

## ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРАНИТОВ ЗЕНКОВСКОГО МАССИВА (СРЕДНИЙ УРАЛ)

А.В. Морозова

**Геологическая позиция и металлогеническая специализация.** Зенковский массив расположен в континентальной зоне Тагило-Мурзинского северо-западного мегаблока (восточная часть Восточно-Уральского поднятия в пределах Среднего Урала). Граниты Зенковского массива прорывают гранодиориты Каменского массива в его юго-западной части. На геологической карте граниты Зенковского массива картируются в виде двух тел, в литературе [Грабежев, 1981; Грабежев и др., 1987] именуемых Зенковским и Кварцевогорским массивами. Геологами Уральской геологосъемочной экспедиции под руководством В.А. Рыбалко они отнесены к малышевскому комплексу. До недавнего времени считалось, что граниты Зенковского массива относятся к группе молодых уральских гранитов гранит-лейкогранитной серии, завершающих гранитоидный магматизм Урала. Результаты исследований последних лет [Смирнов и др., 2005] изменили сложившиеся представления о последовательности формирования магматических комплексов крупнейшего на Урале Мурзинско-Адуйского ареала гранитоидного магматизма. Результаты Rb-Sr-датирования гранитоидов Малышевского массива, соответствующие 277 млн лет [Смирнов и др., 2005], не подтверждают мнения о существовании самостоятельного комплекса лейкогранитов, формированием которого завершился гранитоидный магматизм региона. Возрастной ряд гранитоидных комплексов коллизионного этапа развития, по мнению В.Н. Смирнова и других исследователей, ограничивается тремя типами ассоциаций: малокальцевыми известково-щелочными гранитами, возраст которых 287-275 млн лет, субщелочными (монцодиорит-гранитными и гранит-лейкогранитными) с возрастом 285-275 млн лет и коровыми анатектическими гранитами с возрастным интервалом 260-250 млн лет. По вещественному

составу и металлогенической W-Mo специализации граниты Малышевского массива аналогичны субщелочным гранитам и лейкогранитам Газетинского массива.

Граниты Зенковского и Кварцевогорского массивов были изучены автором в двух карьерах – Зенковском и Кварцевом. Кварцевогорский и Зенковский массивы сформированы в две фазы: 1 фаза – лейкократовые среднезернистые граниты, 2 фаза – лейкократовые граниты с дымчатым кварцем и молибденитом.

Равномернозернистые, среднезернистые лейкократовые граниты первой фазы наблюдались в двух карьерах. По облику эти граниты немного похожи на малышевские, но граниты Малышевского массива обладают ярко выраженной порфировидностью. В южной части Кварцевого карьера вскрыт контакт этих гранитов с гранодиоритами Каменского массива, кроме того, наблюдались ксенолиты каменных гранодиоритов в гранитах.

Лейкократовые граниты второй фазы наблюдались только в Зенковском карьере. Для них характерна молибденит-шеелитовая минерализация, выраженная вкрапленностью молибденита с размером зерен до 4 мм. Граниты второй фазы с вкрапленностью молибденита, прорывающие среднезернистые граниты первой фазы и содержащие их ксенолиты, наблюдались на дне карьера.

На поверхности граниты Зенковского массива выделяются увалистым рельефом (небольшие горки). Было прослежено по этим горкам более 2 км коренных выходов и развалов в искусственных обнажениях (канавках, шурфах) двух фаз массива при преобладании лейкогранитов первой фазы.

**Петрография и петрохимия гранитов.** Граниты первой и второй фаз Зенковского массива представлены мусковитовыми разностями. Калишпат – ортоклаз участками мик-

роклинизирован. Это отличает граниты Зенковского массива от Малышевского, где калиевый полевой шпат – решетчатый микроклин [Вахмянина, 2003]. Плаггиоклаз-An<sub>9-16</sub> имеет зональное строение (рис. 1, 2). В гранитах Зенковского массива очень редко наблюдаются мirmekиты. Акцессорные минералы – апатит, циркон, сфен.

