

БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПИКРИТОВЫХ И ПИКРОДОЛЕРИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ЮЖНОГО УРАЛА И ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

С.Г. Ковалев, С.С. Ковалев

Институт геологии УНЦ РАН, 450077, г. Уфа, ул. К. Маркса, 16/2 Россия

В работе приводятся первые данные о благороднометальной геохимической специализации пикритовых и пикродолеритовых комплексов западного склона Южного Урала и прилегающей части Восточно-Европейской платформы. Делается вывод о том, что геохимическая специализация базит-гипербазитовых комплексов свидетельствует о значительном рудогенерирующем потенциале этого типа магматизма и позволяет воссоздавать условия генерации расплавов, сформировавших эти комплексы и охарактеризовать геодинамические обстановки, в которых процессы магмогенерации реализовывались.

Южный Урал, пикритовые комплексы, дифференцированные интрузии, сульфидная минерализация, элементы платиновой группы, благороднометальная специализация, рифтогенез

NOBLE METAL GEOCHEMICAL SPECIALIZATION PICRITIC AND PICRODOLERITIC COMPLEXES OF THE SOUTHERN URALS AND GEODYNAMIC CONDITIONS OF FORMATION

S.G. Kovalev, S.S. Kovalev

The paper presents the first data on the noble metal geochemical specialization of picritic and picrodoleritic complexes of the Southern Urals and East European Platform. It is concluded that the geochemical specialization of mafic-ultramafic complexes shows a significant ore-forming potential of this type of magmatism. It helps to create conditions for the generation of melts that formed these complexes and characterize the geodynamic environment in which the processes of magma generation implemented.

Southern Urals, picritic complexes, differentiated intrusion, sulfide mineralization, platinum group elements, noble metal specialization, rifting

Пикритовые и пикродолеритовые комплексы, распространенные в пределах западного склона Южного Урала, являются южным продолжением зоны распространения пикритовой ассоциации, приуроченной к Западно-Уральскому поднятию и прилегающей части Восточно-Европейской платформы (рис. 1). Ранее [1, 2] эти образования были объединены в четыре разновозрастных комплекса (ассоциации): шуйдинский (RF₁), лапыштинский (RF₂), мисаелгинский (RF₃) и лысогорский (V). Позднее были выделены ишлинский (RF₂) и шатакский (RF₂) комплексы, а также описаны аналогичные породы на востоке Восточно-Европейской платформы (скв. Восточно-Аскинская, скв. Кипчак). Пикриты и пикродолериты представлены дайками и пластообразными залежами переменной (от 15–20 м до 200 м) мощности. По степени дифференцированности среди них выделяются маломощные недифференцированные силлы пикритов, пикродолеритов, оливиновых габбро-долеритов и дифференцированные тела (от пикритов до лейкогаббро и жильных плагиогранитов) [4].

