

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ СТРОЕНИЮ ЧАДАРСКОГО РАЙОНА (ЮЖНАЯ ЧАСТЬ ВОСТОЧНО- ТАГИЛЬСКОГО СЕГМЕНТА УРАЛЬСКОГО ОРОГЕНА)

© 2016 г. Л. А. Санько., А. Е. Степанов

В последние годы авторами получены оригинальные данные, уточняющие геологическое строение (рис. 1) старейшей горнорудной территории Урала, расположенной между городами Нижний Тагил и Красноуральск, и позволяющие по новому оценить его металлогению. Наиболее значимые геолого-съемочные¹, геолого-разведочные² и сопутствующие им научные работы [1, 7] были здесь проведены в 50–70-х гг. прошлого века. Долгое время рассматриваемая южная часть Восточно-Тагильской вулканогенной зоны Уральского орогена оставалась слабо изученной и недостаточно опосредованной. Потребности в воспроизводстве минерально-сырьевой базы привели к возобновлению поисковых работ в 2013 г., что позволило авторам собрать новый богатейший материал.

Формально структурно-вещественные комплексы изученной площади относятся к Тагильской мегазоне, Восточно-Тагильской структурно-формационной зоне, Красноуральской подзоне [2]. По нашему мнению, геологическое строение территории следует представлять как систему отдельных тектонических блоков различной формационной природы (террейнов), выделяя тектоно-геодинамические элементы и их сочетания. Под термином “тектоно-геодинамический элемент” понимаем прежде всего единичное структурное образование, сложенное комплексом пород определенного геодинамического режима или обстановки [3]. При данном подходе термины “Западно-Тагильская зона” и “Восточно-Тагильская зона”, оставшиеся от складчато-геосинклинального представления района, теряют всякий смысл.

¹ *Зенков И.И., Шилов В.А. и др.* Групповое геологическое доизучение масштаба 1 : 50 000 Кировоградской площади в пределах листов О-40-72-Г (в. п.), О-40-84-Б (в. п.), О-40-84-Г (в. п.), О-40-96-В (в. п.), Г, О-40-108-Б, Г (в. п.), О-41-61-В (з. п.), О-41-73-А (з. п.), В (з. п.), О-41-85-А (з. п.), О-41-85-А (ю.-вост. четв.), В, О-41-97-А (з. п.), В (з. п.), О-41-109-А (з. п.). Отчет Кировоградской геолого-съемочной партии за 1973–1979 гг. Свердловск, 1979. ФБУ “ТФГИ по УрФО”.

² *Габов М.П. и др.* Отчет о результатах геолого-разведочных работ по Чадарским месторождениям в Нижне-Тагильском районе Свердловской области с подсчетом запасов по состоянию на 01.10.1957 г. 1957. ФБУ “ТФГИ по УрФО”.

Авторами выделены фрагменты двух блоков (террейнов) Чадарского (западного) и Ломовского (восточного), соответственно представленные комплексами Красноуральской и Краснотауринской структурно-формационных зон и разделенных зон нарушения сдвигово-взбросовой кинематики [5]. Чадарский террейн сложен вулканогенными отложениями натровой базальт-андезит-риодацитово-андезитовой формации (красноуральская свита O_3-S_1) с параметрами раннеостроводужных толеитовых базальтов и их производных. С отложениями ассоциируют массивы тоналит-плагиогранитных комплексов. Ломовский террейн сложен образованиями известково-щелочной андезитобазальт-андезит-дацитово-андезитовой формации (красноуральская свита D_1), вмещающими тела габбро-диорит-гранитового комплекса (D_{1-2}), отвечающими позднеостроводужным продуктам (либо продуктам вулканокластических поясов композитных континентальных окраин). Блоки разделены долгоживущей шовной зоной крутого (под углами 60–80°) восточного падения сдвигово-взбросовой кинематики. Шовная зона хорошо выделяется цепочкой геохимических ореолов никеля и хрома, связанных со сланцами тальк-хлорит-актинолитового состава, развитых по мелким телам долеритов и габбродолеритов, и, возможно, пикродолеритов.

В разрезе Чадарского террейна преобладают мелкопорфировые плагиофировые базальты, андезитобазальты, в меньшей степени распространены туфы основного состава, мелкопорфировые плагиофировые андезидациты, дациты и риодациты эффузивного облика, их вулканокластические разности (табл. 1). Вероятно, в незначительном количестве присутствуют андезиты, хотя в большинстве случаев “андезиты” представляют собой метасоматически измененные базальтоиды с повышенным содержанием SiO_2 до 60–62%. Вулканогенные образования кислого состава красноуральской свиты вмещают медно-цинковые руды Чадарской группы – Чадарское, Среднечадарское и Южночадарское, на которые наложена золотополиметаллическая минерализация [6, 7].

Вулканиды красноуральской свиты относятся к натровой толеитовой серии, нормальной до пониженной щелочности (рис. 2). Кислые разности на дискриминационной диаграмме $(Nb + Y)-Rb$ соот-

