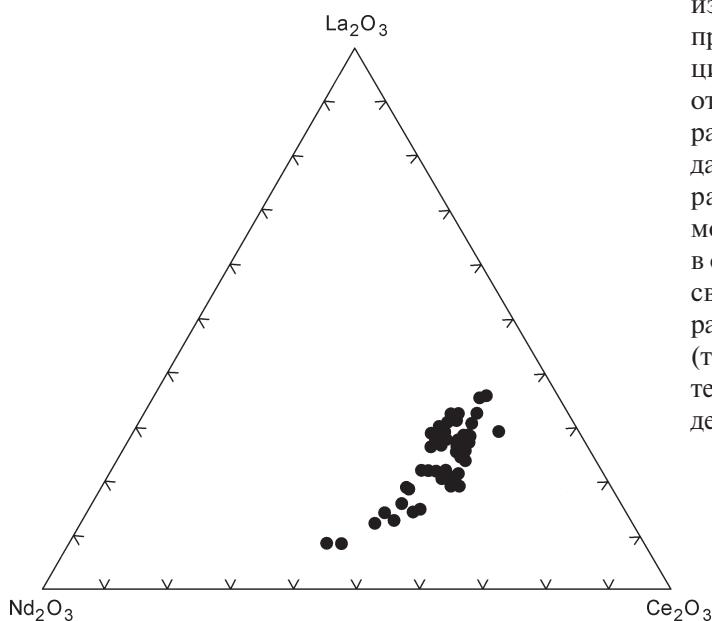


Рис. 2. Монациты восточной подзоны Башкирского мегантиклинория на диаграмме  $La_2O_3 - Nd_2O_3 - Ce_2O_3$

Таблица 1

**Химический состав монацита из коренных и аллювиальных отложений  
Башкирского мегантиклинория, мас. %**

Компоненты	1	2(2)	3(3)	4	5	6(5)	7(2)	8(2)	9(2)
	19126	19127	19128	19128	19128	19128	19128	19128	19114
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	0,27	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,70	31,40	31,04	31,76	30,62	29,96	30,52	29,76	30,85
CaO	1,10	1,76	0,84	0,70	1,23	1,45	0,25	1,13	0,66
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,45	6,67	19,52	19,30	17,66	9,79	13,76	11,15	18,93
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,41	22,21	30,58	30,65	28,90	24,66	31,83	26,59	30,22
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,53	4,02	3,35	3,43	3,22	3,98	4,26	3,91	3,27
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,56	19,21	11,29	12,48	13,29	16,31	15,03	15,97	13,33
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,60	3,88	—	1,43	—	3,19	2,23	3,60	1,16
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	0,60	—	0,78	—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,28	—	—	—	1,25	0,97	1,36	—
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	0,19	0,49	—	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ThO <sub>2</sub>	2,92	10,30	3,04	—	5,09	8,45	0,36	5,44	1,26
UO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	0,42	—	—
Сумма	99,27	100,73	99,66	99,75	100,01	100,10	100,12	99,69	99,68

Компоненты	10(2)	11	12(2)	13(2)	14(2)	15(2)	16(2)	17	18(2)
	19027	19050	19052	19112	18468	18468	19027	19027	19113
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	0,65	—	7,36	—	—	0,71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0,97	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,60	29,98	30,68	30,17	30,77	28,18	31,86	31,89	31,54
CaO	0,34	—	—	—	—	0,16	—	—	—
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,04	13,32	12,18	22,94	18,62	7,12	20,31	20,36	17,95
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,24	34,79	31,87	32,73	33,81	25,98	31,79	31,89	29,91
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,31	4,27	4,41	3,03	3,56	4,65	3,29	3,22	3,48
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,96	15,51	15,86	8,27	11,95	19,50	12,52	12,48	14,16
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,02	1,27	2,45	0,81	0,64	4,03	—	—	1,76
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0,55	—	0,28	0,43	—	—	—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	1,28	—	—	2,15	—	—	0,79
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0,54	—	—	—	—	—	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,39	—	0,42	—	—	—	—	—	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,46	—	—	—	—	—	—	—	—
ThO <sub>2</sub>	—	0,79	—	—	—	0,35	—	1,26	—
UO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	100,36	99,93	100,24	99,57	99,63	99,91	99,77	101,10	100,30

