

## ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ ПЛАГИОГРАНИТОВ И ТАБАШЕК КОЧКАРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ПЛАСТОВСКИЙ МАССИВ, ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2012 г. Н. С. Бородина, Г. Б. Ферштатер, С. Е. Знаменский\*

Кочкарское золоторудное месторождение разрабатывается уже свыше 150 лет, и все эти годы изучается геология и петрография рудного поля и окружающего района [1, 3, 6, 9 и др.] Эти ставшие классическими петрографические исследования в основном и используются в современных сводках [2, 5], хотя они произведены около 50 лет назад, до появления новейших методов геохронологии и геохимического анализа, а также микронзондовых исследований. Недавно нами предпринята попытка изменить это положение. В работе [8] приведены первые данные о возрасте полигенной и полихронной популяции цирконов из пород Пластовского массива, выполненные на ионном микрозонде и современная геохимическая характеристика пород, полученная с помощью метода ICP-MS. **Дальнейший шаг в этом направлении** – исследование главных породообразующих минералов на микроанализаторе; полученные результаты приводятся ниже. Анализы были выполнены на микроанализаторе САМЕСА SX-100 (аналитик В.В. Хиллер). Пробы плагиогранитов и табашек были отобраны в эксплуатационных выработках в северной части Кочкарского месторождения (жилы: Дегтяро-Кузнецовская, Юбилейная, Покровская, Центральная, Северо-Александровская, Южно-Александровская, Суторминская, Сретен-

ская) на глубинах 460–560 м [4]. Плагиограниты – серые мелкозернистые породы массивной текстуры. Структуры разнообразны: 1) равномернозернистые, 2) порфиоровидные, с более крупными выделениями кварца и/или плагиоклаза, окруженными катаклазированным мелкозернистым агрегатом породообразующих минералов. В состав пород, кроме того, входят биотит, мусковит, решетчатый микроклин (в подчиненном количестве), хлорит, эпидот, ильменит, сульфиды, апатит.

Табашки – дайки лампрофиров, преобразованные метаморфическими и метасоматическими процессами в существенно биотитовые или биотит-амфиболовые породы, в рыхлом состоянии похожие на табак (за что и получили местное, ставшее общепринятым название). Это – мелко-тонкозернистые массивные или порфиоровидные породы; в них более крупные выделения амфибола и/или биотита окружены тонкозернистым кварц-плагиоклаз-биотитовым агрегатом, с карбонатом и серицитом.

Рассмотрим особенности породообразующих минералов.

Составы *плагиоклазов*, занимающих разное структурное положение в гранитах, близки между собой и отвечают альбит-олигоклазу № 12–20 (табл. 1). Колебание содержаний анортитово-

**Таблица 1.** Состав плагиоклаза (% An) в породах Пластовского массива

N пробы	Элементы структуры	
	Крупные и средние зерна, иногда зональные	Мелкие зерна и включения в bt* и kfsp**
	<i>Граниты</i>	
9	12, 13	18, 19
26	[17–13], [19–14], [17–11]	18
27	(11, 18, 3)	19, 11, 20, 13, 5, 3**, 9**, 7**
31	[13–8], (11, 13), (16, 17, 13, 17), (16, 17), 18	14, 17, 10, 17*, 17*, 15*
35	[12–8], (17, 16), 14, (13, 13, 13), (13, 14, 14)	16, 16, 10, 16, 5, 11
	<i>Табашки</i>	
5	(49, 38), (23, 23), 43, 40, 43	
24	[25–32]	
32	(28, 36), (29, 36), 39, 38, (29, 36), (28, 36), (22, 21)	37, 24
36	[77–59], [29–40], [33–10], (49, 54), 46	
39	(60, 75), 47, 50, 27, 77	
K1852	[25–21], 23	23, 19, 24, 21*, 23*

Примечание. В квадратных скобках показаны составы в зональных зернах, в круглых – участки в одном и том же зерне. bt и kfsp – биотит и калиевый полевоый шпат.

