

Новый взгляд на геологическое строение Бердяшского массива гранитов-рапакиви (Южный Урал)

Единственный на Урале Бердяшский массив гранитов-рапакиви расположен в северной части Башкирского мегантиклинория на западном склоне Южного Урала. Массив сложен преимущественно габбро, гранитами-рапакиви, сиенитами и образует хорошо выраженное в рельефе вытянутое в северо-восточном направлении тело овальной формы размером 10 × 3–3.5 км согласное с общим простираемением вмещающих пород. Его северо-западный контакт контролируется Бакало-Саткинским глубинным разломом, вдоль которого к массиву примыкают слоистые толщи верхнепротерозойских кварцевых песчаников, алевропесчаников и аргиллитов зильмердакской свиты, сменяющиеся к юго-западу известняками катавской свиты. Песчаники и известняки не затронуты процессами контактового метаморфизма, также не наблюдается эндоконтактовых изменений пород массива, что свидетельствует о «холодном контакте». Юго-восточная часть массива обрамляется и перекрывается доломитами саткинской свиты, вблизи контактов с массивом интенсивно мраморизованными и превращенными в крупнозернистые силикатные мрамора.

Известно два основных варианта зарисовки геологического строения массива: первый и наиболее распространенный принадлежит А. Н. Заварицкому [1937], второй – В. А. Тимескову [1979]. Нами принимается третий вариант, явившийся результатом крупномасштабного (1 : 25 000) картирования, выполненного совместно с сотрудниками ОАО «Челябинскгеоусъемка» [Сначев и др., 1995].

По данным полевых работ массив отличается от типичных представителей формации гранитов-рапакиви, для которых характерно резкое преобладание гранитов-рапакиви. В Бердяшском массиве наблюдается обратное соотношение объема гранитов, габброидов и гибридных сиенодиоритовых пород. Граниты-рапакиви слагают не более 10–20 % площади Бердяшского массива (рис.).

Крупнозернистые граниты-рапакиви типа выборгита, реже петерлита в их классическом понимании, слагают лишь внешнюю прерывистую маломощную кайму массива шириной до 0.5–1.0 км, увеличивающуюся к северо-восточному и юго-западному окончанию массива. Основной объем центральной части массива сложен гетерогенными метасоматическими гибридными породами, в которых, в той или иной степени, удается выделить две составляющие по аналогии с мигматитами: исходный субстрат (палеосому) и новообразования порфиroidного полевого шпата,

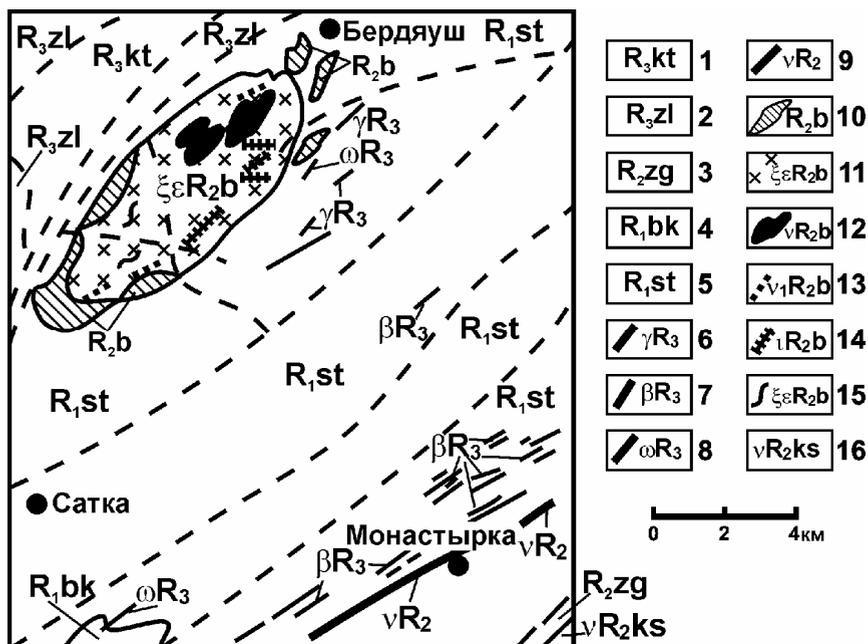


Рис. Схематическая геологическая карта Бердяушского массива и его обрамления.

1–5 – стратиграфические подразделения: 1 – катавская свита, 2 – зильмердакская свита, 3 – зигальгинская свита, 4 – бакальская свита, 5 – саткинская свита; 6 – дайки кварцевых порфиров и гранит-порфиров; 7 – дайки диабазов, габбро-диабазов нормальной щелочности и щелочные; 8 – пикриты, пикродолериты; 9 – габбро, нориты, габбро-пироксениты; 10–15 – бердяушский комплекс: 10 – граниты-рапакиви, 11 – гибридные породы сиенодиоритового состава, 12 – габброиды, монцогаббро, 13 – жильные граниты биотит-амфиболовые, лейкократовые, 14 – жильные сиениты амфиболовые нормальной щелочности и трахитоидные, 15 – нефелиновые сиениты; 16 – габбро, габбро-амфиболиты кусинского комплекса.