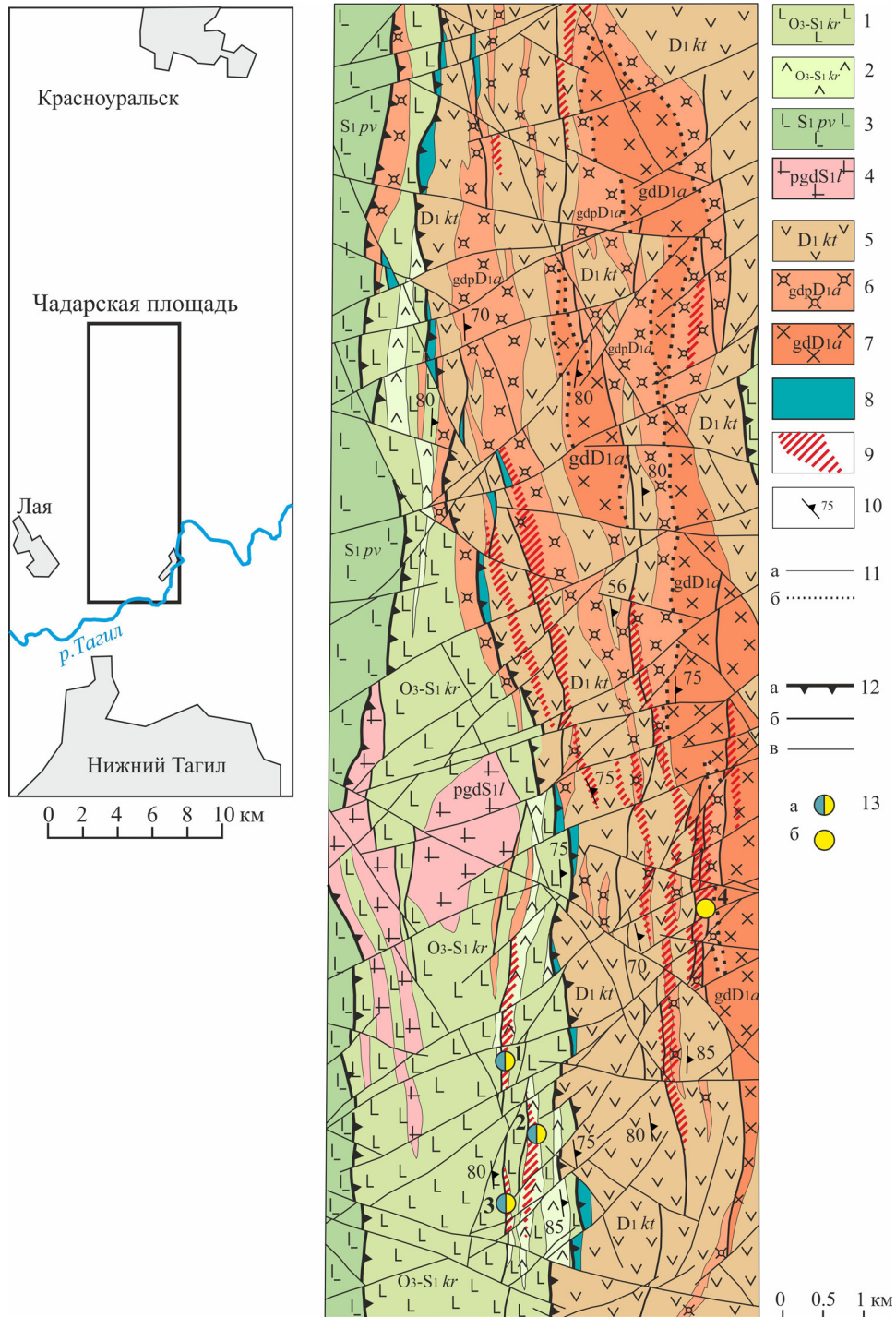


Рис. 1. Геологическая карта Чадарской площади. Составлена А.Е. Степановым, Л.А. Санько с использованием материалов М.П. Габова (см. источник, указанный в сноске 2).

1–2 – красноуральская свита O_3-S_1kr : 1 – базальты и их туфы, сланцы зеленые эпидот-альбит-хлоритовые, 2 – андезидациты и дациты плагиофировые и их вулканокластические разновидности; 3 – павдинская свита S_1pv : нерасчлененные базальты, андезибазальты, их туфы, туфопесчаники; 4 – левинский габбро-тоналит-плагиогранитовый комплекс S_1l : тоналиты, плагиограниты; 5 – красноуральская свита D_1kt : андезиты и их туфы, туфопесчаники, сланцы хлорит-серицит-кварц-альбитовые; 6–7 – ауэрбаховский габбро-диорит-гранитовый комплекс D_1a : 6 – гранодиорит-порфиры ($\gamma\delta D_1a$), 7 – гранодиориты и адамелиты порфировидные ($\gamma\delta D_1a$); 8 – сланцы тальк-хлорит-актинолитовые аподолеритовые; 9 – метасоматиты хлорит-серицит-кварцевые, в разной степени рассланцованные; 10 – элементы залегания сланцеватости; 11 – геологические границы: разновозрастных образований (а), фациальные (б); 12 – разрывные нарушения: региональные свдвиги-взбросы 1-го порядка (а), свдвиги-взбросы 2-го порядка (б), свдвиги, свдвиги-сбросы (в); 13 – проявления: 1–3 – колчеданно-золотополиметаллические (1 – Чадарское, 2 – Среднечадарское, 3 – Южночадарское), 4 – золотопорфировое (4 – Ломовское).

Таблица 1. Состав вулканитов красноуральской свиты (Чадарский район)