\* Институт геологии Уфимского научного центра РАН

**Таблица 2.** Состав (мас. %) биотита в гранитах (1–7) и табашках (8–19) Пластовского массива

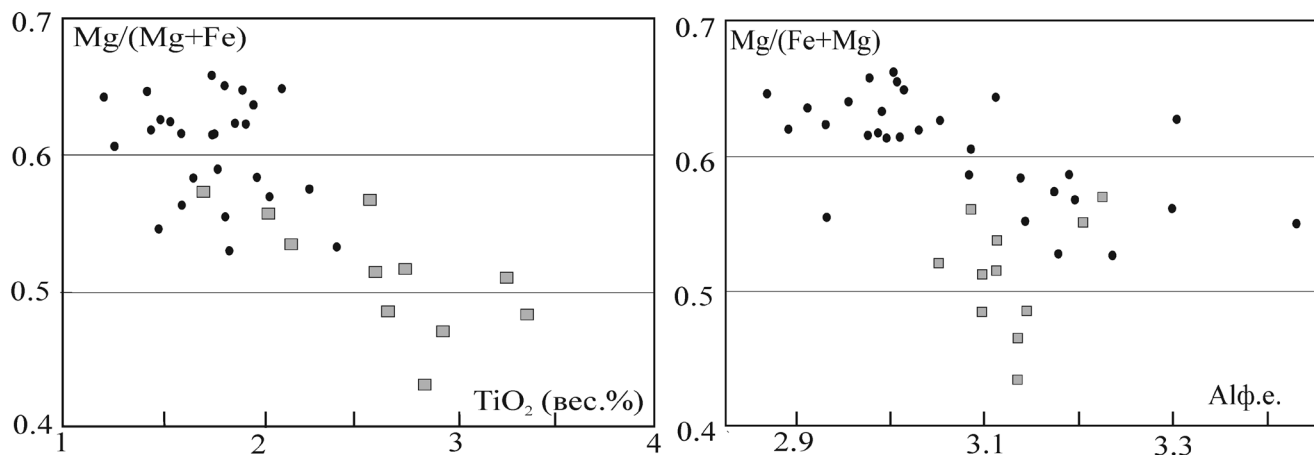
№	проба	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total	Mg/(Mg + Fe)
1	9-2	36.38	2.72	16.28	0.04	17.42	0.36	10.40	0.00	0.07	9.98	93.66	0.52
2	9-7*	36.42	2.16	16.34	0.01	16.97	0.43	10.93	0.00	0.06	10.25	93.58	0.53
3	26-3	36.58	3.36	16.52	0.12	17.67	0.37	9.18	0.00	0.04	9.81	93.65	0.48
4	26-5*	36.26	2.62	16.21	0.00	18.67	0.42	9.84	0.00	0.04	9.92	93.97	0.48
5	35-2	35.48	2.85	16.39	0.02	20.98	0.45	8.87	0.01	0.07	10.07	95.18	0.43
6	31-7	36.33	2.53	16.26	0.08	16.10	0.32	11.73	0.03	0.13	9.67	93.19	0.56
7	31-3	36.80	1.70	17.22	0.22	16.22	0.33	12.13	0.02	0.07	9.62	94.32	0.57
8	K1852-6*	37.67	1.21	15.99	0.08	14.09	0.14	14.25	0.02	0.10	9.86	93.41	0.64
9	7-1/2	37.42	1.78	16.47	0.00	15.63	0.09	12.62	0.00	0.10	9.82	93.94	0.59
10	7-1/5*	36.85	1.66	17.06	0.02	15.96	0.13	12.47	0.00	0.07	10.07	94.29	0.58
11	5-3	37.07	1.61	17.63	0.00	16.08	0.07	11.66	0.00	0.20	9.59	93.91	0.56
12	24-3/1	37.96	1.60	16.17	0.14	14.91	0.16	13.49	0.00	0.10	9.99	94.52	0.62
13	24-3/2*	37.72	1.51	16.33	0.20	14.23	0.06	13.32	0.01	0.05	9.70	93.11	0.63
14	29-3	38.34	2.11	15.58	0.16	13.84	0.24	14.37	0.00	0.10	9.89	94.62	0.65
15	29-4*	38.07	1.42	16.88	0.17	13.67	0.15	13.99	0.02	0.09	9.94	94.39	0.65
16	36-1*	35.53	1.49	16.28	1.60	16.26	0.33	10.99	0.07	0.05	9.41	92.00	0.55
17	36-4	35.99	2.39	16.57	0.01	16.93	0.29	10.81	0.01	0.05	9.72	92.76	0.53
18	32-2	36.87	1.82	15.48	0.12	17.34	0.19	12.24	0.01	0.05	9.94	94.05	0.56
19	32-3	36.81	1.96	15.22	0.23	13.79	0.18	13.48	0.03	0.06	9.58	91.35	0.64