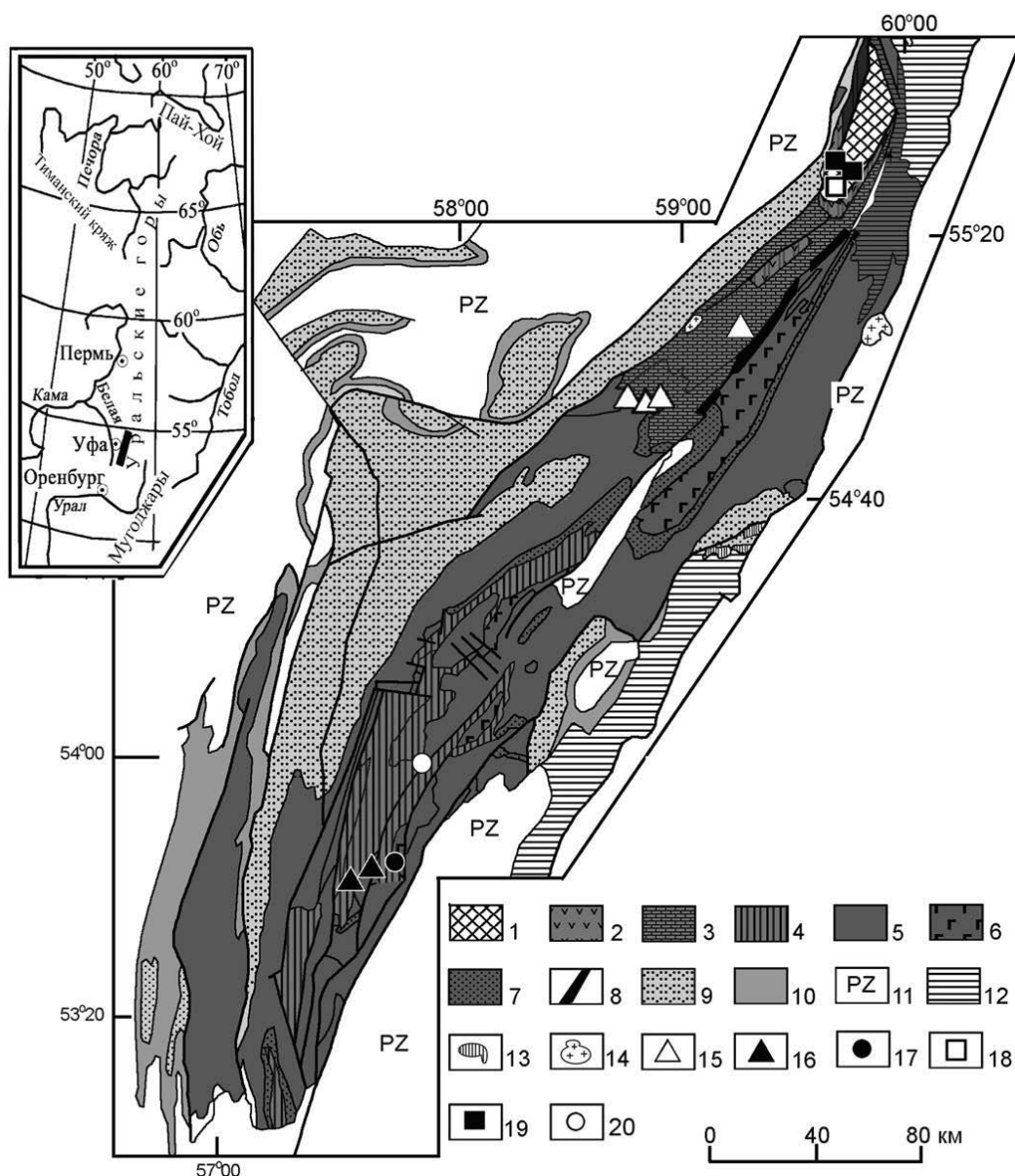


Рис. 1. Геологическая схема распространения пикритовых и пикродолеритовых комплексов на западном склоне Южного Урала [4].

1– тараташский метаморфический комплекс, 2– айская свита (RF₁), 3– саткинская и бакальская свиты нерасчлененные (RF₁), 4– большеинзерская, суранская и юшинская свиты нерасчлененные (RF₁), 5– терригенные отложения нерасчлененные (RF₂), 6– вулканогенно-осадочные отложения (RF₂), 7– зигальгинская свита (RF₂), 8– Кусинско-Копанский комплекс (RF₂), 9– верхнерифейские отложения нерасчлененные, 10– вендские отложения нерасчлененные, 11– палеозойские отложения нерасчлененные, 12– метаморфические комплексы нерасчлененные, 13– ультраосновные породы, 14– гранитоиды, 15–19 – пикритовые и пикродолеритовые комплексы (15– шуйдинский, 16– лапыштинский, 17– шатакский, 18– мисаелгинский, 19– лысогорский, 20– ишлинский).