Компонент	Номер образца										
	261/9	C-26/156	C-26/158	C-26/160	C-26/163	2003	268/15	2001	C-26/161	2713/8	C-26/153
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	50.82	50.58	50.03	50.01	49.06	54.52	53.54	62.52	63.23	64.46	74.93
MgO	10.81	7.07	8.21	8.75	8.85	6.92	1.62	2.87	4.55	0.79	1.59
TiO ₂	0.49	0.45	0.45	0.48	0.46	0.68	0.41	0.75	0.29	0.51	0.37
Fe ₂ O ₃ общ	10.22	8.93	9.88	10.04	9.97	11.63	6.56	8.34	6.37	4.83	4.73
Al ₂ O ₃	12.50	13.77	14.45	14.18	13.29	13.86	16.77	13.56	9.08	12.64	8.03
CaO	7.18	11.55	10.17	9.38	11.63	4.95	16.28	4.52	9.14	12.63	4.30
Na ₂ O	3.47	2.61	2.05	2.33	1.70	4.41	0.82	5.38	1.50	0.82	3.29
K ₂ O	0.03	0.58	0.54	0.77	0.30	0.08	0.12	0.30	0.41	0.05	0.37
P ₂ O ₅	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.08	0.17	0.02	0.22	0.08
MnO	0.13	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.11	0.13	0.13	0.13	0.12
П.п.п.	4.5	4.7	4.4	4.3	5.2	3.1	3.8	1.7	5.7	3	2.4
Сумма	100.2	100.4	100.4	100.5	100.7	100.4	100.1	100.2	100.4	100.1	100.2
Li	0.14	3.87	4.10	5.19	5.07	6.15	0.04	2.43	6.08	0.03	2.13
Be	0.00	0.12	0.11	0.18	0.13	0.30	0.00	0.36	0.15	0.00	0.16
Sc	5.68	35.54	30.79	36.37	34.59	42.67	1.41	23.64	21.97	1.96	15.19
Ti	365.22	1872.45	1646.60	1907.88	1784.07	4938.17	260.26	4979.88	1201.32	349.24	1710.9
V	40.59	190.92	170.47	191.72	189.66	388.06	57.99	268.87	123.50	41.71	125.98
Cr	100.22	151.34	127.64	143.93	143.30	57.69	13.40	42.38	97.88	8.88	57.00
Co	11.50	25.08	25.28	27.15	26.37	32.07	4.38	23.14	18.69	8.36	11.36
Ni	44.53	40.27	35.05	39.81	37.65	26.96	3.89	10.64	27.95	4.75	25.80
Rb	0.18	5.55	5.51	8.11	2.54	0.76	3.15	1.62	4.76	0.60	3.24
Sr	100.15	235.57	464.29	202.84	154.98	69.46	93.82	250.98	114.88	50.07	92.44
Y	7.44	6.53	6.28	6.90	6.51	12.84	7.38	14.90	4.24	11.94	10.25
Zr	16.14	13.81	14.35	13.24	14.31	51.88	34.89	106.23	8.69	19.71	37.61
Nb	0.28	0.26	0.28	0.31	0.25	1.43	0.59	6.05	0.16	0.34	1.22
Cs	0.02	0.14	0.13	0.17	0.06	0.01	0.11	0.03	0.10	0.05	0.08
La	4.55	1.99	2.02	1.98	1.88	2.66	6.51	6.44	1.30	6.76	5.92
Ce	10.93	5.59	5.86	5.74	5.36	8.51	16.41	19.25	3.74	16.92	12.28
Pr	1.99	0.88	0.91	0.91	0.83	1.47	2.43	2.95	0.58	2.68	2.00
Nd	9.93	4.21	4.34	4.21	3.96	7.50	11.47	13.97	2.80	13.90	8.50
Sm	2.81	1.14	1.21	1.17	1.21	2.39	2.86	3.46	0.83	3.50	2.02
Eu	0.93	0.48	0.50	0.50	0.44	0.72	1.05	0.96	0.28	1.09	0.63
Gd	2.99	1.31	1.41	1.42	1.33	2.57	3.09	3.91	0.88	3.90	2.17
Tb	0.52	0.22	0.23	0.23	0.21	0.43	0.52	0.53	0.14	0.67	0.30
Dy	3.23	1.41	1.53	1.51	1.33	2.50	3.07	2.86	0.94	4.13	1.94
Ho	0.67	0.30	0.31	0.31	0.28	0.49	0.66	0.60	0.19	0.93	0.40
Er	1.93	0.88	0.94	0.93	0.88	1.39	2.01	1.67	0.56	2.99	1.22
Tm	0.26	0.12	0.13	0.12	0.13	0.19	0.30	0.24	0.08	0.45	0.16
Yb	1.64	0.87	0.96	0.93	0.88	1.23	2.04	1.57	0.62	2.92	1.09
Lu	0.23	0.13	0.14	0.14	0.13	0.18	0.32	0.24	0.09	0.45	0.17
Hf	1.33	0.47	0.60	0.49	0.53	1.31	2.43	2.55	0.35	1.41	1.13
Ta	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65	0.09	9.75	0.00	0.02	0.00

Примечание. 1 – плагиофировый базальт (левобережье р. Тагил к востоку от пос. Бол. Лая), 2–5 – плагиофировые базальты (Южночадарское колчеданное проявление), 6 – пироксен-плагиофировый андезитобазальт (Южночадарское колчеданное проявление), 7 – плагиофировый базальт (левобережье р. Тагил к востоку от пос. Бол. Лая), 8–9 – плагиофировые дациты (Южночадарское колчеданное проявление), 10 – плагиофировый риодацит (Среднечадарское колчеданное проявление), 11 – риолит (Южночадарское колчеданное проявление). Аналитика выполнена в ИГГ УрО РАН.

ветствуют островодужным образованиям (рис. 3). Породы красноуральской свиты отличаются от образований Краснотуринской зоны пониженным фонном РЗЭ (рис. 4), пониженными содержаниями Zr, Y, Th и повышенными – Sr, Ni, Ta (рис. 5).