Примечание. Звездочкой помечены мелкие по размеру зерна.

го компонента в зональных зернах не превышает 5 номеров. Зональность прямая. В случае порфировидных гранитов важно отметить сходство составов плагиоклазов из среднезернистой части пород и из мелкозернистого агрегата, что позволяет считать последний продуктом катаклаза, а не начальных этапов мигматизации [10]. В фемических дайках плагиоклаз в соответствии с химизмом пород отвечает по составу олигоклаз-андезину (табл. 1), с более резкой, чем в гранитах, зональностью, иногда имеющей обратный характер. Встречающийся в мелких округлых миндалевидных зернах лабрадор-битовнит, по-видимому, является продуктом метаморфизма.

*Биотит*, главный фемический минерал гранитов и табашек, относится к ряду сидерофилит-ис-

тонит. Образует как сравнительно крупные (0.5–1 мм) субидiomорфные зерна, так и мелкие, неправильной формы. Состав тех и других в одном и том же образце близок, но при этом более мелкие зерна, как правило, отличаются меньшим содержанием Ti (табл. 2). В то же время составы биотита в гранитах и табашках заметно различаются. В гранитах он имеет более высокое содержание титана и пониженную магнезиальность. Значение магнезиальности и содержания алюминия в биотите связаны обратной корреляцией (рис. 1). Изменение этих параметров, особенно ярко проявленное в табашках, по-видимому, обусловлено метасоматическими преобразованиями. Магнезиальный, бедный титаном и глиноземом биотит в табашках и плагиогранитах образован, судя по форме его выделений и вза-



**Рис. 1.** Диаграммы Mg/(Mg + Fe)–TiO<sub>2</sub> и Mg/(Mg + Fe)–Al<sub>ф.е.</sub> для биотита из плагиогранитов (серые квадраты) и табашек (точки).

Таблица 3. Состав амфибола (мас. %) в породах Пластовского массива

	Проба	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total	Mg/(Mg+Fe)
1	32	50.48	0.23	5.83	11.48	0.36	14.86	12.51	0.61	0.24	96.74	0.70
2	K1852-6/3	44.66	0.53	10.55	13.90	0.39	12.31	11.73	1.35	0.42	95.85	0.61
3	K1852-6/4	43.49	0.63	12.67	14.60	0.47	10.96	11.59	1.48	0.44	96.34	0.57
4	K1852-4	44.37	0.47	11.92	13.80	0.56	11.43	11.43	1.60	0.38	96.04	0.60
5	10-1-3	46.44	0.30	8.26	19.03	0.14	9.79	11.81	1.24	0.22	97.26	0.48
6	10-3	44.04	0.38	9.35	22.19	0.19	8.22	11.78	1.55	0.24	98.09	0.40
7	10-6	42.17	0.29	14.30	20.77	0.19	6.15	11.27	1.61	0.71	97.61	0.35
8	10-1-1	45.19	0.29	10.16	19.35	0.16	8.76	12.02	1.30	0.27	97.51	0.45
9	12-1-2	46.29	0.30	8.61	18.43	0.16	9.92	11.90	1.21	0.20	97.04	0.49
10	12-2-3	45.89	0.32	8.92	18.71	0.16	9.60	11.91	1.31	0.20	97.05	0.48
11	12-3-1	46.73	0.26	8.41	18.20	0.15	10.09	12.04	1.09	0.19	97.21	0.50
12	12-3-2	48.79	0.27	5.88	17.30	0.10	11.50	12.10	0.82	0.12	96.87	0.54
13	12a-5-2	53.26	0.06	3.23	14.65	0.18	13.76	12.52	0.45	0.08	98.20	0.63
14	12a-2-2	48.12	0.19	6.14	17.84	0.17	11.31	12.14	0.98	0.15	97.07	0.53

