

ЛИТОЛОГИЯ

УДК 549.903.12:550.841:548.3

К проблеме установления источников питания обломочного материала палеорек**И.Я. Илалтдинов, Б.М. Осовецкий**Пермский государственный национальный исследовательский университет
614990, Пермь, ул. Букирева, 15, E-mail: ilaltdinov@psu.ru*(Статья поступила в редакцию 14 июля 2021 г.)*

Рассмотрена возможность применения микрозондового анализа хромшпинелидов с целью установления источников питания и восстановления древней речной сети в пермское время на западном склоне Урала. Объектами исследования являются песчаные и гравийно-галечные отложения южных районов Приуралья пермского периода. Сравнение минерального состава хромшпинелидов исследованных объектов показывает их существенное сходство. Это позволяет сделать вывод о том, что основной источник питания для хромшпинелидов единый (предположительно хромитовый массив Апшакской площади Южного Урала). Однако с удалением от этого массива проявляется влияние дополнительного источника питания (Сарановского массива). Проведенное исследование является первым опытом применения методики с анализом минерального состава хромшпинелидов при восстановлении древней речной сети на западном склоне Урала и может получить более широкое применение.

Ключевые слова: *миналы хромшпинелидов, микрозондовый анализ, терригенные породы, позднепермская эпоха, палеорек*

DOI: 10.17072/psu.geol. 20.3.213

Введение

Проблема восстановления древней речной сети является одной из наиболее актуальных при геоморфологических и палеогеографических исследованиях. Особое внимание этим исследованиям уделяется геологами при прогнозировании россыпей.

Применительно к территории западного склона Урала важными в теоретическом и практическом отношении являются исследования по восстановлению речной сети пермского времени. В позднепермскую эпоху происходил интенсивный размыв уральского горного сооружения. Реки текли с востока на запад и переносили обломочный материал разрушающихся горных и предгорных массивов. Восстановление этой речной сети имеет принципиальное значение, поскольку кайнозойские реки, вмещающие на данной территории россыпи золота, платины и алмазов, нередко наследуют речные долины пермского возраста.

Исследованиями позднепермской речной сети занимались многие ученые. По данным

Т.В. Макаровой (1959), основной источник обломочного материала в долинах позднепермских рек располагался на юго-востоке и наиболее вероятным из них представляется массив Кара-Тау как наиболее высокий в рельефе. Аналогичная ориентировка основной речной артерии этой эпохи на западном склоне Урала указывалась и в работе Н.И. Чернышева (1976) на основе результатов интерпретации геофизической информации и текстуры песчаных литофаций.

Б.С. Луневым (2013) отмечено, что сформировавшиеся в данный период верхнепермские конгломераты являлись результатом сноса речными потоками крупнообломочного материала с Уральского горного сооружения. В результате сформировались линейно ориентированные аккумулятивные формы, сложенные обломками устойчивых к процессам выветривания пород (кремней, яшм, кварцитов и др.).

Долины позднепермских рек в настоящее время являются зоной аккумуляции крупнообломочного материала, который используется как высококачественное песчано-

гравийное сырьё. Песчано-гравийные месторождения позднепермского возраста широко распространены вдоль Урала и отличаются высоким качеством сырья (повышенной долей галечных фракций, хорошей сортировкой по крупности, механической прочностью обломков), доступностью для использования в связи с приуроченностью к возвышенным участкам современного рельефа, нахождением в экономически освоенной части территории Прикамья и т.д.

Одной из частных, но не менее важных, проблем является установление источников питания обломочного материала позднепермских рек. Во-первых, она позволяет при палеогеографическом анализе восстановить ориентировку речных палеодолин. Во-вторых, опосредованно могут быть уточнены особенности палеотектонического строения территории Предуралья. В-третьих, появляется возможность оценить уровень эрозионного среза горных сооружений Урала в процессе их денудации.

Одним из наиболее популярных методов восстановления источников питания обломочного материала палеорек является детальное изучение его вещественного состава (петрографии галечных обломков, минерального состава песчаного заполнителя и др.).