Образования красноуральской свиты вмещают тела кварцевых диоритов, тоналитов и плагиогранитов левинского габбро-тоналит-плагиогранитового комплекса S₁. Комплекс позиционируется как коагмат вулканитов красноуральской свиты. Предыду-

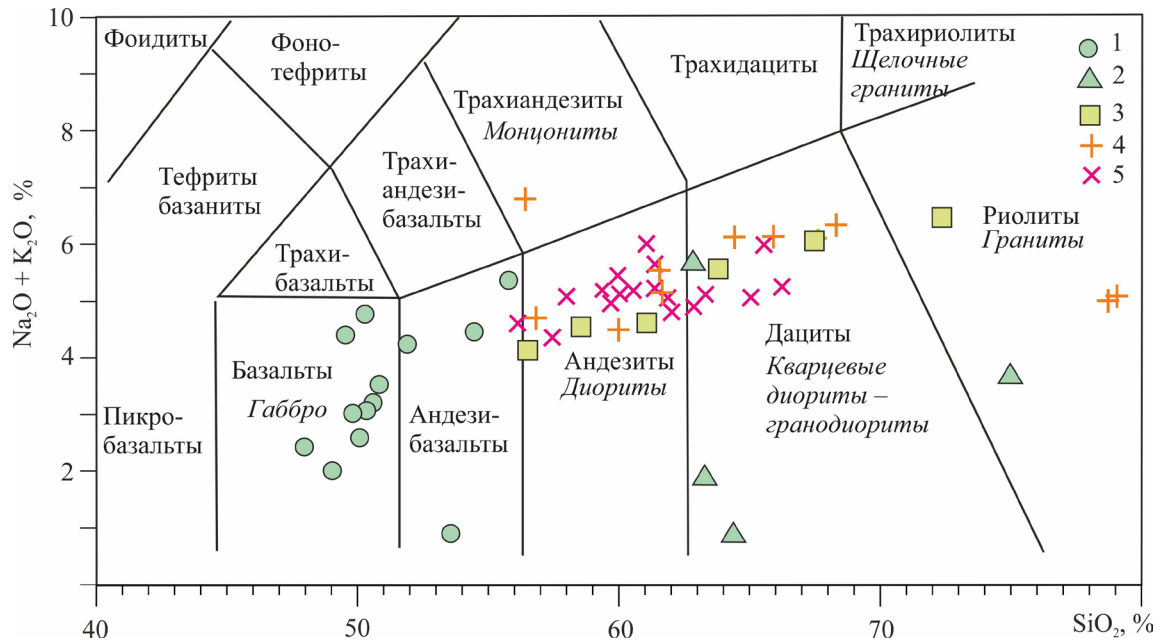


Рис. 2. Классификационная TAS диаграмма $SiO_2-(Na_2O + K_2O)$ [4, 9].

1–2 – Красноуральская зона, красноуральская свита: 1 – базальты и андезибазальты, 2 – дациты и риодациты; 3–5 – Красноуральская зона, красноуральская свита: 3 – андезиты и андезидациты красноуральской свиты, 4–5 – ауэрбаховский комплекс: 4 – диорит-порфиры, гранодиорит-порфиры, адамелит-порфиры, 5 – порфировидные диориты и гранодиориты.

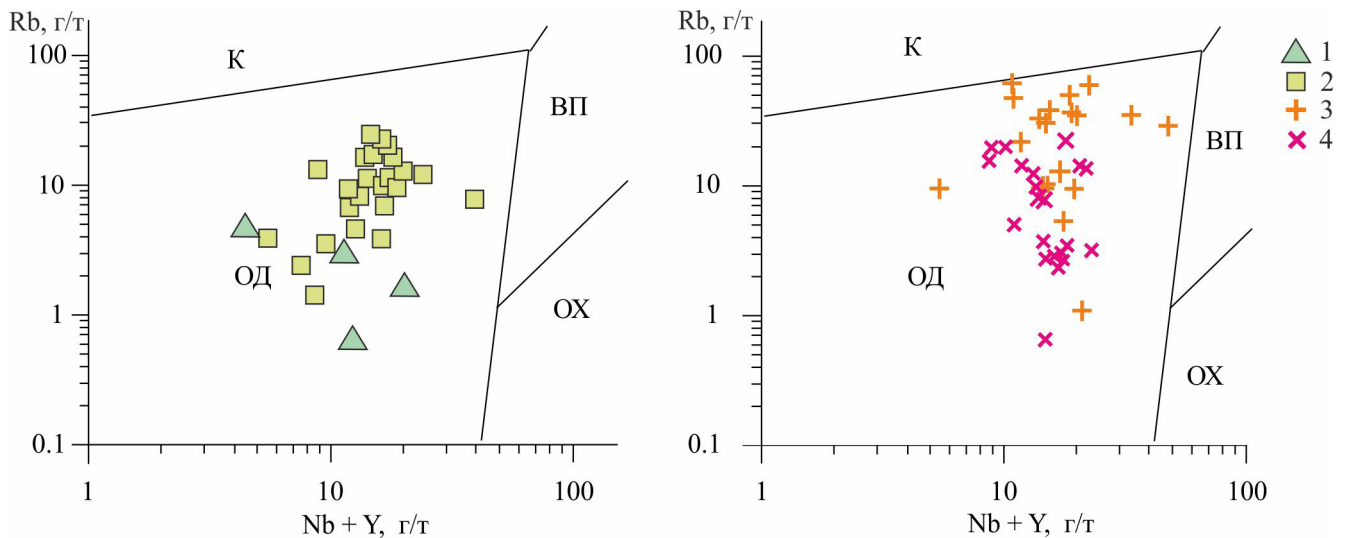


Рис. 3. Диаграмма $(Nb + Y)–Rb$ для пород среднего и кислого состава [10].

Поля геодинамических обстановок: ВП – внутриплитные, ОХ – океанических хребтов, ОД – островных дуг, К – зон коллизии (остальные условные обозначения см. на рис. 2).