Граниты Зенковского массива на петрохимических диаграммах располагаются в поле 72-76 % SiO<sub>2</sub> (табл. 1, рис. 3). Для гранитов Зенковского массива характерно повышенное содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> около 15 % и очень низкое со-

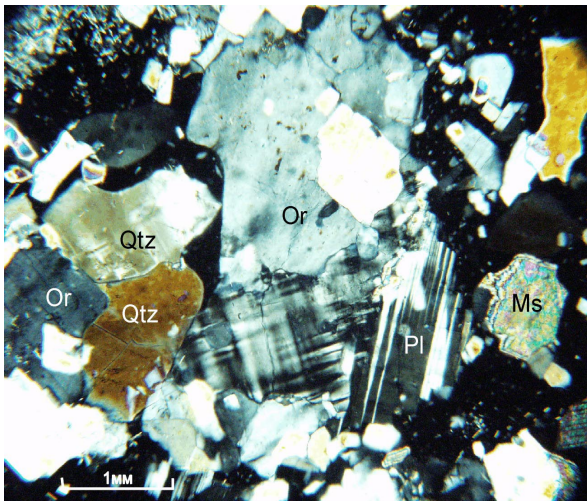


Рис. 1. Гранит Зенковского массива. Николи скрещены. В центре наблюдается зерно ортоклаза, микроклинизированного в нижней части. Ор – ортоклаз, Pl – плаггиоклаз, Qrz – кварц, Ms – мусковит.

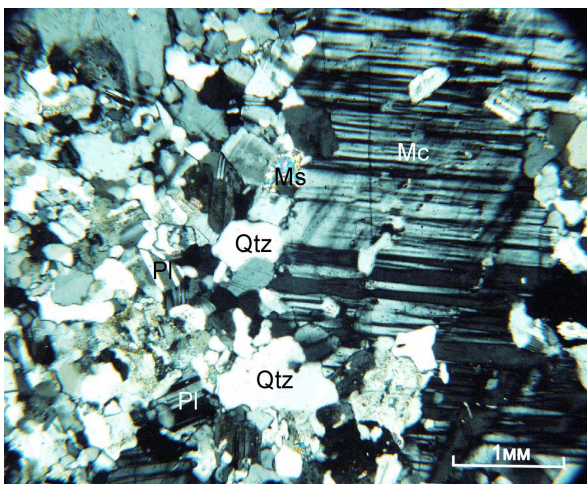


Рис. 2. Гранит Малышевского массива. Николи скрещены. Справа – крупное зерно решетчатого микроклина, слева – тонкозернистый гранобластовый микроклин-альбитовый агрегат. Mc – микроклин, Pl – плаггиоклаз, Qrz – кварц, Ms – мусковит.

держание TiO<sub>2</sub> (0,02-0,04 %). Низкое содержание TiO<sub>2</sub> и высокое содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> объясняется наличием мусковита и отсутствием в их составе биотита.

**Редкие элементы в гранитах.** Граниты Зенковского массива проанализированы на редкие и редкоземельные элементы. Наблюдаются высокие содержания Ce (251 г/т), La (74 г/т), Y (115 г/т), Nb (155 г/т) в гранитах второй фазы, специализированных на молибденит-шеелитовую и редкоземельную минерализацию, по сравнению с содержаниями Ce (65 г/т), La (8,1 г/т), Y (33 г/т), Nb (50 г/т) в гранитах первой фазы (табл. 2). Редкоземельная специализация гранитов второй фазы подтверждена результатами эмиссионно-спектрального анализа, а молибденовая – наличием вкрапленности молибденита.

До последнего времени автор придерживался мнения, что Малышевский и Зенковский массивы входят в состав Каменско-