На Западном Урале в этом отношении исследователи обратили внимание на приуроченность к границе пермского периода отчетливо выраженного минералогического рубежа, который проявляется в смене минеральной ассоциации тяжелой фракции на хромшпинелидовую. Так, многими исследователями (Мизенс, 1980, 1997; Чувашов и др., 1990) отмечено, что хромшпинелиды становятся основными компонентами тяжелой фракции нижнепермских пород (обычно 40–60% в Прикамье и до 90% в южных районах Приуралья). Хромшпинелидовая ассоциация характерна для нижнепермских отложений бассейнов рек Косьвы, Усьвы и Чусовой, биотит-хромшпинелидовая – в бассейне рек Сылвы, Бисерти и Барды, эпидот-хромшпинелидовая – в бассейне р. Уфы. Примечательно, что на территории Уфимского амфитеатра данный минералогический

рубеж зафиксирован уже в среднем карбоне (Осовецкий, 2004).

Формирование этого минералогического рубежа является результатом постепенного снижения уровня эрозионного среза уральского горного сооружения, который достиг верхней границы уральских хромитоносных пород. Конкретными первоисточниками зерен хромшпинелидов в аллювии речной сети пермского возраста на западном склоне Урала предположительно являются хромитовые массивы Южного Урала (Савельев и др., 2008) и Сарановский хромитовый комплекс. По усредненным данным, их химический состав достаточно близкий. В пересчете на миналы преобладают три компонента: феррохромит (свыше 40%), шпинель (22–28%) и пикрохромит (19–22%). В подчиненном количестве (менее 10%) присутствует магнетит. Между южноуральскими и Сарановскими хромшпинелидами отмечено только заметное различие по второстепенным примесным элементам и соответствующим миналам. Так, в Сарановских хромшпинелидах существенно больше ульвошпинели (в среднем 1,5% против 0,1% для таковых Южного Урала) и якобсита (соответственно 1,0% и 0,3%). Кроме того, в их составе присутствует герцинит, которого практически нет в южноуральских хромшпинелидах (Ибламинов и др., 2019; Осовецкий, 2021). При этом даже малораспространенные миналы (нихром, цинкхромит, ганит) могут иметь важное генетическое значение (Силаев и др., 2008).

В данной статье авторами с применением микронзондового анализа выполнено изучение химического состава зерен хромшпинелидов из песчаных и гравийно-галечных отложений южных районов Приуралья ранне- и среднепермского возраста. Целью исследования является установление первоисточников питания обломочного материала. Выбор именно хромшпинелидов в разнообразном минеральном комплексе тяжелой фракции пермских пород дополнительно обусловлен следующими соображениями.

Важными преимуществами этой подгруппы тяжелых минералов при решении палеогеографических задач являются присутствие нескольких первоисточников на Урале, механическая устойчивость к агентам транс-

портировки и сложный химический состав, который позволяет в перерасчете получить большое разнообразие миналов. Это способствует более надежной идентификации источника питания обломочного материала и позволяет учесть эволюционный тренд по изменению соотношения миналов по мере удаления от источника питания.

Объекты и методика исследований

Выполнено опробование песчаных отложений в карьере Куеда-Ключики, обнажении у д. Касимово и Александровского песчано-гравийного месторождения на территории южной части Пермского края (рис. 1).

Заброшенный карьер Куеда-Ключики находится на юге Пермского края в Куединском районе в 1,4 км северо-восточнее поселка Куеда и 1,2 км западнее дер. Ключики. Общая протяженность косослоистых песчаников в основании разреза с востока на запад составляет 600 м. В разрезе снизу вверх выделены 4 слоя. Наибольшее распространение имеют песчаники желтовато-серые с редкими маломощными линзами конгломератов со слабо окатанными гальками местных пород – мергелей, известняков (Путеводитель..., 1991). Обнажение у д. Касимово представляет собой выходы зеленовато-серых медистых песчаников.

На объектах Куеда-Ключики и Касимово были отобраны точечные литологические пробы из песчаников и прослоев конгломератов. Исходная масса литологической навески варьировала от 150 до 223 г. Методика обработки проб состояла в предварительной дезинтеграции песчаников и конгломератов, отмучивании глинистой фракции и выделении в бромформе из алеврито-песчаной фракции тяжелых минералов. Тяжелая фракция была рассеяна на классы, из фракции 0,25–0,1 мм были отобраны представительные выборки зерен хромшпинелидов.