щими исследователями (геологические съемки масштаба 1 : 50 000³ (см. также источник, указанный

³ Глушков А.Н., Григорьев А.Г. Отчет Красноуральской геолого-съемочной партии по групповому геологическому доизучению масштаба 1 : 50 000 Красноуральской площади, в пределах листов: О-40-60-В, О-40-72-А, О-41-49-А,В, О-41-61-А,В, проведенному в 1978–85 гг. 1985. ФБУ “ТФГИ по УрФО”.

в сноске 1)) все малые интрузии порфировидных диоритов, гранодиоритов, тоналитов Чадарской площади были отнесены к левинскому комплексу. По результатам исследований значительная часть интрузивных тел отнесена к ауэрбаховскому комплексу D_{1-2} . В составе левинского комплекса остались тела плагиогранитов и тоналитов, залегающие среди образований красноуральской свиты

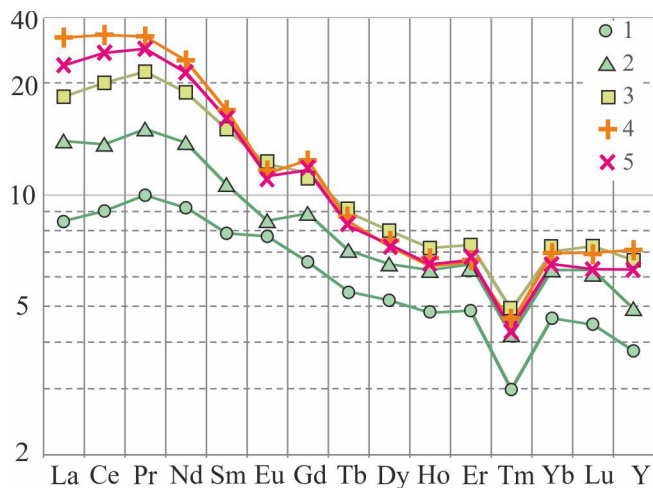


Рис. 4. Распределение РЗЭ в магматических комплексах района, нормировано по хондриту [11].

Условные обозначения см. на рис. 2.

и вскрытые мелкометражными скважинами. Поскольку провести полноценное исследование пород при значительной степени выветривания не представлялось возможным, основным критерием отличия гранитоидов левинского комплекса является пониженный уровень иттрия и иттербия относительно такого более молодых гранитоидов ауэрбаховского комплекса.

Ломовский терреин сложен образованиями краснотуриинской свиты D_1 , представленной в пределах Чадарской площади толщей андезибазальт-андезит-риодацитового состава с резким преобладанием в разрезе андезитов и андезидацитов (табл. 2, см. рис. 2). Породы неравномерно кливажированы по отдельным зонам вплоть до сланцев серицит-хлорит-кварц-альбитовых, эпидот-хлорит-серицит-кварц-альбитовых с разными вариациями. Преобладают мелко-, средне-, сериально-, гломеропорфировые разности андезитов, андезидацитов и дацитов, нередко миндалекаменные с микролитовой, трахитоидной и фельзитовой структурами. В резко подчиненном количестве отмечаются мелкие (до 1 мм) вкрапленники калиевого полевого шпата. В ряде случаев устанавливаются туфоподобные вулканокластические разности агломератово-лапиллиевой размерности, которые, как правило, сильнее рассланцованы и могут быть как туфами, так и брекчиями экструзивной природы. Отмечаются маломощные (до первых метров) "прослой" сланцев, которые можно трактовать образованными как по катаклазированным андезитоидам, так и по вулканомиктовым песчанникам существенно андезитового состава.

Во всех геолого-съемочных работах прежних лет (И.И. Зенков, 1979 г.; А.Н. Глушков, А.Г. Григорьев 1985 г.) эти образования включались в состав красноуральской свиты. А.Е. Степановым эти толщи предлагается отнести к краснотуриинской свите

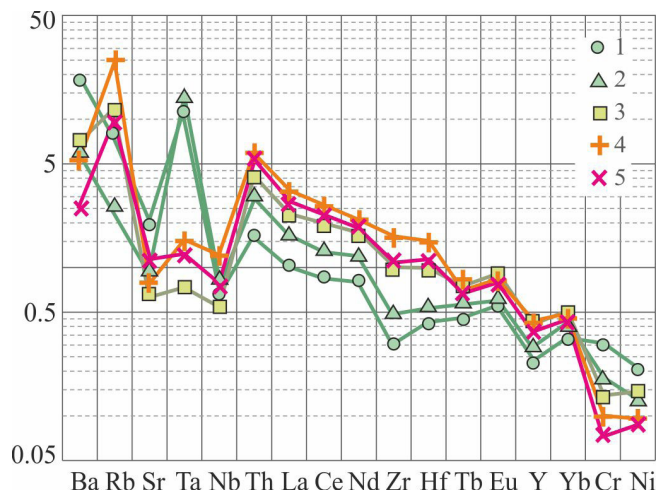


Рис. 5. Распределение редких и рассеянных элементов, нормировано по MORB [8].

Условные обозначения см. на рис. 2.

нижнего девона, исходя как из характера разреза, резко отличающегося от красноуральской свиты, так и из петрогеохимических особенностей пород. Андезиты, андезидациты и дациты в отличие от вулканитов красноуральской свиты характеризуются калиево-натровой специализацией и относятся к известково-щелочной серии. На дискриминационной диаграмме $(Nb + Y) - Rb$ (см. рис. 3) андезиты располагаются к верхней части поля островодужной серии, что, возможно, свидетельствует об их окраинноконтинентальной природе. Андезиты, андезидациты и дациты характеризуются высоким фоном РЗЭ (рис. 4), повышенным содержанием Rb, Zr, Th (рис. 5).