В результате детального петрографического изучения пород, слагающих дифференцированные (расслоенные) комплексы установлено, что их внутреннее строение характеризуется отчетливо выраженной асимметрией, заключающейся в том, что нижние горизонты массивов и/или нижние горизонты отдельных ритмов, сложены наиболее меланократовыми породами. Во всех телах проявлена скрытая расслоенность,

выражающаяся в изменении составов минералов, представляющих серии твердых растворов, в зависимости от местоположения в вертикальном разрезе, а все разнообразие пород в значительной степени обусловлено перераспределением в объеме, взаимоотношениях друг с другом и вариациях составов основных породообразующих минералов: оливина, ортопироксена, клинопироксена и плагиоклаза. Рудная минерализация пород комплексов представлена пиритом, пирротинном, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, пентландитом, купропентландитом, зигенитом $(\text{Co,Ni})_3\text{S}_4$, миллеритом NiS (64,7 % Ni, 35,3 % S), кобальтином, герсдорфитом, борнитом, халькозином, титаномагнетитом, ильменитом и магнетитом. Установлено, что сульфидная минерализация присутствует во всех пикритовых комплексах. Форма выделения сульфидов и их количество определяются условиями формирования магматических тел. Наибольшее количество минералов и разнообразие форм выделения встречаются в глубоко дифференцированных телах ранне- и позднерифейских комплексов. По времени образования среди сульфидов можно выделить как минимум две генерации, первая из которых представлена ликвационными «каплями», имеющими идеально круглую и эллипсоидно-удлиненную форму, представленную пентландит-пирротин-магнетитовой, пентландит-халькопиритовой, пентландит-халькопирит-борнитовой, пирротин-пиритовой парагенетическими ассоциациями. Как правило, эти сульфиды приурочены к нижним и средним частям дифференцированных тел. В верхних горизонтах интрузивов меняется тип минерализации и форма выделения рудных минералов, которые мы относим ко второй генерации. Наиболее часто здесь встречается окисная ильменит-титаномагнетит-магнетитовая ассоциация, представленная ксеноморфными выделениями часто образующими локальные участки с сидеронитовой структурой. Среди сульфидов преобладающими являются халькопирит, пирротин и пирит, встречающиеся либо в сростаниях друг с другом, либо по отдельности. Как правило, рудные минералы второй генерации располагаются в интерстициях силикатов.

Благороднометальная геохимическая специализация пикритовых и пикродолеритовых комплексов западного склона Южного Урала обладает рядом специфических черт. Обобщенный анализ нормированных содержаний элементов платиновой группы и золота представленный на рисунке 2, свидетельствует:

- для пород всех одновременных комплексов характерно четко проявленное обогащение золотом, палладием, платиной и родием по отношению к примитивной мантии, что свидетельствует о значительном рудогенерирующем потенциале этого типа магматизма;
- по сравнению со средними содержаниями благородных металлов в «эталонных» составах пикритов и коматиитов южноуральские пикриты и пикродолериты в значительной степени обогащены палладием и родием при близких (либо незначительно превышающих) количествах золота, платины, рутения и иридия, что указывает на специфику южноуральской магматической провинции;
- наибольшей подвижностью в процессах внутрикоревой дифференциации обладают платина, палладий и золото, количества которых в породах одного комплекса могут различаться на порядок;

– принципиальных отличий в конфигурации трендов, характеризующих породы разновременных комплексов не установлено, что может служить доказательством близости условий магмогенерации на рифейско-вендском этапе развития региона, в то же время, различия в количествах иридия между шуйдинским, лапыштинским и шатакским комплексами с одной стороны и мисаелгинским, лысогорским и ишлинским – с другой, подтверждают заключение о вариациях условий мантийной магмогенерации, сделанное ранее на основании анализа Ti/Y, Sm/Yb и Lu/Hf отношений [4].