Компоненты	19(2)	20(2)	21(2)	22(2)	23(2)	24(2)	25(3)	26(2)	27
	19020	19020	19027	19052	19052	19052	19053	19054	19134
SiO <sub>2</sub>	0,17	—	0,34	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	0,16	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,06	30,72	30,70	30,02	30,45	30,70	30,30	29,90	30,00
CaO	0,10	—	0,10	0,26	0,07	0,22	—	—	—
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,48	16,99	15,55	16,55	11,40	16,33	13,51	8,16	6,88
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30,35	31,26	33,55	31,85	27,79	32,57	35,40	29,53	25,95
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,09	3,41	4,00	3,84	4,35	4,33	3,95	4,88	4,61
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,88	12,11	13,67	12,52	18,59	12,13	14,39	19,45	22,47
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,07	1,90	1,23	1,62	3,89	2,07	1,67	4,44	5,49
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,98	—	—	0,53	—	—	1,46	1,82
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,53	1,57	—	1,13	2,25	0,35	0,39	2,15	2,54
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0,48	—	—	—	—	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0,43	0,54	0,41	—	—	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ThO <sub>2</sub>	0,97	0,58	0,77	1,40	—	0,66	—	0,33	—
UO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	100,70	99,52	99,91	100,10	99,86	99,93	99,61	100,30	99,76

Компоненты	28(2)	29(2)	30(2)	31(2)	32	33(2)	34(2)	35(3)	36(2)
	19134	19135	19152	19152	19153	19052	18466	18467	18468
SiO <sub>2</sub>	0,32	0,84	—	—	—	—	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,37	28,90	29,98	30,37	30,00	30,55	30,22	30,22	30,13
CaO	0,39	0,44	0,16	0,22	0,14	0,13	0,07	—	—
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,94	16,24	15,57	16,45	13,30	18,61	16,95	16,81	19,74
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,90	28,82	33,36	32,88	30,91	36,58	32,80	34,13	34,19
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,20	2,89	3,53	3,76	4,17	2,81	3,70	3,85	4,01
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,06	11,85	13,03	13,10	16,41	8,73	12,35	13,08	11,17
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,47	1,85	2,04	1,58	3,24	0,90	2,18	1,36	0,82
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,41	0,37	—	1,01	—	0,33	0,25	—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,97	0,57	—	1,22	1,11	1,20	0,33	—
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	0,31	—	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ThO <sub>2</sub>	2,23	6,53	0,93	1,56	—	0,52	—	0,20	—
UO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	99,88	99,74	99,54	99,92	100,40	99,44	100,11	100,23	100,06

Компоненты	37(2)	38(2)	39(2)	40(2)	41(2)	42(2)	43(2)	44(3)	45(2)
	18965	19143	19143	19159	19164	19254	19257	19259	19275
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	0,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,28	30,18	30,77	30,23	30,40	29,64	29,94	30,09	29,87
CaO	—	0,30	—	0,17	0,10	0,10	0,35	—	1,13
FeO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,58	11,70	17,74	16,50	17,12	8,74	11,38	12,97	14,10
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,14	34,76	32,86	31,61	31,77	27,60	32,16	33,01	29,62
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,97	4,55	3,64	4,15	3,48	4,66	3,94	4,16	3,58
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,88	14,57	12,14	12,06	12,53	18,91	15,25	15,45	12,01
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,76	1,54	2,10	2,14	5,68	2,36	2,58	1,88
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,41	—	—	0,51	1,63	0,33	—	—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,43	0,61	1,67	1,55	3,02	0,78	1,63	1,25
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	0,36	—	—	—	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0,96	—	—	—	—	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ThO <sub>2</sub>	0,85	1,18	—	0,30	—	0,33	3,26	1,02	7,08
UO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Сумма	99,70	99,84	99,30	99,75	99,96	100,31	99,75	100,91	100,63