Особенностью андезит-дацитовой толщи, слагающей Ломовский терреин, является тесная ассоциация с образованиями ауэрбаховского комплекса D_{1-2} , слагающих тела порфировидных диоритов и гранодиоритов, гранодиорит-порфиров, и адамелит-порфиров, залегающих главным образом среди вулканитов краснотуриинской свиты, в меньшей степени отложенный красноуральской свиты. Скважинами не выявлено резких контактовых взаимоотношений между лавоподобными андезитами, андезидацитами и гранодиорит-порфирами, за исключением отдельных тектонических контактов. Переход андезитов эффузивного облика к гранодиорит-порфирам "размытый", часто с появлением и увеличением количества гломеропорфировых образований в эффузивах вплоть до появления полнокристаллических разностей. Андезиты, андезидациты, гранодиорит-порфиры и гранодиориты представляют собой единый вулканоплутоновый комплекс, что подтверждается полевыми наблюдениями и схожестью петрогеохимических характеристик магматических образований ауэрбаховского комплекса и краснотуриинской свиты.

Таблица 2. Состав андезидацитов краснотурьинской свиты и гранодиорит-порфиров ауэрбаховского комплекса (Чадарский район)

Компонент	Номер образца										
	C-2/35	C-2/15	C-77/31	C-77/30	25a4/8	C-8/18	C-8/21	C-77/35	C-77/46	C-79/140	C-79/141
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	56.54	58.59	63.62	67.60	72.40	68.29	61.82	56.81	64.41	56.42	61.38
MgO	5.37	5.85	3.04	2.11	0.54	2.21	2.62	5.63	1.90	2.68	2.50
TiO ₂	0.66	0.68	0.75	0.61	0.27	0.46	0.62	0.69	0.59	0.64	0.53
Fe ₂ O ₃ _{общ}	8.06	8.15	8.05	6.56	3.54	4.07	6.32	8.74	6.29	6.42	6.70
Al ₂ O ₃	18.67	17.08	15.14	14.33	13.06	14.26	15.35	15.75	14.27	16.92	15.24
CaO	1.14	0.93	1.30	0.80	1.80	0.51	0.42	2.89	3.51	5.26	3.90
Na ₂ O	1.88	3.46	5.18	5.58	5.76	5.36	3.38	4.27	5.68	5.96	4.28
K ₂ O	2.25	1.08	0.33	0.52	0.67	1.00	1.76	0.43	0.41	0.83	1.31
P ₂ O ₅	0.14	0.16	0.17	0.12	0.02	0.12	0.10	0.13	0.12	0.17	0.10
MnO	0.07	0.23	0.14	0.11	0.06	0.06	0.05	0.16	0.09	0.13	0.12
П.п.п.	5.30	3.80	2.30	1.70	2.20	2.80	5.20	4.50	2.80	4.70	4.00
Сумма	100.08	100.00	100.02	100.04	100.30	99.10	97.60	100.01	100.06	100.13	100.06
Li	2.10	2.42	3.02	4.00	1.86	1.50	1.90	6.79	3.26	2.54	2.40
Be	0.34	0.27	0.32	0.64	0.44	0.46	0.66	0.57	0.52	0.39	0.35
Sc	10.48	13.69	10.96	17.95	9.56	11.52	14.61	25.22	14.45	14.47	13.90
Ti	3307.61	3575.70	3432.78	4105.66	1318.17	3604.60	4618.67	3886.39	3954.11	3279.32	2403.84
V	120.40	129.96	112.01	124.74	20.55	69.70	125.75	191.37	118.45	89.99	107.75
Cr	23.51	34.42	13.66	19.88	11.05	15.80	25.85	116.72	18.65	8.77	16.17
Co	15.42	12.86	12.16	9.78	19.36	6.63	13.17	24.29	10.45	12.52	10.82
Ni	10.04	13.04	8.16	13.46	6.78	5.28	8.90	29.78	10.26	7.06	8.49
Rb	4.55	3.69	1.44	8.88	3.26	35.57	50.07	9.71	1.12	10.26	15.13
Sr	47.36	38.67	66.46	73.24	117.82	91.59	67.96	85.11	79.88	158.38	111.13
Y	10.86	14.05	6.72	10.70	8.51	15.77	16.29	12.74	18.51	13.37	11.91
Zr	116.15	127.31	111.17	154.06	60.31	221.26	149.20	110.54	191.46	97.62	85.29
Nb	1.84	1.96	1.90	2.45	1.30	3.69	2.51	1.59	2.58	1.76	2.55
Cs	0.11	0.05	0.06	0.07	0.19	0.05	0.10	0.08	0.06	0.16	0.21
La	6.19	7.01	3.97	7.87	1.21	11.11	7.01	11.17	6.38	8.97	9.59
Ce	16.90	18.61	8.93	25.07	2.36	28.42	17.01	30.61	16.56	24.15	27.08
Pr	2.65	2.88	1.53	3.90	0.55	4.03	2.90	4.05	2.87	3.59	3.84
Nd	12.00	13.01	6.93	17.71	2.61	16.50	13.80	18.51	13.51	16.59	16.58
Sm	2.71	3.33	1.65	3.58	0.88	3.76	3.63	4.34	3.64	4.00	3.89
Eu	0.70	1.17	0.47	0.89	0.30	0.95	0.93	1.07	0.94	1.07	0.94
Gd	2.72	3.28	1.67	3.53	1.11	3.65	3.63	4.13	3.77	3.76	3.53
Tb	0.41	0.52	0.26	0.44	0.20	0.52	0.55	0.50	0.57	0.53	0.49
Dy	2.39	3.17	1.50	2.24	1.37	3.16	3.21	2.63	3.43	2.98	2.76
Ho	0.50	0.62	0.29	0.44	0.33	0.63	0.63	0.54	0.70	0.59	0.51
Er	1.50	1.88	0.87	1.22	1.09	1.93	1.74	1.54	2.21	1.88	1.48
Tm	0.22	0.27	0.12	0.21	0.17	0.30	0.27	0.21	0.32	0.27	0.20
Yb	1.49	1.68	0.77	1.36	1.16	2.06	1.67	1.59	2.26	1.84	1.50
Lu	0.21	0.26	0.12	0.22	0.19	0.31	0.24	0.26	0.34	0.28	0.21
Hf	3.68	3.85	3.48	4.26	1.91	4.79	4.14	3.06	5.31	3.25	2.61
Ta	0.17	0.13	0.15	0.20	0.12	0.33	1.70	0.12	0.19	0.12	0.14