иногда – кварца (неосому), в целом, отвечающие составу сиенитов–сиенодиоритов, реже диоритов. Исходный субстрат представлен в различной степени метасоматически перекристаллизованными и гранитизированными мелко-среднезернистыми породами первично габбрового состава, имеющими облик в зависимости от степени переработки: от кварцевого сиенита–сиенодиорита до габбро-диоритового – габбрового состава. Причем объем габбрового материала в первичном субстрате явно имел доминирующее значение и сохранился, в основном, в восточной части массива, что подтверждается наличием интенсивной положительной аномалии силы тяжести под северо-восточной половиной массива и более часто встречающимися на поверхности обширными выходами или высыпками пород габбрового состава.

Характер соотношения различных пород (фаз), слагающих основной объем массива весьма сложный. С одной стороны, между всеми основными фазами пород наблюдаются постепенные метасоматические переходы, как по минеральному составу, так и по структуре, часто с фрагментами метасоматической зональности, а с другой стороны, встречаются секущие контакты между некоторыми подобными породами, что свидетельствует о многостадийном формировании массива и несколько различных условиях состояния пород внутри него.

Предполагается метасоматический генезис основной части гибридных сиенодиоритов и контактирующих с ними гранитов-рапакиви, образующихся по габброидам в результате их мощного прогрева и метасоматического преобразования под воздействием глубинных флюидов, обусловивших в дальнейшем появление гранитов-рапакиви.

Анализ проведенных исследований позволяет выделить ряд стадий становления Бердяушского массива, как интрузивного, так и метасоматического характера.

К *первой стадии* относится формирование субстрата, представленного среднезернистыми габброидами габбро-анортозитовой формации с хорошо проявленной офитовой структурой. Завершается процесс, по-видимому, образованием соответствующего комплекса жильных дериватов («догранитные» жилы габбро-долеритов).

Со *второй стадией* связаны наиболее мощные метасоматические процессы, обусловленные глубинными флюидами и сопровождаемые региональным прогревом, перекристаллизацией и дебазификацией габбрового субстрата с образованием основной массы гибридных сиенодиоритов, крупнозернистых пегматоидных сиенитов и так называемых сиенитов фации рапакиви. Сиениты, щелочные сиениты, нефелиновые сиениты, кварцевые сиениты представляют собой однополевошпатовые породы, обладающие признаками гипабиссальных образований. Полевошпатовые овоиды в них отсутствуют. Необходимо отметить, что большинство предыдущих исследователей ко второй фазе формирования Бердяушского массива относили граниты-рапакиви, а всю массу гибридных сиенодиоритов, сиенитов – к третьей завершающей фазе [Зварицкий, 1937; Тимесков, 1979].

В *третью стадию* образовались граниты-рапакиви, дайки гранит-порфиоров, лейкократовых гранитов.

Граниты-рапакиви представляют собой крупнозернистые породы с коррозийной, порфиробластовой и часто катакластической структурами. Они состоят из овоидов и таблитчатых кристаллов (3–5 см) калиевого полевого шпата-пертита с каймой олигоклаза № 27, агрегатов кварца различной формы (25–30 %), зеленовато-бурого амфибола или темно-бурого биотита. Характерно присутствие в олигоклазовой кайме микрографических вростков кварца, реже наблюдаются прорастания в ортоклазе, отчетливо проявлена калишпатизация. В небольшом количестве развиты вторичные эпидот, хлорит, цоизит, сосюрит, лейкоксен. Среди аксессуарных минералов отмечаются магнетит, флюорит, циркон, сфен, ильменит, реже – пирит, апатит, гранат, барит, турмалин и молибденит.

Возраст пород Бердяушского массива, основанный на датировках циркона, составляет 1350 ± 10 млн лет [Краснобаев и др., 1984], 1368.4 ± 6.2 млн лет (нефелиновые сиениты [Синдерн и др., 2003]), 1388 ± 28 млн лет (габбро), 1372 ± 12 млн лет (кварцевые сиенит-диориты), 1373 ± 21 млн лет (нефелиновые сиениты) и 1369 ± 13 млн лет (граниты-рапакиви) [Ронкин др., 2005]. Полученный возраст интерпретируется авторами как время внутриплитного магматизма и формирования гранитов-рапакиви, а также ассоциирующих с ними пород. Примечательно, что возрастные рубежи образования габбро, кварцевых сиенит-диоритов, нефелиновых сиенитов и гранитов-рапакиви [Ронкин и др., 2006] находятся в полном соответствии с описанной выше последовательностью становления Бердяушского массива.

