

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ИХ СВЯЗЬ С ВЕЩЕСТВЕННО-ВОЗРАСТНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ГРАНИТОИДОВ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Харченко Т.А., Съедин В.Т., Валитов М.Г., Терехов Е.П.

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева, г. Владивосток
harchenko@poi.dvo.ru*

В работе приводятся результаты исследования петрофизических свойств (плотности и магнитной восприимчивости) гранитоидов п-ова Муравьева-Амурского и островов Русский и Попова. Острова находятся в непосредственной близости к п-ову и хорошо изучены геологическими методами [1–5]. Исследования включали определения и совместный анализ плотности, магнитной восприимчивости гранитоидов, и сопоставление этих характеристик с минеральным составом пород.

Все исследованные гранитоиды ранее относились к одному позднепермскому седанкинскому гранодиорит-гранитному комплексу [6]. Недавними работами на островах Русский и Попова был выделен и подтвержден данными радиоизотопного анализа средне-позднеюрский островной комплекс [5]. Ранее породы этого комплекса, скорее всего, относили к третьей фазе седанкинского комплекса. И только более детальные исследования позволили разделить образования этих комплексов.

Цель работы: определить эффективность использования петрофизических характеристик для дифференциации разновозрастных гранитоидных комплексов и установить зависимость физических свойств этих пород от их минерального состава.

Позднепермский седанкинский гранодиорит-гранитный комплекс. Породы этого комплекса слагают массивы на п-ове Муравьева-Амурский и островах (в частности, на Русском, Попова), представлены тремя фазами. Первая фаза ($q\delta_1P_2s$) – роговообманковые и биотит-роговообманковые кварцевые диориты, вторая ($\gamma\delta_2-\gamma_2P_2s$) – роговообманково-биотитовые гранодиориты, часто переходящими в биотитовые граниты, третья ($l\gamma_3P_2s$) – штоки, дайки

и жилы лейкократовых гранофировых гранитов, мелкозернистых гранитов, аплитовидных гранитов и аплитов [6]. Кварцевые диориты мелкозернистые, состоящие из плагиоклаза (50–60 %), кварца (15–20 %), роговой обманки (15–20 %), биотита (до 5 %) и калиевого полевого шпата (5–10 %). Большая часть массивов п-ова Муравьева-Амурский и островов Русский, Попова сложены породами второй фазы – гранодиоритами, гранитами. Гранодиориты среднезернистые, состоящие из призматически-таблитчатых кристаллов плагиоклаза (40–50 %), калиевого полевого шпата (20–25 %), роговой обманки (5–10) и биотита (3–8 %). Акцессорные минералы представлены магнетитом, сфеном, реже цирконом, ортитом и апатитом. Граниты отличаются меньшим содержанием плагиоклаза и увеличением доли кварца (до 35–40 %) [6]. Надо отметить, что петрографический состав исследуемых пород гранитоидных массивов идентичен. Это видимо, послужило одним из оснований для выделения их в единый седанкинский гранодиорит-гранитный комплекс. Позднепермский возраст подтвержден геологическими методами [6–8] и определениями абсолютного возраста [3]. Но надо сказать о недавних исследованиях гранитоидов о. Русский Н.Н. Кругом с коллегами [4], а в частности определение возраста U-Pb методом по цирконам, которые показали наличие двух разновозрастных ассоциаций – силурийской (432 ± 4 и 422 ± 3 млн лет) и позднепермско-триасовой (250 ± 4 , $249,7 \pm 3,5$). Притом основную часть массива авторы относят к силурийскому возрасту. Мы с осторожностью относимся к этим результатам, так как места отбора проб находятся (судя по приведенной в работе информации) не в центральных частях массива, а на периферии, в зонах влияния разломов или контактов.

Средне-позднеюрский островной комплекс лейкократовых гранит-порфиров. Породы этого комплекса слагают небольшие тела, дайки – расположенные, как правило, по периферии тел других пород. Породы комплекса пространственно приурочены к зоне Муравьевского разлома. Лейкократовые гранит-порфиры розового или серовато-розового цвета. Характеризуются стекловатой основной массой с порфировыми выделениями кварца и отсутствием фемических минералов. Средне-позднеюрский возраст подтвержден тремя датировками (K-Ar метод по стеклу, аналитик А.В. Лебедев, ИГЕМ РАН): о-в Попова - 167 ± 4 и 167 ± 3 млн. лет, о-в Русский - 163 ± 4 млн. лет [5].

Анализ петрофизических данных показал, что выделенные гранитоидные комплексы характеризуются различными физическими свойствами.

Выше была отмечена идентичность минерального состава исследованных гранитоидных массивов седанкинского комплекса. По петрофизическим свойствам они тоже идентичны, что может служить дополнительным критерием отнесения их к единому седанкинскому комплексу. И скорее всего эти массивы сформировались в одинаковых магматогенных условиях.

На диаграмме (рис. 1) также хорошо видна дифференциация по физическим свойствам гранитоидов седанкинского комплекса от кварцевых диоритов к биотитовым гранитам. Это связано с изменением состава силикатических минералов (от среднего плагиоклаза до более кислого), уменьшение содержания феррических минералов (роговой обманки, биотита).