Пробы на Александровском месторождении отбирались из базальной грубообломочной части разреза. После отделения грубообломочной части выполнен гранулометрический анализ песчаного материала. Фракция частиц размером 0,25–0,1 мм разделена в бромформе. Из тяжелой фракции этого

класса были отобраны представительные выборки зерен хромшпинелидов размером 0,25–0,2 мм.

В морфологическом отношении большинство зерен хромшпинелидов представлено хорошо образованными октаэдрическими кристаллами или слегка окатанными октаэдроидами, реже – их осколками. Грани обычно гладкие, ровные с сильным полуметаллическим блеском.



Рис. 1. Схема расположения объектов исследования: 1 – Куеда-Ключики, 2 – Касимово, 3 – Александровский карьер. Месторождения хромовых руд: 4 – Сарановское, 5 – Орловское (массив Крака)

Хромшпинелиды были помещены на шайбу и напылены углеродом для исследования на сканирующем электронном микроскопе JSM 6390 LV (фирма Jeol, Япония). Микронзондовый анализ определялся в центральной части каждого зерна с применением энергодисперсионной приставки INCA Energy 450 (фирма Oxford Instruments, Вели-

кобритания). Режим работы микроскопа: рабочее расстояние 12 мм, рабочее напряжение 20 кВ, сила тока 10 мА. Всего определен химический состав 93 зерен хромшпинелидов.

Минальный состав зерен хромшпинелидов был определен расчетным способом с разделением двух- и трехвалентных катионов железа, исходя из теоретического стехиометрического соотношения.

Результаты исследований

Химический состав. Химический состав зерен хромшпинелидов в каждом из трех объектов приведен в табл. 1–3. Общей особенностью химического состава хромшпинелидов является преобладание оксидов хрома, алюминия, железа и магния при подчиненном присутствии оксидов марганца, титана, цинка и никеля. Вариации в соотношении

основных компонентов весьма существенные. Среди элементов-примесей присутствие марганца и цинка характерно для всех исследованных индивидов, в то время как титан и никель во многих зернах микронзондовым анализом не фиксируются.

Минальный состав. Основным результатом исследований является вывод о большом разнообразии минального состава зерен хромшпинелидов. Принимая во внимание существенное преобладание в составе хромшпинелидов одного или двух примерно равных по количеству миналов, среди них выделены следующие группы:

- 1) феррохромитовые,
- 2) шпинелевые,
- 3) пикрохромитовые,
- 4) яkobситовые,
- 5) магнетитовые,
- 6) феррохромит-шпинелевые.

Таблица 1. Химический состав зерен хромшпинелидов объекта «Куюда–Ключики», мас. %

Номер зерна	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	MnO	TiO ₂	ZnO	NiO
1	58,48	10,70	16,70	8,05	0,49	0,12	0,72	0
2	56,32	11,42	25,73	4,99	0,31	0,65	0,58	0
3	56,15	10,86	23,15	3,43	1,56	0,39	0,85	0
4	54,49	14,19	25,14	3,99	0,41	0	0,70	0,08
5	53,50	17,50	16,10	7,74	1,40	0,14	1,12	0
6	53,20	16,04	19,20	6,67	1,56	0,19	2,95	0
7	52,56	16,03	21,17	6,13	0,37	0,15	0,46	0,06
8	52,42	16,34	14,62	15,49	0,19	0,34	0,47	0,13
9	52,13	16,88	21,15	8,51	0,29	0,49	0,55	0
10	51,57	8,94	34,32	3,24	0,39	0,66	0,74	0,13
11	49,86	13,89	27,60	7,04	0,52	0,19	0,80	0,10
12	49,11	10,57	28,19	10,56	0,36	0,55	0,57	0,09
13	48,18	7,80	35,44	6,46	0,71	0,79	0,48	0,13
14	47,77	17,52	28,56	4,48	0,58	0,33	0,77	0
15	47,07	12,99	30,14	7,80	0,51	0,62	0,80	0,07
16	43,16	11,14	39,42	3,90	0,57	0,82	0,99	0
17	42,83	21,02	23,17	11,32	0,23	0,71	0,53	0
18	42,65	30,36	15,98	9,90	0,29	0,23	0,59	0
19	42,20	24,30	19,10	9,40	0,23	0,12	0,36	0,13
20	40,93	19,48	24,64	3,60	10,21	0,13	0,79	0,23
21	39,30	23,29	28,85	7,35	0,42	0,31	0,34	0,15
22	39,23	21,29	30,78	7,28	0,36	0,45	0,55	0,07
23	38,00	27,26	22,68	8,90	1,91	0,40	0,78	0,08
24	37,92	16,64	41,73	2,04	0,49	0,71	0,48	0
25	36,10	31,15	14,91	12,45	0,20	0,35	0,63	0,06
26	35,40	15,75	40,17	6,93	0,45	0,60	0,54	0,16
27	34,86	9,95	42,63	3,91	4,64	1,50	2,37	0,14
28	32,08	27,24	31,22	6,97	0,87	0,60	0,83	0,19
29	32,06	35,01	11,19	13,56	0,09	0	0,63	0,08