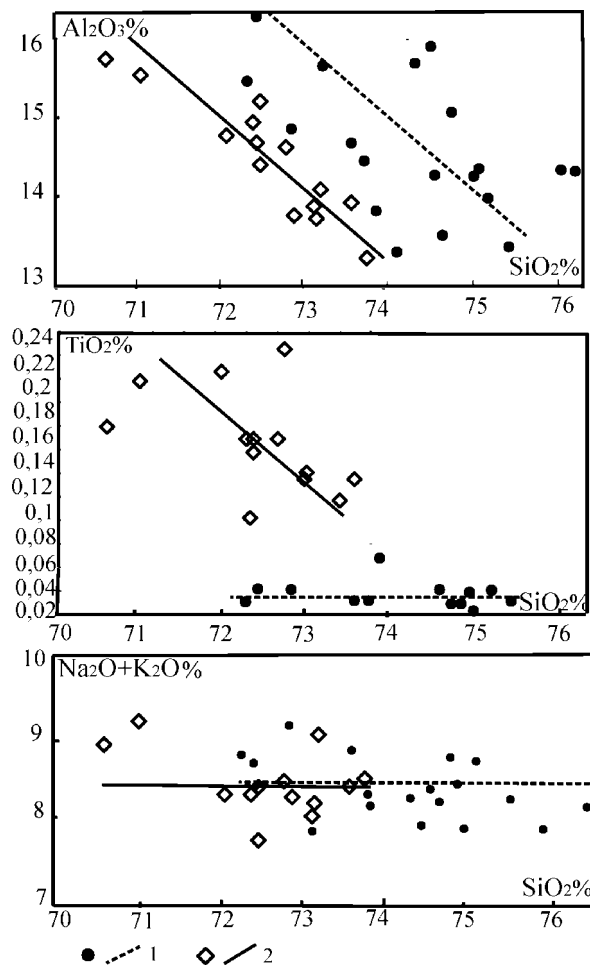


Рис. 3. Вариационные диаграммы для гранитов Зенковского и Малышевского массивов. Тренды и фигуративные точки составов: 1 – Зенковского массива, 2 – Малышевского массива.

Химический состав гранитов Зенковского массива, мас. %

| Компо-<br>ненты                | 1      | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8     | 9     |
|--------------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|                                | Зен-1  | Зен-2 | Зен-3  | Зен-4  | Зен-5  | Зен-6  | Зен-7  | Зен-8 | Зен-9 |
| SiO <sub>2</sub>               | 74,71  | 74,59 | 75,98  | 74,30  | 75,0   | 76,24  | 74,46  | 73,77 | 74,94 |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,03   | 0,04  | –      | –      | 0,02   | 0,03   | 0,02   | 0,03  | 0,04  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15,08  | 14,32 | 15,34  | 15,75  | 15,39  | 14,36  | 15,97  | 14,48 | 14,30 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,10   | 0,28  | 0,32   | 0,63   | 0,75   | 0,63   | 0,75   | 0,20  | 0,19  |
| FeO                            | 0,80   | 0,66  | –      | –      | –      | –      | –      | 1,67  | 0,22  |
| MnO                            | 0,03   | 0,08  | –      | –      | –      | –      | –      | 0,12  | 0,03  |
| MgO                            | 0,25   | 0,19  | 0,17   | 0,61   | 0,35   | 0,27   | 0,20   | 0,15  | 0,07  |
| CaO                            | 0,92   | 0,73  | 0,78   | 1,12   | 1,00   | 0,67   | 0,89   | 0,73  | 0,53  |
| Na <sub>2</sub> O              | 4,38   | 4,37  | 3,91   | 3,69   | 3,90   | 4,10   | 3,97   | 4,60  | 4,96  |
| K <sub>2</sub> O               | 3,82   | 4,02  | 4,02   | 4,58   | 4,00   | 4,05   | 4,00   | 3,77  | 3,50  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,03   | 0,05  | –      | –      | –      | –      | –      | –     | 0,07  |
| П.П.П.                         | 0,21   | –     | 0,32   | –      | 0,04   | 0,08   | –      | 0,22  | –     |
| сумма                          | 100,36 | 99,33 | 100,84 | 100,68 | 100,45 | 100,43 | 100,26 | 99,74 | 99,85 |
| Ас                             | 1,62   | 1,64  | 1,54   | 1,59   | 1,68   | 1,60   | 1,65   | 1,58  | 1,59  |
| (Na+K)/Ca                      | 13,8   | 17,38 | 15,07  | 10,85  | 11,6   | 18,17  | 13,3   | 17,46 | 15,6  |

| Компо-<br>ненты                | 10     | 11     | 12     | 13     | 14     | 15     | 16     | 17    | 18    |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|                                | Зен-10 | Зен-11 | Зен-12 | Зен-13 | Зен-14 | Зен-15 | Зен-16 | 28/1  | 29/1  |
| SiO <sub>2</sub>               | 73,64  | 75,12  | 73,12  | 72,88  | 75,44  | 73,92  | 74,84  | 72,24 | 72,31 |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,03   | 0,04   | 0,01   | 0,04   | 0,03   | 0,07   | 0,03   | 0,027 | 0,038 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 14,55  | 13,89  | 15,73  | 14,91  | 13,44  | 13,89  | 13,50  | 15,46 | 16,59 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,03   | 0,17   | 0,01   | 0,13   | 0,15   | 0,37   | 0,35   | 0,80  | 1,35  |
| FeO                            | 1,15   | 1,20   | 1,41   | 1,57   | 0,88   | 0,88   | 0,35   | 1,11  | 0,45  |
| MnO                            | 0,02   | 0,01   | 0,01   | 0,02   | –      | 0,08   | 0,22   | 0,009 | 0,117 |
| MgO                            | 0,05   | 0,08   | 0,08   | 0,08   | 0,88   | 0,08   | 0,23   | 0,1   | 0,1   |
| CaO                            | 1,29   | 1,00   | 1,73   | 1,06   | 1,42   | 0,97   | 0,65   | 0,97  | 0,65  |
| Na <sub>2</sub> O              | 4,74   | 4,44   | 5,76   | 4,88   | 4,20   | 4,28   | 4,94   | 4,70  | 4,70  |
| K <sub>2</sub> O               | 4,12   | 4,24   | 2,12   | 4,28   | 4,04   | 3,82   | 3,86   | 4,14  | 4,03  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0,02   | 0,01   | 0,06   | –      | 0,02   | 0,01   | 0,05   | 0,02  | 0,02  |
| П.П.П.                         | –      | –      | –      | –      | –      | –      | –      | 0,31  | 0,45  |
| сумма                          | 99,64  | 100,2  | 100,04 | 99,85  | 99,5   | 99,37  | 99,02  |       |       |
| Ас                             | 1,51   | 1,60   | 1,55   | 1,50   | 1,60   | 1,70   | 1,60   |       |       |
| (Na+K)/Ca                      | 10,48  | 13,06  | 17,77  | 13,11  | 13,06  | 12,82  | 20,33  |       |       |