Примечание. 1–4 – табашки, 5–14 – амфиболовые гнейсы (ксенолиты в эндоконтакте массива).

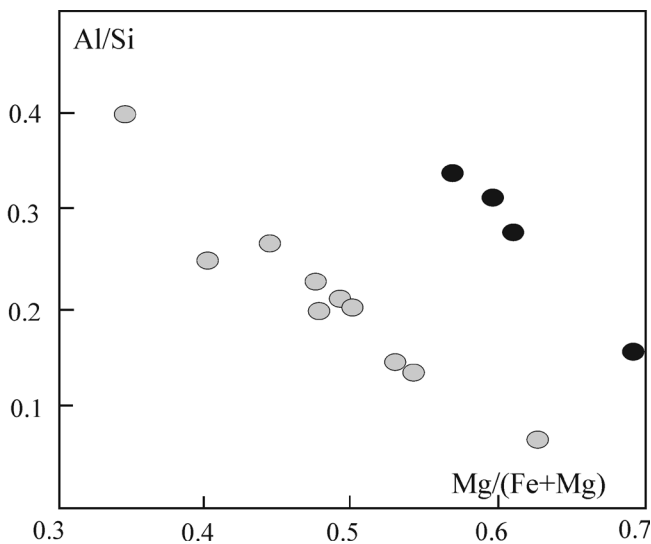


Рис. 2. Диаграмма Al/Si–Mg/(Mg + Fe) для амфибола из табашек (черные точки) и гнейсов (серые точки).

имоотношениям с другими минералами, в результате метасоматических преобразований первичного биотита и амфибола.

В изученных плаггиогранитах амфибол отсутствует. Состав амфибола определен в табашках, а также в амфиболовых гнейсах, образующих крупные ксенолиты в юго–восточном эндоконтакте Пластовского массива (район реки Осейка). Гнейсы – мезократовые мелкозернистые породы, в составе которых наряду с амфиболом присутствует альбит–олигоклаз № 16–18, иногда с каймами альбита, кварц, редко калишпат–пертит, эпидот. По составу амфибол соответствует, в основном, роговой обманке. Исключение составляет анализ 1 в табл. 3 (эденит) и анализ 14 (актинолит). В амфиболе глиноземистость также падает с ростом магнезиальности, как и в биоти-