Таблица 2. Химический состав зерен хромшпинелидов объекта «Касимово», мас. %

Номер зерна	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	MnO	TiO ₂	ZnO	NiO
1	58,17	15,26	18,43	5,48	1,40	0,19	0,92	0,15
2	56,03	17,77	16,59	7,56	1,47	0	0,50	0,09
3	55,71	15,56	16,82	10,08	1,06	0	0,67	0,09
4	55,15	13,08	20,59	10,03	0,44	0	0,64	0,07
5	54,16	20,18	16,27	7,51	1,03	0,17	0,68	0
6	54,04	17,11	19,18	8,32	0,45	0	0,90	0
7	53,19	18,65	18,33	7,65	0,65	0,10	1,43	0
8	52,90	15,06	22,54	5,54	0,95	0	0,91	0,10
9	52,78	16,75	17,87	8,35	0,79	0,24	1,10	0,11
10	52,14	20,77	18,46	6,00	1,49	0,11	1,04	0
11	50,09	18,08	20,74	6,92	0,66	0,13	1,37	0
12	49,84	12,99	28,21	7,82	0,39	0,14	0,61	0
13	49,77	21,14	16,07	12,43	0,23	0	0,35	0
14	49,01	22,41	12,31	10,05	0,55	0,09	0,59	0
15	48,13	21,61	16,66	11,49	0,33	0,06	0,64	0,08
16	47,65	22,62	14,96	13,49	0,60	0,15	0,53	0
17	47,24	24,13	17,06	10,49	0,33	0	0,75	0
18	47,22	21,03	23,37	7,35	0,33	0,12	0,59	0
19	47,09	23,47	15,26	13,31	0,36	0	0,51	0
20	47,03	11,62	33,87	1,79	2,03	0,66	3,00	0
21	46,60	21,58	19,45	10,98	0,33	0,27	0,65	0,12
22	44,84	17,61	28,27	8,13	0,49	0,10	0,56	0
23	42,80	27,40	16,44	12,01	0,46	0,07	0,82	0
24	42,51	18,98	26,43	10,83	0,34	0,30	0,61	0
25	41,87	25,62	19,93	11,41	0,24	0,06	0,87	0
26	40,74	14,85	34,20	8,51	0,43	0,81	0,35	0,12
27	39,65	28,90	16,43	13,94	0,36	0,07	0,59	0,07
28	38,98	21,08	29,91	8,82	0,37	0,14	0,63	0,07
29	37,12	33,16	12,33	16,58	0,23	0,16	0,42	0
30	35,79	36,93	14,31	11,60	0,23	0,18	0,87	0,11
31	33,12	38,81	11,67	15,51	0,15	0	0,60	0,15
32	32,09	30,80	24,21	10,75	0,41	0,96	0,69	0,10
33	31,25	35,00	8,41	13,44	10,47	0,27	0,85	0,30

Сравнение минерального состава хромшпинелидов исследованных объектов в первом приближении показывает их существенное сходство. Оно выражается в существенном преобладании феррохромитового минерала (почти во всех объектах выше 50%). Вторым по распространенности является минеральный состав с примерно равными долями (порядка 40%) феррохромитового и шпинелевого. Менее распространены хромшпинелиды с преобладанием шпинелевого минерала (табл. 4). Это позволяет сделать вывод о том, что основной источник питания у них, вероятно, единый. По всем данным, таким источником является хромитовый массив Апшак-

ской площади Южного Урала (Савельев, 2008). В частности, по средним данным, преобладающим минералом в хромшпинелидах этого массива является феррохромит, примерно в равных количествах присутствуют шпинель и пикрохромит, заметно присутствие магнетитового минерала. Обнаружен также и якобитовый минерал (Осовецкий, 2021).