Примечание. 1–2 – микроклин-плагиофировые андезиты (район пос. Балакино), 3–4 – плагиофировые дациты (р. Ломовка), 5 – окварцеванный дацит (район пос. Балакино), 6–7 – гранодиорит-порфиры (район пос. Балакино), 8–11 – гранодиорит-порфиры западной эндоконтактовой зоны Балакинского массива (р. Ломовка). Аналитика выполнена в ИГТ УрО РАН.

В составе интрузивных тел устанавливаются порфировидные гранодиориты, адамелиты, их порфировые разности, реже роговообманковые диориты, кварцевые диориты (табл. 2, 3). В центральных частях тел преобладают мелко- и среднезернистые порфировидные разности, редко крупнозернистые. Характерно, особенно для центральных частей интрузивных тел, развитие гранофировых, микропегматитовых структур.

Порфировые разности (гранодиорит-порфиры, адамелит-порфиры) чаще всего слагают периферийные зоны интрузивных тел и представлены породами с вкрапленниками плагиоклаза, реже калиевого полевого шпата до 2–3 мм, в основной массе различной степени раскристаллизованности от тонко- до мелкозернистой с панидоморфно-зернистой, иногда долеритоподобной микроструктурами.

Таблица 3. Состав порфиридных гранодиоритов ауэрбаховского комплекса (Чадарский район)

Компонент	Номер образца									
	C-77/54	C-77/78	C-77/100	C-79/124	C-79/125	C-79/146	C-79/151	C-79/169	C-79/170	C-79/178
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	65.54	63.33	60.55	65.05	66.26	62.87	61.83	56.14	59.43	61.41
MgO	1.66	2.57	3.35	1.52	0.99	3.17	3.24	4.09	3.17	2.32
TiO ₂	0.58	0.55	0.65	0.47	0.47	0.55	0.57	0.62	0.63	0.59
Fe ₂ O ₃ общ	6.11	6.32	8.51	5.80	7.44	6.48	7.72	8.10	8.06	7.54
Al ₂ O ₃	13.59	14.03	14.52	12.65	10.74	14.06	14.52	15.09	15.03	14.79
CaO	2.94	5.24	3.99	4.61	4.69	4.75	4.22	5.54	4.09	4.02
Na ₂ O	5.40	4.85	4.90	4.05	4.80	4.62	4.87	3.30	4.19	3.93
K ₂ O	0.62	0.28	0.29	1.02	0.45	0.28	0.22	1.30	0.96	1.26
P ₂ O ₅	0.09	0.12	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11
MnO	0.10	0.11	0.09	0.10	0.10	0.13	0.13	0.15	0.10	0.10
П.п.п.	3.50	2.60	3.10	4.70	4.00	3.10	2.60	5.80	4.50	4.10
Сумма	100.13	100.01	100.08	100.07	100.04	100.11	100.02	100.22	100.26	100.18
Li	3.33	2.23	2.78	1.69	0.89	2.91	2.47	3.36	2.72	2.36
Be	0.37	0.34	0.35	0.28	0.18	0.34	0.29	0.32	0.31	0.33
Sc	14.88	14.69	19.08	12.26	8.90	15.46	16.98	19.01	16.56	13.93
Ti	3783.90	2847.55	3473.05	2342.51	1970.23	2677.01	2576.23	2688.24	2789.31	2738.72
V	101.87	101.18	143.67	90.12	50.02	104.11	101.36	125.60	115.88	103.44
Cr	38.85	16.99	8.16	32.20	13.79	13.65	15.25	21.24	14.22	14.47
Co	10.97	11.11	14.81	13.46	15.49	12.34	13.75	15.42	12.42	14.65
Ni	21.51	10.89	10.78	13.74	9.19	11.05	10.99	15.43	9.66	8.88
Rb	13.56	2.93	3.46	11.02	5.01	3.03	2.31	14.51	9.78	12.26
Sr	105.90	178.25	183.39	108.47	122.27	204.93	199.20	117.06	112.76	102.13
Y	18.48	14.47	16.35	7.59	9.47	15.67	15.64	9.73	11.47	11.11
Zr	175.79	69.39	52.60	75.19	76.45	72.42	64.51	68.54	86.58	97.73
Nb	2.29	1.75	1.70	1.55	1.46	1.77	1.61	1.90	2.05	2.25
Cs	0.12	0.06	0.07	0.24	0.11	0.07	0.11	0.26	0.15	0.18
La	10.49	9.90	11.06	9.31	8.34	9.77	9.10	7.08	9.19	8.85
Ce	28.87	26.88	29.29	25.53	22.77	26.45	25.29	20.57	25.13	23.68
Pr	3.93	3.85	4.19	3.65	3.36	3.88	3.68	3.04	3.66	3.50
Nd	17.87	16.35	17.65	15.69	14.96	17.13	16.14	13.14	16.53	15.82
Sm	4.15	3.97	4.56	3.82	3.58	3.93	3.99	3.42	3.90	3.70
Eu	1.02	0.96	1.21	0.94	1.01	1.05	1.03	0.98	1.02	0.94
Gd	4.47	3.77	4.13	3.17	3.19	3.86	3.91	3.13	3.60	3.39
Tb	0.56	0.54	0.62	0.36	0.40	0.57	0.57	0.44	0.48	0.44
Dy	3.49	3.18	3.67	1.89	1.98	3.39	3.32	2.42	2.54	2.47
Ho	0.70	0.66	0.73	0.33	0.39	0.66	0.67	0.45	0.50	0.49
Er	2.21	1.79	2.12	1.07	1.19	1.91	1.88	1.33	1.56	1.45
Tm	0.32	0.25	0.30	0.17	0.17	0.26	0.28	0.19	0.23	0.22
Yb	2.22	1.70	1.83	1.18	1.19	1.62	1.73	1.32	1.57	1.60
Lu	0.34	0.23	0.26	0.18	0.19	0.23	0.24	0.20	0.24	0.25
Hf	4.99	2.45	1.94	2.35	2.44	2.38	2.30	2.29	3.03	3.27
Ta	0.16	0.13	0.13	0.10	0.12	0.14	0.12	2.05	0.17	0.18