Примечание: 1-9 – граниты средне-мелкозернистые мусковитовые, 10-13 – аляскит среднезернистый, 14-16 – гранит мелкозернистый, 17 – гранит 1 фазы, 18 – гранит 2-й фазы. Кроме собственных материалов, использованы результаты анализов А.И. Грабежева, М.С. Рапопорта [Грабежев и др., 1987, Рапопорт, 1998]. Ас – универсальный параметр магматической кислотности по Л.С. Бородину [1987]; (Na+K)/Ca – классификационный параметр основности в атомных количествах.

Адуйской магматогенной структуры, завершая ее формирование. Результаты Rb-Sr-датирования гранитов Малышевского массива не подтвердили точку зрения о существовании самостоятельного комплекса лейкогранитов, формированием которого завершился гранитоидный магматизм региона [Смирнов и

др., 2005]. Остается окончательно не доказанной генетическая позиция Зенковского редкометального массива Адуйско-Каменской зоны относительно предшествующих водных гранитов. Возможно, что это самостоятельный интрузивный импульс неясного мантийного или корового происхождения. Данные

**Результаты эмиссионного спектрального анализа для гранитов Зенковского массива, г/т**

| Компоненты | 1    | 2    |
|------------|------|------|
|            | 28/1 | 29/1 |
| Ce         | 65   | 251  |
| La         | 8,1  | 74   |
| Zr         | 24   | 18   |
| Yb         | 4,5  | 7,2  |
| Y          | 33   | 115  |
| Sc         | 5    | 38   |
| Cr         | 31   | 20   |
| Co         | 5    | 5    |
| Ni         | 13   | 14   |
| Be         | 7,4  | 9,8  |
| Nb         | 50   | 155  |
| V          | 5    | 5    |
| Ti         | 1,6  | 2,0  |
| Mn         | 2,0  | 25,0 |

Примечание: 1 – граниты 1-й фазы, 2 – граниты 2-й фазы. Анализы выполнены в Институте геологии и геохимии УрО РАН. Аналитик Гладышева Т.В.

Таблица 2

вопросы могут быть решены только при детальных изотопно-геохимических исследованиях, которые планируется произвести в ближайшее время.

#### Список литературы

*Бородин Л.С.* Петрохимия магматических серий. М.: Наука, 1987. 261 с.

*Вахмянина А.В.* Геохимические особенности гранитов Малышевского массива (Средний Урал) // Мат-лы 7-го междунар. науч. симпоз. имени академика М.А. Усова. Томск, 2003. С. 110-112.

*Смирнов В.Н., Иванов К.С., Ронкин Ю.Л. и др.* Результаты К-Ar и Rb-Sr-датирования Малышевского лейкогранитного массива (восточный склон Среднего Урала) // Докл. АН. 2005. Т. 405. № 1. С. 1-5.

*Грабежнев А.И.* Метасоматизм, рудообразование и гранитный магматизм. М.: Наука, 1981. 292 с.

*Грабежнев А.И., Чапухина В.А., Вигорова В.Г.* Геохимические критерии редкометальной рудоносности гранитов (на примере Урала). Свердловск: УНЦАН СССР, 1987. 128 с.

*Рапопорт М.С.* Гранитоиды Урала // Геология и металлогения Урала. Екатеринбург, 1998. С. 120-131.