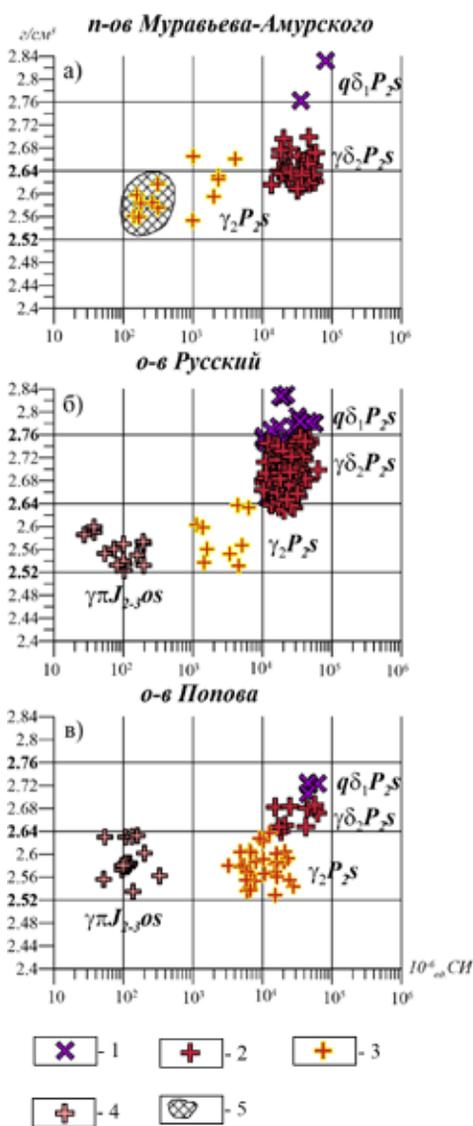


Рис. 1. Диаграммы взаимосвязи плотности ($\text{г}/\text{см}^3$) и магнитной восприимчивости (10^{-6} ед. СИ) для гранитоидов п-ова Муравьева-Амурского и островов Русский, Попова

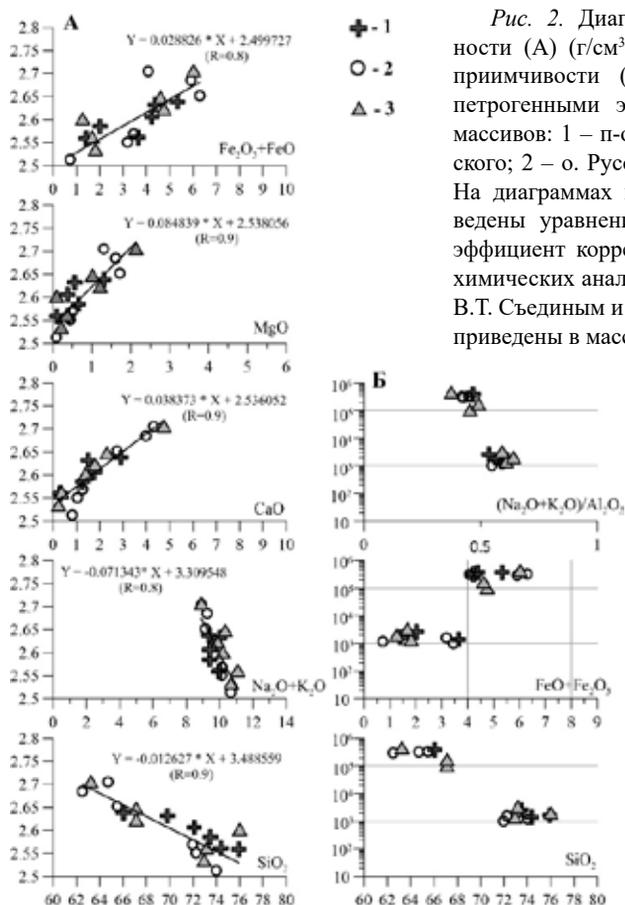


Рис. 2. Диаграммы связи плотности (А) (г/см³) и магнитной восприимчивости (Б) (10⁻⁶ед. СИ) с петрогенными элементами Породы массивов: 1 – п-ов Муравьева-Амурского; 2 – о. Русский; 3 – о. Попова. На диаграммах плотности (А) приведены уравнения регрессии и коэффициент корреляции (R). Данные химических анализов предоставлены В.Т. Съединим и заимствованы из [6] приведены в масс. %.

Далее надо отметить, что по физическим свойствам резко разделяются гранитоиды позднепермского седанкинского комплекса и средне-позднеюрского островного комплекса.

Гранит-порфиры островного комплекса характеризуются нормальной (для гранитов [9]) плотностью и низкими значениями магнитной восприимчивости. Это обусловлено минеральным составом и текстурно-структурными особенностями этих пород: наличием порфировых выделений кварца, отсутствием фемических минералов и стекловатой основной массы. Гранит-порфиры характеризуются высоким уровнем щелочей, при этом в некоторых образцах K₂O преобладает над Na₂O.