Примечание. 1–10 – Балакинский гранодиоритовый массив (Ломовское золотопорфировое проявление). Аналитика выполнена в ИГТ УрО РАН.

Петрогеохимическая характеристика диорит-гранодиоритового комплекса очень близка к характеристике андезитов и андезидацитов краснотурьинской свиты (см. рис. 2, 3). Породы характеризуются высоким фоном РЗЭ, повышенными содержаниями Rb, Zr, Th, что хорошо видно на спайдер-диаграммах (рис. 5, 6). Повышенные значения Y и Yb, даже установленные обычным приближенно-количественным спектральным анализом, помогают при картировании образований комплекса. На

дискриминационной диаграмме (Nb + Y)–Rb гранодиориты и их порфиновые аналоги попадают в верхнюю часть поля островодужных образований (см. рис. 4). В порфиридных гранодиоритах выявлено золотопорфировое проявление Ломовское, представляющее собой штокверковую зону с минерализацией золототеллуридного типа.

Таким образом, в геологическом строении южной части Восточно-Тагильского сегмента в альтернативу принятым ранее схемам устанавливаются

два блока, разных по составу и строению. В западной части сегмента выделяется блок (Чадарский), который сложен преимущественно слабодифференцированным комплексом, в составе которого преобладают базальты, андезибазальты и их обломочные и туфовые фациальные разности, в верхней части разрезов ассоциирующие с риолитами, дацитами, андезидацитами и мелкими субвулканическими телами плагиогранитов. Восточнее располагается блок (Ломовский), который сложен вулканоогенными накоплениями андезит-риодацитового комплекса, которые включают комагматичные ему интрузии габбро-диорит-гранодиоритовой серии, образующие в совокупности вулканоинтрузивные ассоциации. По фациальным, петрохимическим и изотопно-геохимическим параметрам образования слабодифференцированного комплекса сопоставимы с продуктами надсубдукционных раннеостроводужных ассоциаций. По этим же параметрам образования вулканоинтрузивной ассоциации, включающей накопления андезит-риодацитового комплекса с интрузиями габбро-диорит-гранодиоритовой серии, отвечают продуктам надсубдукционных вулканоинтрузивных поясов композитных континентальных окраин.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ИГГ УрО РАН В.М. Нечухину, Е.Н. Волчек за ценные консультации, сотрудникам Чадарской партии УГСЭ Е.Л. Черепанову, Е.Р. Колганову за помощь в работе.

Исследования выполнены при финансовой поддержке программы УрО РАН (проект № 15-18-5-20).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Знаменский Н.Д.* Гранитоиды габбровой формации Урала. Тр. ИГ УФ АН СССР. Вып. 71. Свердловск, 1966. 145 с.
2. Легенда Среднеуральской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации в масштабе 1 : 200 000 / Ред. В.В. Шалагинов. Екатеринбург, 1998. 156 с.
3. *Нечухин В.М., Волчек Е.Н.* Схема тектоно-геодинамического районирования Урало-Тимано-Палеоазиатского сегмента Евразии // Ежегодник-2013. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып.161. 2014. С. 90–94.
4. Петрографический кодекс России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Издание второе, переработанное и дополненное. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. 200 с.
5. *Санько Л.А., Степанов А.Е.* Новые данные по петрографии, металлогении и геодинамической позиции вулканоогенных комплексов Чадарского рудного района (Средний Урал) // Петрография магматических и метаморфических горных пород: мат-лы XII Всерос. петрограф. совещ. с участием зарубежных ученых. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. С. 244–246.
6. *Степанов А.Е., Санько Л.А.* Геолого-поисковая модель полиформационного золото-сульфидного оруднения Чадарского рудного поля (Средний Урал) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. Сб. науч. ст. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2015. С. 262–271.
7. *Червяковский Г.Ф.* Среднепалеозойский вулканизм Восточного склона Урала. М.: Наука, 1972. 258 с.
8. *Bevins R.E., Kokelaar B.P., Dunkley P.N.* Petrology and geochemistry of lower to middle Ordovician igneous rocks in Wales: a volcanic arc to marginal basin transition // Proc. Geol. Ass. 1984. V. 95. P. 337–347.
9. *Le Maitre R.W.* A Proposal by the IUGS Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks for a Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali – Silica (TAS) Diagram // Australian J. Earth Sci. 1984. V. 31. P. 243–255.
10. *Pearce J.A., Harris N.B.W., Tindle A.G.* Trace element distribution diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks // J. Petrol. 1984. V. 25, no. 4. P. 956–983.
11. *Taylor S.R. McLennan S.M.* The continental crust: its composition and evolution. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1985.