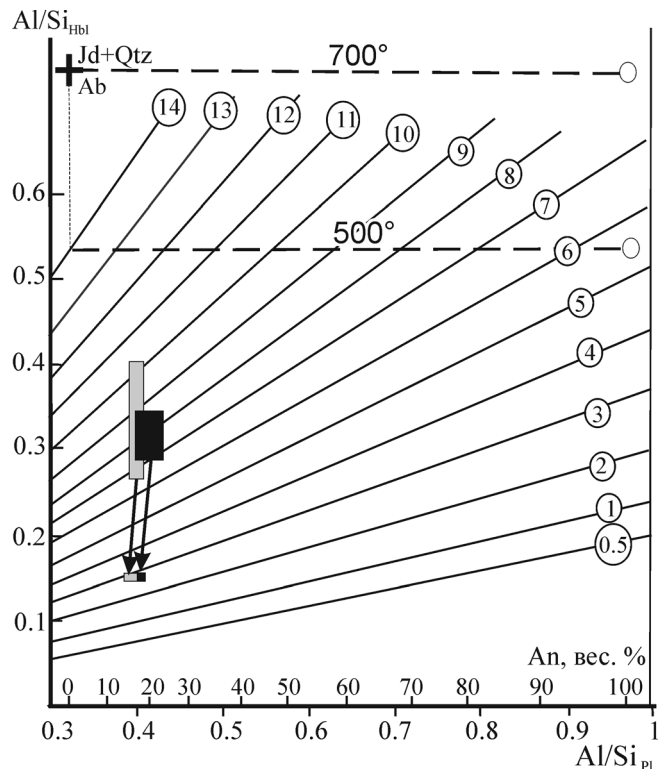


Рис. 3. Диаграмма Al/Si<sub>амп</sub>–Al/Si<sub>пл</sub> – амфибол–плаггиоклазовый барометр – [7] для амфиболов из табашек (черные прямоугольники) и гнейсов (серые прямоугольники). Линиями соединены прямоугольники, отвечающие давлению при первичной кристаллизации (7–8 кбар для табашек и 7–10 – для гнейсов) и при метасоматическом преобразовании пород (3 кбар).

те (табл. 3, рис. 2). В табашках магнезиальность амфибола значительно выше, чем в гнейсах. Судя по амфибол–плаггиоклазовым парагенезисам [7], метаморфические преобразования пород, которые предшествовали гидротермальным метасома-

**Таблица 4.** Состав мусковитов из пород Пластовского массива (мас. %)

	Проба	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Сумма
1	09-1	45.51	1.17	32.07	3.49	0.02	1.08	0.00	0.38	10.93	94.65
2	09-4	45.12	1.04	31.34	3.95	0.06	1.08	0.00	0.33	11.08	94.02
3	27-2	50.53	0.20	29.86	2.37	0.00	1.49	0.21	1.86	9.80	96.40
4	27-4	45.14	0.33	33.85	2.91	0.01	0.99	0.00	0.35	10.76	94.36
5	35-1	45.00	0.40	30.95	3.94	0.00	1.99	0.00	0.15	11.34	93.79
6	31-9	46.43	0.37	30.01	3.00	0.04	1.81	0.02	0.26	10.88	93.10
7	7-1/3	47.20	0.55	31.38	2.55	0.00	1.82	0.06	0.23	10.33	94.31
8	7-1/4	48.23	0.00	30.11	2.96	0.04	2.37	0.00	0.14	11.14	95.01
9	7-1/6	46.89	0.30	31.95	2.48	0.13	1.51	0.03	0.27	11.02	94.77
10	5-4	46.44	0.28	33.38	2.75	0.00	1.06	0.00	0.40	10.67	95.04
11	36-1	45.79	0.01	33.64	2.12	0.07	0.94	0.00	0.26	10.73	93.59

Примечание. 1–5 – мусковиты из плагиогранитов, 6–11 – мусковиты из табашек.

**Таблица 5.** Состав эпидота и хлорита в породах Пластовского массива (мас. %)

№	проба	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Сумма
Эпидот											
1	K1852-2	37.73	0.06	23.54	11.24	0.30	0.03	22.39	0.04	0.03	95.53
2	5-1	38.24	0.06	25.96	8.45	0.19	0.04	23.21	0.01	0.01	96.26
3	24-4	37.50	0.15	26.32	6.25	0.08	0.12	21.76	0.05	0.00	92.40
4	36-4	37.73	0.03	24.48	10.04	0.31	0.07	21.75	0.00	0.05	94.51
5	32-1	37.25	0.16	25.01	8.25	0.20	0.03	22.89	0.00	0.01	94.25
6	10-2	38.26	0.09	23.72	11.59	0.06	0.01	23.78	0.00	0.00	97.53
7	12a-1	38.16	0.04	24.39	10.97	0.03	0.02	23.80	0.01	0.01	97.42
Хлорит											
8	9-7	25.84	0.05	19.52	23.19	0.64	15.20	0.02	0.00	0.01	84.51
9	27-3	27.65	0.12	19.49	18.44	0.21	19.81	0.03	0.03	0.06	86.03
10	35-1	24.73	0.17	20.74	27.92	0.64	11.87	0.02	0.01	0.03	86.29
11	7-5	26.26	0.20	20.83	19.01	0.17	19.13	0.07	0.00	0.01	85.75
12	29-3	27.12	0.02	20.62	16.67	0.22	20.43	0.04	0.00	0.00	85.37
13	36-4	25.95	0.04	20.55	21.35	0.49	17.39	0.03	0.00	0.00	85.85
14	32-1	25.94	0.08	20.46	20.60	0.36	17.44	0.03	0.02	0.00	84.99
15	32-5	26.55	0.08	19.22	23.83	0.34	16.44	0.03	0.02	0.00	86.60

