

© I.R. Rakhimov

A NEW SYSTEMATIZATION SCHEME OF POST-ISLAND-ARC INTRUSIVE MAGMATISM OF THE WEST MAGNITOGORSK ZONE

Institute of Geology
Ufa Federal Research Centre,
Russian Academy of Sciences,
16/2, ulitsa Karla Marksa
450077, Ufa, Russian Federation
e-mail: rigel92@mail.ru

Post-island-arc intrusive magmatism of the West Magnitogorsk Zone encompassed the time range from the Late Devonian to the Late Carboniferous. A new systematization scheme based on new geological and geochemical data and evolutionary genetic reconstructions is proposed for the entire diversity of intrusive rocks. It reveals four discrete intrusive series. The first gabbro-norite-diorite series unites the Nauruzovo and Fayzullino complexes. It is characterized by concordant morphology of intrusive bodies developed along the Late Devonian disjunctive dislocations of the thrust type. The rocks are composed of bipyroxene low-titanium and normal-alkaline gabbros. The second gabbrodiorite-granite series is represented by three complexes. These are the gabbroid Utlyktakash and Basayevo complexes, and the granitoid Kizil complex. The gabbroid complexes are formed by concordant and dyke bodies broken through Devonian-Early Carboniferous volcano-sedimentary deposits. The intrusions are composed of high-titanium gabbro, gabbrodiorites and dolerites with a subalkaline bias. The granitoid dyke complex is represented by fine-grained rocks of the tonalite-trondhjemite type. The third peridotite-gabbro-diorite-granite series consists of chonolites of the ultrabasic-basic Khudolaz and granitoid Yaprakty complexes. The first complex is composed of sulfide-bearing rocks of a differentiated series from amphibole peridotites to diorites with mixed petrochemical characteristics of the tholeiitic and calc-alkaline series. The complex is determined by the U-Pb isotope dating method as 328–324 Ma. The second complex is composed of normal-alkaline sodium granites. The fourth lamprophyre-dolerite series is an extensive system of small dykes spread throughout the whole area of the West Magnitogorsk Zone. It corresponds to the single Ulugurtau complex. The rocks of the lamprophyre-dolerite series are of normal-alkaline and medium-titanic types. The complex is determined by the Sm-Nd isotope dating method as 32 ± 15 Ma. The intrusive series replace each other in time during the tectonic-magmatic evolution of the West Magnitogorsk zone.

Kew words: South Urals, West Magnitogorsk Zone, intrusive magmatism, intrusive series, mineral composition, geochemistry

Введение. Островодужная стадия развития Магнитогорской мегазоны Южного Урала завершилась в позднем девоне. Об этом свидетельствуют тектонические структуры, режим осадконакопления, а также характер магматизма этого времени [1].

Западно-Магнитогорская зона (ЗМЗ) является частью Магнитогорского террейна, надвинутой на Уралтаускую структуру по Главному Уральскому надвику [2; 3]. Восточной границей ЗМЗ служит региональный Кизильский разлом, имеющий западное па-

дение [4]. На всем протяжении ЗМЗ (более 200 км) прослеживаются многочисленные маломощные интрузивные тела (рис.), рвущие девон-раннекаменноугольные вулканогенно-осадочные отложения и имеющие позднедевонско-каменноугольный возраст. Эти интрузивные образования ранее были систематизированы Д.Н. Салиховым с разделением их на четыре группы: 1) конформные тела габброидов турнейского возраста (файзуллинский, басаевский, верхнеуральский, утыкташский комплексы), 2) дайки риолит-порфиров и долерит-порфиров визейского возраста (кизильский комплекс) 3) дифференцированные по составу дискордантные тела визейско-серпуховского возраста (худолазовский комплекс), 4) дайки лампрофиров и амфиболовых долеритов позднекаменноугольного или раннепермского возраста (баишевский, гадельшинский, дайковый комплексы) [5–7]. Проведенные автором геологические исследования позволили уточнить геологическую позицию, петрографию, минералогию, геохимию, а также возраст обозначенных интрузивных тел. В результате разработана новая схема расчленения позднедевонско-карбонowego интрузивного магматизма ЗМЗ, представляемая в настоящей статье.