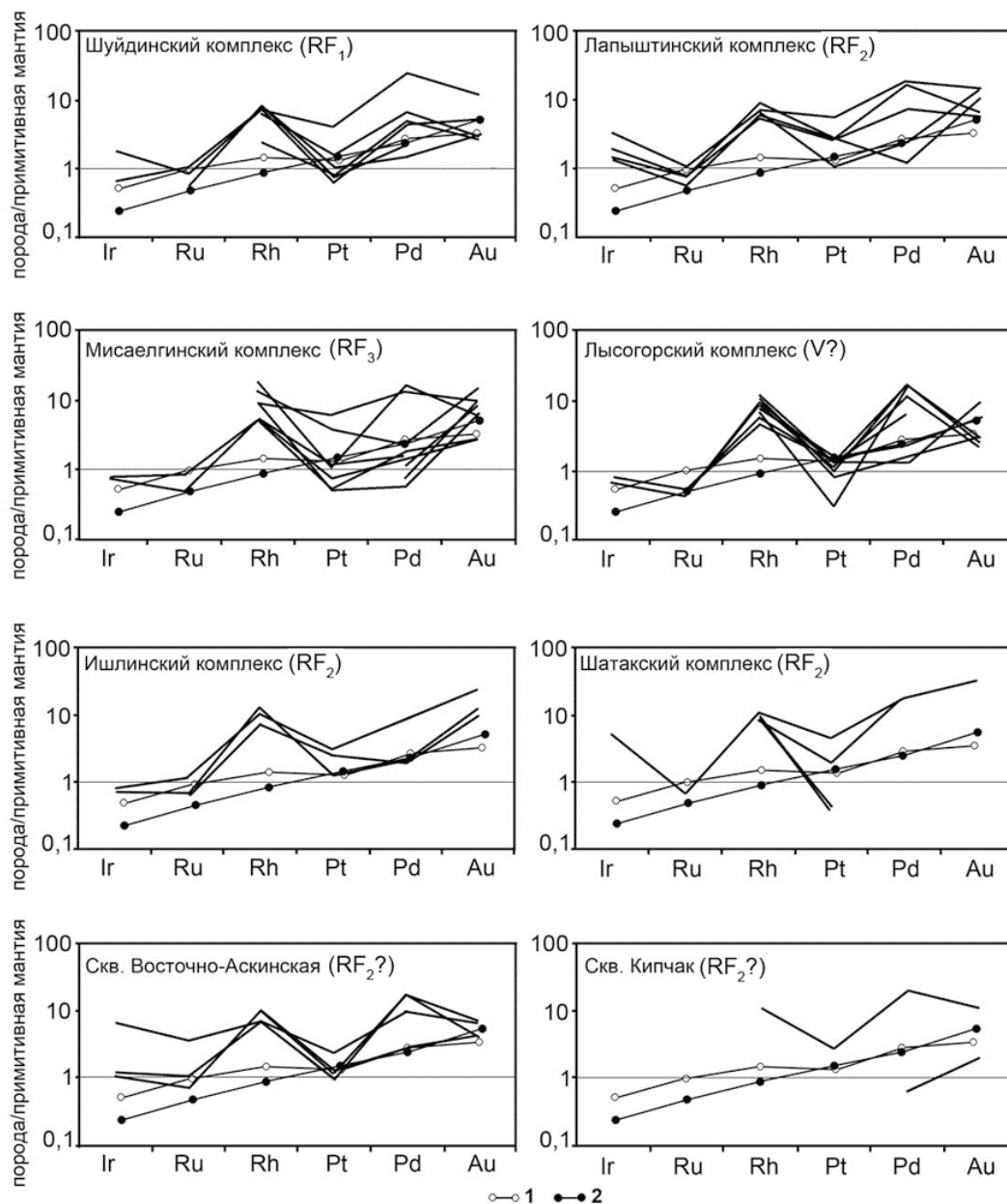


Рис. 2. Нормализованные содержания благородных металлов в разновозрастных пикритовых и пикродолеритовых комплексах западного склона Южного Урала.

1 – коматииты; 2 – пикриты (по [8]). Примитивная мантия по [9].