Примечание. 1–5 – табашки, 6–7 – амфиболовые гнейсы, 8–10 – граниты, 11–15 – табашки.

тическим, имели место при давлении 7–10 кбар, а метасоматические (и, следовательно, оруденение) – при 3 кбар (рис. 3).

Широко распространенный в плагиогранитах мусковит (табл. 4) имеет стандартный состав, примерно одинаковый в плагиогранитах и табашках. Лишь в некоторых случаях он приближается по составу к фенгиту (анализы 2, 8), что, возможно, свидетельствует о метаморфической природе такого мусковита.

Образование хлорита и эпидота (табл. 5), а также карбоната и части кварца, несомненно, связано с гидротермальной деятельностью, включающей в себя и оруденение.

Проведенное изучение породообразующих минералов магматических пород Кочкарского месторождения показывает, что в их формировании отмечается по крайней мере 3 этапа: 1 – кристаллизация из расплава (это часть плагиоклазов и наиболее титанистые и железистые биотиты), 2 – метаморфическое преобразование пород (при давлении около

7 кбар в условиях амфиболитовой фации) и 3 – метасоматические изменения (около 3 кбар). Последние сопровождаются золото-сульфидное оруденение и представлены как теми же минералами, которыми сложены первичные породы (плагиоклаз, калишпат, биотит, амфибол, мусковит, кварц), но отличающимися по составу, так и отвечающие гидротермальным преобразованиям (эпидот, хлорит, карбонат).

*Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН 12П-5-1024 и гранта РФФИ 12-05-00109.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородаевский Н.И.* Кочкарское золоторудное месторождение // Геология главнейших месторождений СССР. М.: ОБТИ. 1952. Т. III. С. 269–413.
2. *Бортников Н.С.* Геохимия и происхождение рудообразующих флюидов в гидротермально-магматических системах в тектонически активных зонах // Геология

- рудных месторождений. 2006. Т. 48, № 1. С. 3–28.
3. *Грабежев А.И.* Метасоматизм, рудообразование и гранитный магматизм. М: Наука. 1981. 292 с.
  4. *Знаменский С.Е.* Структурные условия формирования коллизионных месторождений восточного склона Южного Урала. Уфа: Гилем, 2009. 348 с.
  5. *Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А.* Месторождения золота Урала. Екатеринбург: УГГГА, 2001. 622 с.
  6. *Спиридонов Э.М.* Минералогия метаморфизованного Кочкарского плутоногенного золото-кварцевого месторождения, Южный Урал. 1. Золото-теллуридные руды // Записки ВМО. Ч. СХХIV. № 6. С. 24–39.
  7. Ферштатер Г.Б. Эмпирический плагиоклаз-рогово-обманковый барометр // Геохимия. 1990. № 3. С. 328.
  8. *Ферштатер Г.Б., Краснобаев А.А., Знаменский С.Е., Бородина Н.С.* Возраст и геохимия Пластовского золотоносного массива // Ежегодник-2008. Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 156. 2009. С. 276–282.
  9. *Яновский В.М., Туголесов Л.Д.* Особенности состава и строения Пластовского массива плагиогранитов // Советская геология. 1961. С. 80–94.
  10. *Hollness M.R., Sawyer E.W.* On the pseudomorphing of melt-filled pores during the crystallization of migmatites // J. Petrol. 2008. V.49, № 7 P. 1343–1363.