Методы исследований. Полевое геологическое изучение интрузивов со сбором представительной коллекции образцов выполнялось автором в течение 2012–2016 гг. Петрографическое описание шлифов выполнялось на оптическом микроскопе Аxioskop 40. Химический состав пород определялся рентгено-флуоресцентным методом на приборе VRA-30 в ИГ УФИЦ РАН (Уфа). Микроэлементный состав пород получен методом ICP-MS на спектрометре ELAN 9000 с приставкой LSX-500 в ИГГ УрО РАН (Екатеринбург). Составы породообразующих и рудных минералов измерялись в ИГМ СО РАН на сканирующем электронном микроскопе LEO 1430VP и на электронно-зондовом микроанализаторе JXA-8100 (Новосибирск).

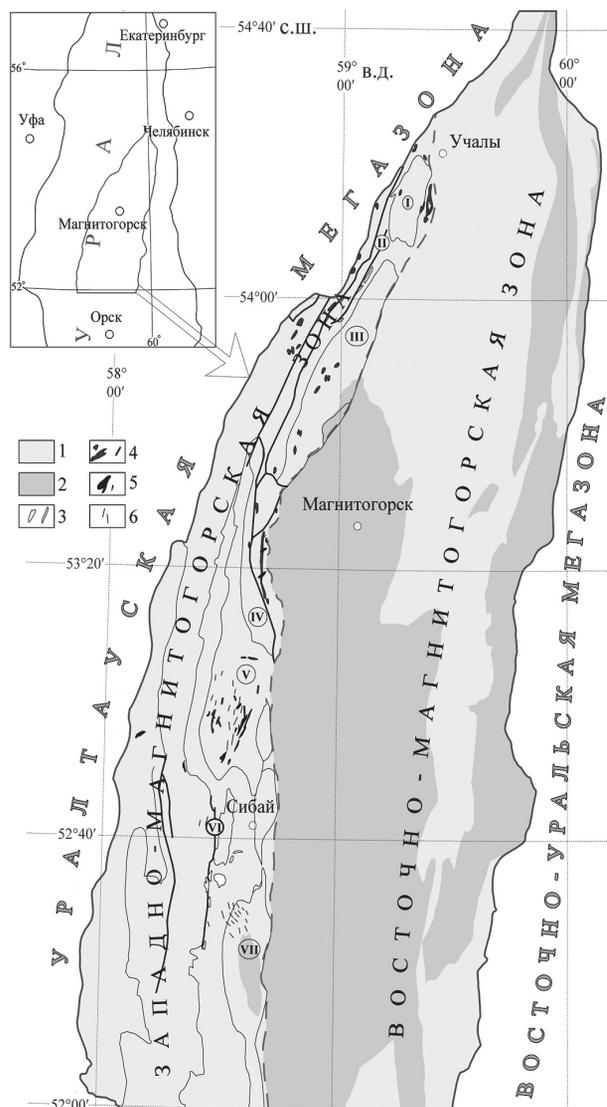


Рис. Геологическая схема расположения позднедевонско-карбонowych интрузий Западно-Магнитогорской зоны Урала по [8]:

1 – вулканогенно-осадочные комплексы островодужного генезиса (S–D), 2 – вулканогенно-осадочные комплексы постостроводужного генезиса (C), 3 – интрузивы габбронорит-диоритовой серии (D_3fm), 4 – интрузивы габбро-диорит-гранитовой серии ($C_{1,t-v}$), 5 – интрузивы перидотит-габбро-диорит-гранитовой серии (C_{1s}), 6 – дайки лампрофир-долеритовой серии (C_{1b}) (вне масштаба). Римскими цифрами обозначены: I – Имангуловская синклиналь, II – Байрамгуловский разлом, III – Верхнеуральская синклиналь, IV – Юлдашевская антиклиналь, V – Худолазовская синклиналь, VI – Западно-Сибайский разлом, VII – Уртазымская синклиналь