О близости химического состава хромшпинелидов исследованных объектов свидетельствует также расположение фигуративных точек на треугольной диаграмме Al-Cr-Fe, где они образуют практически единое поле с незначительным отклонением отдельных анализов зерен хромшпинелидов, харак-

теризующихся повышенной глиноземистостью и низкой хромистостью, либо повышенной железистостью (рис. 2).

Куединский объект наиболее близко расположен к источнику питания. Это подтверждается наибольшим разнообразием в соотношении компонентов и наличием хромшпинелидов с преобладанием пикрохромитового, якобитового и магнетитового миналов, которые в двух других объектах вообще не обнаружены.

С удалением от Куединского объекта происходит преобразование минального состава хромшпинелидов по нескольким причинам. Одной из них может оказаться влия-

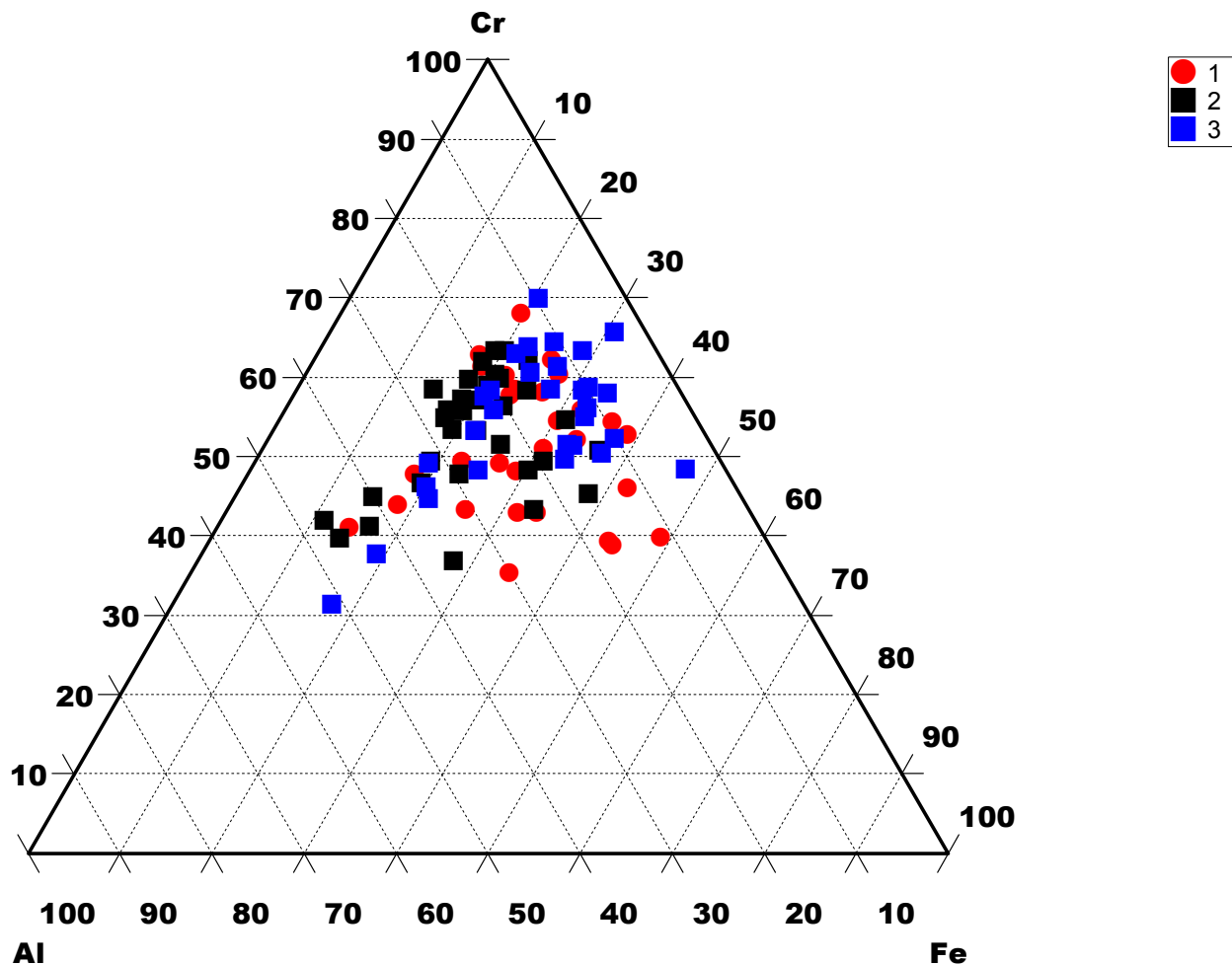
ние дополнительного источника питания, которым, вероятнее всего, является Сарановский массив, размываемый притоками главного водотока. В частности, в хромшпинелидах Сарановского массива существенно больше шпинелевого минала (Ибламинов и др., 2018), что и прослеживается на Касимовском объекте. Александровский объект наиболее удален от основного источника питания и соответственно для него характерна наиболее высокая степень сортировки хромшпинелидов по минальному составу (67% зерен с преобладанием феррохромитового минала).