Примечание: 1, 2 — монацит серый призматический из монацитсодержащих филлитизированных глинистых сланцев, сев. часть хр. Б. Шатак; 3 — монацит серый таблитчатый из элювия монацитсодержащих сланцев, там же; 4, 6–8 — монацит серый призматический из элювия монацитсодержащих сланцев, там же; 5 — монацит желтый таблитчатый из элювия монацитсодержащих сланцев, там же; 9–15 — монацит серый из аллювиальных отложений (9 — ручей, левый приток р. Б. Авзян ниже руч. Тумарь; 10 — р. Б. Авзян ниже руч. Купорда; 11, 12 — р. М. Авзян; 13 — ручей, правый приток р. Б. Авзян ниже руч. Тумарь; 14, 15 — р. Сюрюньязк); 16–45 — монацит желтый из аллювиальных отложений (16, 17 — р. Б. Авзян ниже руч. Купорда; 18 — р. Б. Авзян ниже руч. Тумарь; 19, 20 — руч. Интурат; 21 — р. Б. Авзян ниже руч. Купорда; 22–26 — р. М. Авзян; 27, 28 — р. Б. Авзян в верховьях; 29 — руч. Сибайор; 30–32 — руч. М. Кухтур; 33 — р. М. Авзян; 34 — р. Б. Инзер; 35 — р. Юша; 36 — р. Сюрюньязк; 37 — реч. Черновка; 38, 39 — р. Купорда; 40, 41 — р. Кадыш; 42 — р. Тыгын; 43 — р. Б. Авняр; 44 — руч. Авалякский; 45 — р. Верх. Мата). Здесь и далее в скобках — количество анализов на одном кристалле.

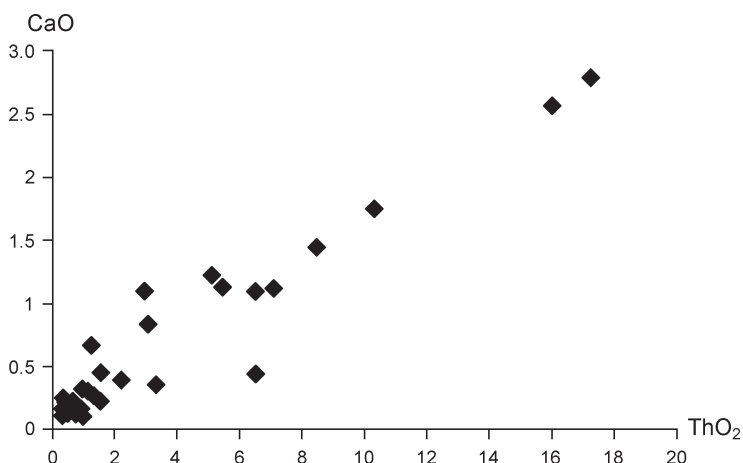


Рис. 3. Зависимость между содержаниями ThO<sub>2</sub> и CaO в монаците

Таблица 2

**Химический состав (мас. %) серого  
призматического монацита из элювия  
монацитсодержащих сланцев (сев. часть  
хр. Б. Шатак) в пределах одного зерна по  
случайно выбранным точкам**

Компоненты	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	0,62	0,76
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30,51	30,10	30,29	29,12	28,77
CaO	0,45	1,10	0,32	2,80	2,58
FeO	—	—	—	—	1,57
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,71	7,58	17,89	3,49	3,30
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32,76	26,44	32,29	16,17	15,63
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,36	4,97	3,59	3,72	3,26
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,45	17,98	12,34	18,49	19,32
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,36	2,87	1,37	4,70	5,64
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	1,85	1,13
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,71	—	2,50	2,04
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,93	—	—	—
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	—	—
ThO <sub>2</sub>	1,56	6,52	0,99	17,21	15,98
UO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—
Сумма	100,16	100,20	99,08	100,67	99,98