На диаграмме связи плотности и магнитной восприимчивости (рис. 2-А) с химическими элементами видно, что плотность имеет положительные связи с CaO, MgO, суммарным железом и отрицательные с SiO₂, и суммой щелочей. Значения магнитной восприимчивости (рис. 2-Б) формируют две области. Области высоких значений указанного параметра (10^3 - $10^4 \cdot 10^{-6}$ ед. СИ) отвечают более основным разностям пород (SiO₂ < 68%), с содержанием суммарного железа более 4%. Области низких значений магнитной восприимчивости (10 - $300 \cdot 10^{-6}$ ед.СИ) соответствуют лейкократовым гранитам, гранит-порфирам (SiO₂ > 72%) с низким содержанием железа и высоким щелочей.

Химический состав пород определяет минеральный состав, что позволяет уверенно говорить о связи физических свойств гранитоидов с их минеральным составом.

Результаты геолого-петрофизических исследований пород гранитоидных массивов п-ова Муравьева-Амурский и островов (Русский, Попова), а также анализ авторских и литературных данных позволяют сделать следующие выводы:

1. Установлено, что петрофизические характеристики среднезернистых гранитоидов, развитых на полуострове Муравьева-Амурского и островах Русский и Попова в целом идентичны. Это подтверждает их принадлежность к одному позднепермскому седанкинскому гранодиорит-гранитному комплексу.

2. Установлено существенное различие по физическим свойствам разновозрастных гранитоидов, развитых на островах Русский и Попова. Позднепермские гранитоиды седанкинского комплекса характеризуются повышенными значениями плотности и магнитной восприимчивости, а средне-позднеюрские гранитоиды островного комплекса имеют существенно более низкие значения этих параметров.

3. Показано, что различие по физическим свойствам разновозрастных гранитоидов обусловлено неодинаковыми условиями формирования этих пород, что отразилось в различии минеральных составов и структурно-текстурных характеристик пород. По совокупности геологических и петрофизических характеристик позднепермские гранитоиды седанкинского комплекса формировались в глубинных или мезоглубинных условиях, а становление пород средне-позднеюрского островного комплекса происходило в близповерхностной (субвулканической) обстановке.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы «Изучение структуры, физических и вещественных характеристик и геодинамики литосферы, сейсмической активности и закономерностей размещения полезных ископаемых в регионе дальневосточных морей и северо-западном секторе Тихого океана» № 124022100082-4.

Литература

1. Изосов Л.А., Съедин В.Т., Емельянова Т.А., Кононец С.Н., Валитов М.Г., Крамчанин К.Ю. Новые данные по магматическим комплексам острова Попова и некоторые проблемы геологии Залива Петра Великого // Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого Японского моря / Отв. ред. д.г.-м.н. А.С. Астахов, к.г.н. В.Б. Лобанов. – М.: ГЕОС. 2008. С. 355-378.
2. Изосов Л.А., Съедин В.Т., Емельянова Т.А., Крамчанин К.Ю., Смирнова О.Л., Огородний А.А., Ли Н.С. Новые данные по геологии островов залива Петра Великого (Японское море). Остров Попова // Вестник ДВО РАН. 2013. № 2. С. 13-21.
3. Tsutsumi Y., Yokoyama K., Kasatkin A.S., Golozubov V.V., 2014. Zircon U-Pb age of granitoids in the Maizuru Belt, southwest Japan and the southernmost Khanka Massif, Far East Russia // Journal of Mineralogical and Petrological Sciences. V. 109. P. 97-102.
4. Круг Н.Н., Голозубов В.В., Киселев В.И., Крук Е.А., Руднев С.Н., Серов П.А., Касаткин С.А., Москаленко Е.Ю. Палеозойские гранитоиды южной части вознесенского террейна (южное Приморье): возраст, вещественный состав, источники расплавов и обстановки формирования // Тихоокеанская геология. 2018. Т. 37. № 3. С. 32-53.
5. Съедин В.Т., Терехов Е.П., Гаврилов А.А., Валитов М.Г., Харченко Т.А. Последовательность формирования магматических и осадочных пород островов центральной части залива Петра Великого (Японское море) // Вестник ДВО РАН. 2018. №1. С. 128-141.
6. Кутуб-Заде Т.К., Олейников А.В., Сясько А.А. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов рек и акватории залива Петра Великого. Отчет Славянской партии о результатах геологического доизучения масштаба 1:200 000 листов К-52-ХI, ХII, ХVII, ХVIII, К-53-VII за 1994-2002 гг. Отчет Приморский ТГФ. 2002.
7. Руб М.Г. Гранитоиды Приханкайского района и основные черты их металлоносности. // Труды ИГЕМ Акад. наук СССР. 1960. Вып. 33. 358 с.
8. Овчарек Э.С. Новые данные о возрасте гранитоидов Муравьевского антиклинария // Геология и металлогения рудных районов Дальнего Востока. Владивосток. 1985. С. 160-168.
9. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика / ред. Н.Б. Дортман. М.: Недра. 1992. 455 с.