Таблица 3. Химический состав зерен хромшпинелидов объекта «Александровский», мас. %

Номер зерна	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	MnO	TiO ₂	ZnO	NiO
1	63,66	3,33	29,85	1,38	0,73	0,27	0,78	0
2	62,12	8,53	18,10	8,69	0,51	0,07	0,54	0,06
3	59,05	9,72	22,74	7,39	0,28	0,24	0,43	0,15
4	58,22	7,60	26,21	6,95	0,37	0,10	0,55	0
5	56,72	12,30	19,80	7,95	0,59	0	0,53	0
6	56,54	10,89	24,61	6,82	0,52	0	0,63	0
7	56,16	13,88	19,13	9,62	0,49	0,06	0,55	0,11
8	55,39	9,29	29,79	3,81	0,68	0,15	0,76	0,14
9	55,30	9,99	29,32	3,36	0,66	0,15	1,13	0,09
10	55,06	7,74	32,31	3,31	0,44	0,25	0,82	0,07
11	54,70	13,71	21,90	6,96	0,72	0,13	0,77	0
12	53,19	10,65	30,83	3,81	0,51	0,38	0,59	0,05
13	52,29	12,44	24,50	9,77	0,28	0,25	0,33	0,14
14	51,50	11,27	30,90	4,66	0,62	0	0,92	0,13
15	51,22	19,25	18,44	8,00	0,63	0	0,77	0
16	50,96	18,07	18,25	11,64	0,32	0,09	0,58	0,09
17	49,02	18,93	19,80	10,93	0,38	0,45	0,40	0,08
18	47,70	13,97	30,97	5,84	0,66	0,18	0,68	0
19	47,60	11,89	35,03	4,01	0,52	0,24	0,61	0,09
20	47,39	14,40	29,98	7,01	0,45	0,12	0,64	0
21	46,73	21,76	19,23	11,11	0,35	0,04	0,77	0
22	46,68	4,17	45,40	1,17	1,12	0,55	0,79	0,12
23	46,67	9,17	33,41	2,75	6,44	0,46	0,72	0,37
24	46,21	21,75	19,01	12,19	0,34	0	0,50	0
25	45,95	15,67	30,88	6,10	0,51	0,25	0,57	0,05
26	42,16	23,65	21,57	11,38	0,51	0,21	0,52	0
27	42,03	27,37	16,10	13,46	0,29	0	0,65	0,10
28	39,31	28,71	17,04	13,75	0,19	0,51	0,37	0,13
29	38,43	29,28	18,07	13,36	0,31	0	0,42	0,13
30	31,50	36,23	15,79	15,66	0,21	0	0,61	0
31	25,78	42,21	14,10	17,04	0,13	0,03	0,48	0,23

Таблица 4. Средний минеральный состав хромшпинелидов по объектам, %

Преобладающий минерал	Объект		
	Куеда-Ключики	Касимово	Александровский
Феррохромит	56	49	67
Шпинель	7	19	10
Пикрохромит	7	-	-
Якобит	3	-	-
Магнетит	3	-	-
Феррохромит+шпинель	24	32	23
Всего	100	100	100