существенной доли чералитового минала (рис. 3). Флоренситы из русловых отложений также имеют Ce>La>Nd характер распределения редких земель при низких (обычно менее 1–2%) содержаниях CaO, FeO, BaO и PbO и почти постоянном присутствии небольших количеств ThO<sub>2</sub> (табл. 3). Повышенные содержания в ксенотиме имеют диспрозий, иттербий и эрбий при преобладании первого (табл. 4).

По суммарному содержанию РЗЭ (120–176 г/т) и характеру их распределения с сильным обогащением легкими элементами (La/Yb = 12–20) филлитизированные глинистые сланцы и алевролиты рифея с акцессорным монацитом из коренного проявления (табл. 5) весьма близки к глинам и глинистым сланцам различных регионов Земли и в том числе к глинам Русской платформы [Мигдисов и др., 1994], что может рассматриваться как косвенное, но реальное подтверждение метаморфогенного происхождения редкоземельных фосфатов как в коренных породах, так и их фрагментов в аллювиальных отложениях региона. Кроме того, метаморфогенное и предположительно метаморфогенно-гидротермальное происхождение редкоземельных фосфатов восточной подзоны Башкирского мегантиклинория обосновывается тесной пространственной совмещенностью ареала развития обломочных неокатаных зерен РЗЭ-фосфатов с зоной развития метаморфических пород рифея и венда, расположенной восточнее Юрюзано-Зюраткульского глубинного разлома (см. рис. 1), повсеместной ассоциацией монацита, ксенотима и флоренсита в тяжелой фракции шлихов аллювиальных отложений с минералами метаморфических пород — алмандином, биотитом, турмалином, рутилом, ильменитом, цоизитом, хлоритоидом, наличием монацита и ксенотима в элювии кристаллических сланцев, частым

присутствием в фосфатах в виде включений углестого и рудного материала, намечающейся зональностью в распространении фосфатной минерализации, обязанной развитию флоренсита и серого призматического монацита в области развития пород низкой (филлитовой и зеленосланцевой) ступеней метаморфизма и таблитчатого более крупного монацита и ксенотима — в участках распространения пород средней и высокой ступеней

Таблица 3

**Химический состав флоренсита, мас. %**

Компоненты	1(2)	2(2)	3(2)	4(2)	5(2)	6(2)	7(2)	8(2)	9(2)
	19053	19052	19052	19052	19257	19257	19265	19265	19265
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,95	13,20	10,76	11,08	9,52	8,75	8,76	7,12	6,68
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,49	14,72	14,30	13,62	14,79	14,58	16,41	12,71	13,77
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,41	1,19	1,65	0,91	1,12	1,42	2,15	1,13	1,40
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,30	2,21	4,05	2,93	4,53	4,74	5,03	4,03	4,41
ThO <sub>2</sub>	0,92	—	—	0,48	0,64	0,54	0,47	0,99	0,86
SrO	4,95	1,66	1,71	1,85	—	—	—	—	—
CaO	0,97	0,29	0,21	0,55	0,70	0,84	0,33	1,67	1,69
FeO	0,79	—	—	1,05	0,55	1,25	—	4,01	—
BaO	—	—	—	—	0,45	0,61	—	—	1,05
PbO	—	—	—	—	—	1,35	—	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	28,02	29,18	27,82	26,69	28,51	28,17	28,64	29,17	30,08
SO <sub>3</sub>	—	—	—	0,58	—	—	—	1,02	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27,45	28,86	28,05	27,02	27,45	27,09	27,56	26,22	26,66
Сумма	87,25	91,31	88,55	86,76	88,26	89,34	89,35	88,07	86,60

Примечание: 1–9 — флоренсит из аллювиальных отложений (1–4 — р. М. Авзян; 5, 6 — р. Б. Авяяр; 7–9 — р. Миселя).