Результаты исследований. Систематизация изученных интрузивных образований выполнялась на основе традиционных геологических критериев: структурная позиция и морфология интрузивов, петрографические и эволюционно-генетические закономерности, минеральный и химический состав пород. По этим признакам все многообразие магматитов было расчленено на 4 последовательные интрузивные серии: 1) габбронорит-диоритовая (D_3fm), 2) габбро-диорит-гранитовая (C_1t-v), 3) перидотит-габбро-диорит-гранитовая (328–324 млн лет/ U-Pb), 4) лампрофир-долеритовая (321 млн лет/Sm-Nd). Длительность магматизма составляет 40–45 млн лет. Каждая серия представляет собой гомодромную ассоциацию интрузивов определенного тектоно-магматического цикла эволюции ЗМЗ, обладающих геологической, петрологической и геохимической общностью. В табл. дано сопоставление авторской схемы со схемой Д.Н. Салихова и примером систематизации магматизма ЗМЗ на Государственных геологических картах.

Габбронорит-диоритовая серия объединяет два комплекса: файзуллинский и наурузовский.

Файзуллинский комплекс развит в пределах Таналыкской антиклинальной структуры в виде нескольких небольших гарполитообразных тел, локализованных вдоль Западно-Сибайского разлома (рис.), а также относительно крупных лакколитов (Хасановский, Бахтигареевский).

Наурузовский комплекс выделяется в первые. Силлообразные и лакколитообразные интрузивы (Наурузовский, Ягудинский) размещены на западном крыле Верхнеуральской синклинали вдоль Байрамгуловского разлома (рис.).

Породы двух комплексов очень близки по вещественному составу. Они сложены габброноритами, габбродиоритами и диоритами. Главными минералами пород являются ортопироксен (20–50%), плагиоклаз (30–80%), клинопироксен (5–20%). Основной рудный минерал – титаномагнетит (4–10%).

По химическому составу породы отвечают пониженно титанистым (TiO_2 0.8–1.2 мас. %) и нормально-щелочным габбро с калий-натровым типом щелочности ($Na_2O/K_2O=3$). Индекс магнезиальности $Mg\#$ ($MgO/(MgO+TFeO+MnO)$) варьирует в пределах 50–30, индекс глиноземистости $Al\#$ ($Al_2O_3/$

Т А Б Л И Ц А – Схемы расчленения позднепалеозойского (постостроводужного) интрузивного магматизма Западно-Магнитогорской зоны

| Госгеолкарта-200 листа N-40-XXVIII [Жданов и др., 2003ф] | По материалам Д.Н. Салихова | Схема И.Р. Рахимова | | | |
|---|--|-------------------------------|-----------------------------|--|----------------------|
| Наименования комплексов (возраст) | Наименования комплексов (возраст) | Наименования комплексов | Возраст (млн лет/метод) | Форма залегания и состав | Интрузивные серии |
| худозлазовский (C_1) | дайковый гадельшинский баишевский (C_3-P) | улугуртауский | C_2b (321/Sm-Nd) | дайки лампрофир- долеритов | IV |
| | худозлазовский (C_1v-s) | япрактинский | C_1s | малые интрузии плагиогранитов | III |
| | | худозлазовский | C_1v-s (328– 324/U-Pb) | штоки, хонолиты шприсгеймит- габбро-диоритов | |
| петропавловский (C_1) | кизильский (C_1v_2) | кизильский | C_1t-v | дайки и малые интрузии плагиогранитов | II |
| | утлыкташский верхнеуральский басаевский файзуллинский ($C_1t_1-v_1$) | утлыкташский басаевский | C_1t | силлы, дайки габбродиоритов | |
| | | наурузовский файзуллинский | D_3fm | силлы, лакколиты габбронорит- диоритов | I |