По химическому составу породы Бердяушского массива образуют практически непрерывный дифференцированный ряд, подтверждающий их генетическое единство и постепенность изменения минерального и химического состава от габбро к гранитам. От основных к кислым породам наблюдается последовательное уменьшение

содержаний TiO_2 – от 2.6 до 0.1 %, $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$ – от 8.0–16.8 % до 0.8–3.4 %, MgO – от 6.0–11.8 % до 0.5–1.0 % и CaO – от 6.0–12.0 % до 0.6–1.6 % и возрастание – SiO_2 от 41–49 % до 70–75 % и суммы щелочей – от 2.4 % до 7.0–9.3 %.

Граниты-рапакиви относятся к нормально щелочным и умеренно щелочным кислым породам. В наиболее лейкократовых разностях гранитов калий устойчиво доминирует над натрием ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 1.2–2). Для лейкократовых гранитов характерна высокая восстановленность железа.

В большинстве анализов отмечается повышенная глиноземистость гранитов (Al_2O_3 12–14 %) и их принадлежность к умеренно глиноземистым металлюминиевым и высокоглиноземистым пераллюминиевым петрогенетическим типам.

Типоморфной особенностью состава гранитов является обедненность CaO (0.4–1.2 %), MgO (0.1–0.6 %), Sr (67 г/т), повышенная концентрация Zr (225 г/т), Nb (38 г/т) и Y (61 г/т). В сочетании с повышенной железистостью и калиевой щелочностью пород это указывает на принадлежность гранитов к анорогенным геодинамическим обстановкам и наличие мощной консолидированной коры континентального типа.

По содержанию редких и редкоземельных элементов граниты-рапакиви незначительно обогащены в сравнении с кларками La , Ce , Eu , Yb , Th , U , Sc , более значительно – Sm , Hf , Co , обеднены Lu , Cs , Ta , а в сравнении с жильными гранитами отличаются повышенными содержаниями Eu , Co и Sc (т.е. «мантийными» элементами). В ряду габбро – монцодиорит – гранит-рапакиви наблюдается резкое обогащение РЗЭ – La , Ce , Sm , Eu , Yb , Hf , Th и обеднение Co и Cr . По характеру распределения редкоземельных элементов граниты-рапакиви близки к классическим гранитам-рапакиви Финляндии, Швеции, Бразилии, США [Рыкус и др., 2011].

Небольшие гранитные массивы на западном склоне Южного Урала – Бердяушский, Ахмеровский, Рябиновский, комагматичные машакским вулканитам, кардинально отличаются от надсубдукционных и коллизионных гранитов Урала и по своим палеотектоническим режимам соответствуют стабильным консолидированным структурам платформенного типа.

Габброиды Бердяушского массива формировались, по-видимому, близодновременно с кусинско-копанским комплексом в начальный этап среднерифейского цикла развития и контролировались участками пересечения глубинных разломов. В дальнейшем, в период заложения локальной рифтовой структуры с долиной восточнее Кусинско-Копанской интрузии область Бердяушского массива испытала одностороннее, а, возможно, и двустороннее сжатие. Это привело к возобновлению активности ослабленной зоны, повышению теплового потока, притоку флюидов, дегазации габбрового субстрата, образованию гибридных пород и частичной их гранитизации. В процессе сжатия расплавленное вещество отжималось на фланги массива и кристаллизовалось.

Литература

- Заварицкий А. Н.* Петрография Бердяушского плутона. М.: ОНТИ, 1937. 406 с.
Краснобаев А. А., Бибикова Е. В., Степанов А. И. и др. Геохронология Бердяушского массива // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1984. № 3. С. 3–23.
Ронкин Ю. Л., Маслов А. В., Матухов Д. И. и др. Бердяушский массив: 1350 ± 10 млн лет или древнее? // Ежегодник–2005. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2006. С. 310–314.

Ронкин Ю. Л., Матуков Д. И., Пресняков С. Л. и др. «In situ» U-Pb SHRIMP датирование цирконов нефелиновых сиенитов Бердяшского массива (Ю. Урал) // Литосфера. 2005. № 1. С. 135–142.

Рыкус М. В., Сначев В. И., Бажин Е. А. Анорогенные граниты западного склона Южного Урала: состав, петрогенезис, минерогения // Нефтегазовое дело. Научно-технический журнал. 2011. Т. 9. № 2. С. 282–301.

Сначев В. И., Шулькин В. Е., Ковалев С. Г. Новые данные по геологии Бердяшского массива // Ежегодник–1994. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1995. С. 55–57.

Синдерн С., Ронкин Ю. Л., Крамм У. и др. U-Pb датирование единичных кристаллов цирконов с применением трассера $^{205}\text{Pb}/^{233}\text{U}$ на примере нефелиновых сиенитов Бердяшского массива, Южный Урал // Мат. II Рос. конф. по геохронологии. СПб., 2003. С. 461–465.

Тимесков В. А. Новые данные по геологии и петрографии Бердяшского плутона // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1979. № 8. С. 27–36.