Представление о том, что рифтогенез, нередко сопровождаемый образованием крупных магматических провинций (LIPs), связан с суперплюмами, распространено в

настоящее время достаточно широко и подтверждается многочисленными фактами и наблюдениями [5]. Согласно современным геодинамическим построениям западный склон Южного Урала в мезопротерозое являлся частью Волго-Уральского сегмента палеоконтинента Балтики [6]. Проявление на указанной территории в раннем рифее плюмовых процессов [7] привело к формированию интракратонного прогиба и внедрению в зоны конседиментационных разломов многочисленных мелких базитовых и базит-гипербазитовых интрузий (пикриты, пикродолериты, меланократовые габбро-долериты). Собственно рифтогенный этап начала среднего рифея характеризовался уже линейно сконцентрированным растяжением литосферы, что привело в пределах западного склона Южного Урала и прилегающей части Русской плиты к формированию серии грабенообразных структур с максимальным развитием интрузивного магматизма и вулканизма [3].

Процессы плавления мантийного субстрата и его дифференциация в промежуточных очагах способствовали образованию магм, различавшихся как по основности (пикриты, долериты, базальты, риолиты), так и по геохимическим характеристикам (обогащенность Au, Pt и Pd и др.). При этом осадочные породы в проницаемых зонах подверглись воздействию глубинных флюидов, что привело к формированию геохимических аномалий ЭПГ и Au. Масштабность рудообразующих процессов определялась эволюцией флюидно-гидротермальных систем, которые сформировались при смене рифтогенного этапа развития региона процессами водного корового палингенеза и регионального метаморфизма, реализующимися в режиме сжатия в поздневендское время [6], что привело к образованию рудных объектов или рудных зон, оруденение которых имеет унаследованный характер и специфические черты, присущие как мантийным, так и коровым образованиям.

Подводя итог вышеизложенному материалу, следует констатировать, что благороднометальная геохимическая специализация интрузивных базитовых и базит-гипербазитовых комплексов западного склона Южного Урала и прилегающих частей Русской плиты и ее вариации при дифференциации первичных расплавов в промежуточных камерах свидетельствуют о значительном рудогенерирующем потенциале этого типа магматизма.

Неоднократно проявленные этапы рифтогенного развития региона в рифей-вендское время, обусловленные плюмовыми процессами привели к формированию магматической провинции (LIP), охватывающей западный склон Южного Урала и прилегающий край Восточно-Европейской платформы. Обширная магматическая система оказала определяющее влияние на формирование металлогенической специализации территории, что выразилось в наличии многочисленных аномальных содержаний благородных металлов, обнаруженных различными исследователями в структурно-вещественных комплексах региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев А.А. Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. 137 с.
2. Ковалев С.Г. Дифференцированные диабаз-пикритовые комплексы западного склона Южного Урала. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1996. 90 с.
3. Ковалев С.Г. Позднедокембрийский рифтогенез в истории развития западного склона Южного Урала // Геотектоника, 2008. № 2. С. 68–79.
4. Ковалев С.Г. Новые данные по геохимии диабаз-пикритового магматизма западного склона Южного Урала и условия его формирования // Литосфера, 2011. № 2. С. 68-83.
5. Пучков В.Н. «Великая дискуссия» о плюмах: так кто же всё-таки прав? // Геотектоника, 2009. №1. С. 3–22.
6. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
7. Пучков В.Н., Ковалев С.Г. Плюмовые события на Урале и их связь с субглобальными эпохами рифтогенеза // Континентальный рифтогенез, сопутствующие процессы. Мат-лы 2 Всеросс. симпозиума посвящ. памяти акад. Н.А. Логачева и Е.Е. Милановского, Иркутск, 2013. С. 34–38.
8. Barnes S-J. and Lightfoot P.C. Formation of magmatic nickel-sulfide ore deposits and affecting their copper and platinum-group element contents // Economic Geology 100th Anniversary, 2005. P. 179–213.
9. McDonough W.F. and Sun S.-S. Composition of the Earth // Chemical Geology 120, 1995. P. 223–253. DOI: 10.1016/0009-2541(94)00140-4.