Таблица 4

## Химический состав ксенотима, мас. %

Компоненты	1(2)	2(2)	3	4(2)	5	6	7(2)	8(2)
	19254	19257	19257	19259	19259	19265	19265	19275
SiO <sub>2</sub>	1,66	1,70	1,85	1,61	1,62	2,10	1,87	1,90
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	36,19	37,72	37,75	37,19	37,58	37,80	37,86	37,40
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36,24	41,82	42,65	40,75	41,73	44,32	43,92	43,32
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0,25	—	—	—	—
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,09	2,02	1,65	3,25	3,13	1,33	0,93	1,84
Tb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,40	0,34	—	0,99	1,01	—	0,42	—
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,59	6,21	6,39	6,80	6,56	4,91	4,21	5,73
Ho <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,78	1,64	1,78	1,41	1,61	1,25	1,58	1,66
Er <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,65	4,46	4,18	3,60	3,38	3,99	3,94	3,92
Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,69	3,63	3,45	3,59	3,01	4,28	4,12	3,31
Lu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,72	—	—	—	—	—	—	—
UO <sub>3</sub>	0,34	—	—	—	—	—	0,66	—
Сумма	100,35	99,94	99,70	99,44	99,63	99,98	99,51	99,08

Примечание: 1–8 — ксенотим из аллювиальных отложений (1 — р. Тыгын; 2, 3 — р. Б. Авняр; 4, 5 — руч. Авалякский; 6, 7 — р. Миселя; 8 — р. Верх. Мата).

Таблица 5

## Химический состав (мас. %) метатерригенных пород с аксессуарным монацитом из проявления в северной части хр. Б. Шатак и содержания в них малых и редкоземельных элементов (г/т)

Компоненты	1	2	3	4	5	Компоненты	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	61,95	64,00	63,00	70,00		Mo	0,4	0,5	0,3	0,6	
TiO <sub>2</sub>	1,15	2,81	0,88	0,76		Ag	0,7	0,6	0,4	1,5	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,40	13,00	14,54	12,10		Cd	0,1	0,01	0,01	0,04	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	11,20	11,50	11,40	8,20		Cs	2,4	1,3	1,2	1,5	
MnO	0,02	0,02	0,01	0,02		Ba	294,6	212,4	204,0	228,6	
MgO	2,80	2,60	2,60	1,80		La	30,1	25,6	34,6	7,6	37,5
CaO	0,28	0,28	1,56	0,28		Ce	58,9	52,9	60,6	15,4	74,8
Na <sub>2</sub> O	0,30	0,54	1,54	0,30		Pr	7,7	7,0	10,1	2,1	8,6
K <sub>2</sub> O	4,33	3,75	3,09	3,33		Nd	26,1	24,1	42,1	7,8	32,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,05	0,04	0,23	0,03		Sm	4,7	4,4	8,3	2,0	6,2
П.п.п.	2,99	1,90	0,80	2,54		Eu	0,9	0,8	1,9	0,6	1,3
Сумма	99,40	100,42	99,64	99,34		Gd	4,0	2,6	6,1	2,5	5,21
Li	51,7	6,8	12,4	10,5		Tb	0,6	0,3	0,8	0,4	0,79
Be	1,0	0,9	1,8	1,2		Dy	2,8	1,4	4,9	2,3	4,88
Sc	8,3	17,5	18,1	22,0		Ho	0,6	0,4	1,0	0,6	0,96
V	43,1	117,5	173,4	161,2		Er	1,6	1,0	2,9	1,7	2,78
Cr	33,1	68,1	112,3	92,8		Tm	0,2	0,2	0,4	0,3	0,41
Ni	80,4	116,2	63,6	161,1		Yb	1,6	1,2	2,8	2,0	2,73
Co	14,8	19,9	27,9	28,1		Hf	1,7	2,2	5,4	3,2	
Cu	158,9	3,5	10,6	5,7		Ta	0,6	0,6	1,3	0,9	
Zn	69,5	24,3	14,9	44,6		W	0,2	0,01	1,2	0,03	
Ga	19,0	21,6	19,7	26,9		Tl	0,6	0,4	0,5	0,5	
Ge	4,4	2,0	2,0	2,3		Pb	33,3	1,7	1,7	1,6	
Rb	101,6	84,2	43,3	94,5		Th	7,8	4,8	10,6	1,7	
Sr	27,0	23,1	9,9	15,3		U	0,1	0,1	2,9	0,7	
Y	11,5	7,4	21,9	14,3		Сумма РЗЭ	139,8	121,8	176,7	45,2	178,36
Zr	67,2	97,1	139,1	141,5		La/Yb	19,2	20,6	12,5	3,65	13,7
Nb	6,3	6,9	16,2	13,0							