Рис. 2. Диаграмма $Al-Cr-Fe^{3+}$ хромшпинелидов объектов исследования: 1 – Куеда-Ключики, 2 – Касимово, 3 – Александровский

Для более детального анализа могут быть привлечены также данные по второстепенным минералам, которые появляются только в некоторых зернах хромшпинелидов. В частности, повышенная доля (до 7,0%) ганитового ($ZnAl_2O_4$) минерала отмечена в нескольких зернах хромшпинелида Куединского и Касимовского объектов. Присутствие герцинитового ($FeAl_2O_4$) минерала в количестве до

22% характерно для хромшпинелидов Куединского объекта. Ульвошпинелевый минерал (Fe_2TiO_4) характерен также только для Куединского объекта.

Заключение

1. Проведенное исследование является первым опытом применения методики с ана-

лизом минального состава хромшпинелидов при восстановлении древней речной сети на западном склоне Урала. Полученные результаты подтверждают ранее имеющиеся сведения о речной сети позднепермской эпохи, но открывают новые возможности для ее детализации.

2. Восстановление древней речной сети в данном районе является важным направлением работ по прогнозированию россыпей золота и платиноидов в палеодолинах рек. Причиной является унаследование пермской речной сети долинами рек палеогенового, неогенового и четвертичного времени.

3. Продолжение аналогичных работ применительно к другим отрезкам геологического времени представляет особый интерес, в частности при прогнозировании россыпей алмазов.

Библиографический список

Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М., Пузик А.Ю. Поперечная зональность и скрытая расслоенность рудного тела Главного Сарановского месторождения, Западный Урал, Россия // Вестник Пермского университета. Геология. Т. 18, № 3. 2019. С. 237–252.

Лунев Б.С. Аллювий Прикамья. Вестник Пермского университета. Геология. № 8. 2013. С. 79–95.

Макарова Т.В. Пермские отложения центральных областей Русской платформы. Л.: Гостоптехиздат, 1957. 123 с.

Мизенс Г.А. Петрография и минералогия нижнепермских песчаников западного склона Среднего Урала. Свердловск, 1980. 58 с.

Мизенс Г.А. Верхнепалеозойский флиш Западного Урала. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1997. 229 с.

Осовецкий Б.М. Минералогия мезокайнозоя Прикамья. Пермь: Изд-во ПГУ, ПСИ, ПОССГК. 2004. 292 с.

Осовецкий Б.М. Прецизионные методы исследования минералов: учеб. пособие. Пермь: Перм. ун-т, 2021. 156 с.

Путеводитель геологических экскурсий. Ч. III. Пермская геологическая система Пермского Приуралья. Международный конгресс «Пермская система земного шара». Свердловск, 1991. 153 с.

Савельев Д.Е., Сначев В.И., Савельева Е.Н., Бажин Е.А. Геология, петрогеохимия и хромотоносность габбро-гипербазитовых массивов Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2008. 320 с.

Силаев В.И., Шибалин В.Н., Голубева И.И. и др. О цинксодержащих и цинкистых хромшпинелидах Тимано-Уральского региона // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар. № 8. 2008. С. 6–16.

Чернышев Н.И. Строение верхнепермских отложений юго-западной части Пермской области // Изв. вузов. Геол. и разведка. 1958. № 4. С. 47–51.

Чернышев Н.И. Опыт палеогеографической реконструкции верхнепермских отложений Среднего Прикамья с помощью каротажных материалов // Геология и петрография Западного Урала. Вып. 7. 1976. С.

Чувашов Б.И., Дюпина Г.В. Верхнепалеозойские терригенные отложения западного склона Среднего Урала. М.: Наука, 1973. 244 с.

On the Identification of Pebble Material Sources of Paleo-Rivers

I.Y. Ilaltdinov, B.M. Osovetsky

Perm State National Research University, 15 Bukirev Str., Perm 614990, Russia

E-mail: ilaltdinov@psu.ru

The chemical composition of chromespinelides in the Permian sandy-gravel deposits of the western slope of the Urals was investigated by microprobe analysis. The correlation of minals is used for identification of source rocks for these sediments. They were originated by the river of the Permian age, which had the north-western flow direction and were eroded of chromite-bearing massive in the South Urals. Some details of chromites chemical composition pointed to the influence of another source rocks (for instance, Saranovskiy Massive in the Middle Urals).

Key words: *minal; chromespinelides; microprobe analysis; terrigenioun rocks; the Upper Permian; paleorivers*

References

- Chernyshev N.I.* 1958. Stroenie verkhneperm-skikh otlozheniy yugo-zapadnoy chasti Permskoy oblasti [Structure of the Upper Permian deposits in the south-western part of the Perm Region]. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 4: 47–51. (in Russian)
- Chernyshev N.I.* 1976. Opyt paleogeograficheskoy rekonstruktsii verkhneperm-skikh otlozheniy srednego Prikamya s pomoshchyu karotazhnykh materialov [The experience of paleogeographical reconstruction of the Upper Permian deposits of the Middle Pre-Kama region with help of logging data]. *Geologiya i petrologiya Zapadnogo Urala*. 7:61–75. (in Russian)
- Chuvashov B.I., Dyupina G.V.* 1973. Verkhne-paleozoyskie terrigennye otlozheniya zapadnogo sklona Srednego Urala [The Upper Paleozoic terrigenous deposits of the Western slope of the Middle Urals]. Moskva, Nauka, p. 244. (in Russian)
- Iblaminov R.G., Osovetsky B.M., Puzik A.Yu.* 2019. Poperechnaya zonalnost i skrytaya rassloennost rudnogo tela Glavnogo Saranovskogo mestorozhdeniya (Zapadnyi Ural, Rossiya). [Transverse Zonation and Latent Layering within the Ore Body of the Main Saranovskoe Deposit (the Western Urals, Russia)]. *Vestnik Permskogo Universiteta. Geologiya*. 18(3): 237–252. (in Russian) doi: 10.17072/psu.geol.18.3.237.
- Lunyov B.S.* 2013. Alluviiy Prikamiya [Alluvium of the Pre-Kama Region]. *Vestnik Permskogo Universiteta. Geologiya*. 8: 79–95. (in Russian)
- Makarova T.V.* 1957. Permskie otlozheniya tsentralnykh oblastey Russkoy platformy [The Permian deposits of the Central Regions in the Russian Platform]. Leningrad, Gostoptekhizdat, p.123. (in Russian)
- Mizens G.A.* 1980. Petrologiya i mineralogiya nizhneperm-skikh peschanikov zapadnogo sklona Srednego Urala [Petrology and Mineralogy of the Lower Permian Sandstones in the Western Slope of the Middle Urals]. Sverdlovsk, p. 58. (in Russian)
- Mizens G.A.* 1997. Verkhne-paleozoyskiy flish Zapadnogo Urala [The Upper Paleozoic flysh of the Western Urals]. Ekatherineberg, IGG URO RAN, p. 229. (in Russian)
- Osovetsky B.M.* 2004. Mineralogiya mezokaynozoya Prikamya [Mineralogy of the Mesozoic-Cenozoic of the Pre-Kama region]. Perm, PGU, PSI, POSSGK, p. 292. (in Russian)
- Osovetsky B.M.* 2021. Pretsizionnye metody issledovaniya mineralov [Precision methods of Mineral investigation]. Perm, PGU, p. 156. (in Russian)
- Putevoditel geologicheskikh ekskursiy. Ch.III. Permskaya geologicheskaya sistema Permskogo Priuralya. Mezhdunarodnyy congress “Permskaya sistema zemnogo shara”* [Guidebook of Geological Excursions. International Congress Permian System of the Earth Globe] Sverdlovsk, 1991, p. 153
- Savelyev D.E., Snachev V.I., Savelyeva E.N., Bazhin E.A.* 2008. Geologiya, petrogeokhimiya i khromitnosnost gabbro-giperbazitovykh massivov Urala [Geology, petrogeochemistry and chromite content of gabbro-ultrabasite massifs of the Urals]. Ufa, DizainPoligrafServis, p. 320. (in Russian)
- Silaev V.I., Shibalin V.N., Golubeva I.I., et al.* 2008. O tsinksoderzhashchikh i tsinkistykh khromshpinelidakh Timano-Uralskogo Regiona [On the Zn-containing and Zn-including chromspinelides of the Timan-Urals Region]. *Vestnik of Inst. Geol. Komi Sience Centre URO RAN. Syktyvkar*, 8: 6–16. (in Russian)