Примечание: 1–3 — филлитизированные глинистые сланцы; 4 — алевролит глинистый филлитизированный; 5 — глины Русской платформы [Мигдисов и др., 1994]. Химические анализы выполнены в физико-химической лаборатории Института геологии Уфимского научного центра РАН, аналитик С.А. Ягудина, ICP-MS — анализы — в Институте геологии и геохимии Уро РАН, г. Екатеринбург. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* — общее железо в виде Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

метаморфизма. Подобная зональность дополняется выявлением в почти не метаморфизованных глинистых гидрослюдистых сланцах и алевролитах рифея центральной части Башкирского мегантиклинория пока детально не изученных мелких (до 0,5–0,7 мм) непрозрачных эллипсоидальных стяжений, видимо, рабдофанита, при усилении метаморфизма до зеленосланцевой фации переходящего в монацит [Сердюченко, 1985].

Проявления описанных в статье редкоземельных фосфатов в коренных породах и аллювиальных отложениях речных долин западного склона Южного Урала представляют новый, ранее неизвестный в регионе, тип редкоземельной минерализации, пока в целом не имеющей практического интереса, хотя аллювиальные отложения в отдельных участках речных долин могут содержать очень бедные монацитсодержащие россыпи.

#### *Литература:*

**Алексеев А.А., Алексеева Г.В., Тимофеева Е.А.** Монацитовая минерализация и перспективы редкоземельного оруденения в рифейских отложениях Башкирского мегантиклинория // Геология, полезные ископае-

мые и проблемы экологии Башкортостана / ИГ УНЦ РАН. Т. 2. Уфа. 2003. С. 112–115.

**Беккер Ю.Р.** Литологические особенности олигомиктовых пород девона алмазонасных районов Южного Урала // Геология и полезные ископаемые Урала и Тургай. Л.: ВСЕГЕИ, 1960. С. 73–102.

*Геохимия*, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов. Т. 2. Минералогия рудных элементов / Под ред. К.А. Власова. М.: Наука, 1964. 830 с.

**Калинин С.К., Наймарк Л.Э., Марзуванов В.Л., Исмагулова К.И.** Атлас спектральных линий для стеклянного спектрографа. М.: Госгеолтехиздат, 1956. 47 с.

**Кухаренко А.А.** Минералогия россыпей. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 118 с.

**Мигдисов А.А., Балашов Ю.А., Шарков И.В. и др.** Распространенность редкоземельных элементов в главных литологических типах пород осадочного чехла Русской платформы // Геохимия. 1994. № 6. С. 789–803.

**Орлова М.Т.** Акцессорные минералы древних немых толщ западного склона Южного Урала // Геология и полезные ископаемые Урала. Л.: ВСЕГЕИ, 1960. С. 31–43.

**Сердюченко Д.П.** Метаосадочные монациты на последовательных этапах метаморфических преобразований // Проблемы экзогенного и метаморфогенного пороодо- и рудообразования. М.: Наука, 1985. С. 187–197.