плагиоклазом (0–10% в перидотитах, 20–80% в габбро и 65–85% диоритах) оливином (0–30% в габбро, 40–45% в перидотитах), амфиболом (10–35%), клинопироксеном (5–20%), реже биотитом (до 6%), ортопироксеном (до 5%), а также рудными минералами (до 10% – пирротин, халькопирит, пентландит, магнетит, хромшпинель).

Химический состав пород худолазовского комплекса соответствует переходному типу между нормальными и умереннощелочными ультрабазит-базитами. Петрохимические индексы $Mg\#$ и $Al\#$ варьируют в пределах 72–15 и 0.1–2.6 соответственно. Перидотиты и оливиновые габбро обеднены Nb, Zr, Y, P3Э, Sr, Ba, но обогащены Ni, Co, Cr в сравнении с габбродиоритами и диоритами.

Япрактинский комплекс (выделяется впервые) представлен массивом размером 100x300 м, прорывающим габбродиоритовую интрузию худолазовского комплекса и сложенным среднезернистыми трондьемитами с пойкило-гранитовой структурой. Главными минералами в них являются кислый плагиоклаз (65–75%) и кварцем (15–25%). Реже встречаются измененные биотит и роговая обманка (до 5%), а также магнетит с пиритом (до 5%), апатит (до 2%). По химическому составу породы характеризуется повышенной глиноземистостью (индекс ASI составляет 1.44–1.65), очень высоким отношением Na_2O/K_2O (11–84), неравномерной обогащенностью многими индикаторными элементами (Ti, Zr, Hf, Y, P3Э).

Вмещающими породами интрузивов перидотит-габбро-диорит-гранитовой серии являются отложения мукасовской, зилаирской и березовской (C_1t-v) свит. Худолазовский комплекс датирован U-Pb методом по циркону и бадделеиту временем 328–324 млн лет [9]. Япрактинский комплекс датирован по геологическим данным серпуховским веком (C_1s).

Лампрофир-долеритовая серия образует субмеридиональный пояс даек малой мощности протяженностью более 200 км и

соответствует единому *улугуртаускому комплексу*. Дайки характеризуются однообразным строением и выполнены мелкозернистыми порфировидными породами основного состава: амфиболовыми и обыкновенными долеритами, лампрофирами и переходными лампрофир-долеритами. Дайки во многих участках пересекают интрузивы всех выше указанных комплексов, ориентировка даек обычно северо-западная (310–330°) или северо-восточная (10–20°). Главными минералами пород являются основной плагиоклаз (50–70%), клинопироксен (1–45%) и амфибол (0–30%). Среди рудных минералов характерны ильменит и титаномagnetит.

Породы лампрофир-долеритовой серии отвечают нормальнощелочным габбро с умереннощелочным уклоном. Им характерна умеренная титанистость (TiO_2 около 1.5 мас. %), индекс $Al\#$ составляет 0.8–1.1, а индекс $Mg\#$ варьирует в пределах 54–29. Распределение индикаторных микроэлементов характеризуется умеренной обогащенностью Cs, Rb, Ba, Sr, U, Pb, P3Э.

Вмещающими породами являются различные вулканогенно-осадочные образования девона и карбона. Улугуртауский комплекс датирован Sm-Nd методом по амфиболовому долериту 321 ± 15 млн лет [10].

Закключение. Проведенные исследования показали многообразие продуктов постостроводужного интрузивного магматизма Западно-Магнитогорской зоны. Полученные результаты позволили разработать новую схему систематизации этого магматизма. В период времени от позднего девона (D_3fm) до позднего карбона (C_1b) выделены четыре последовательные эволюционно-генетические интрузивные серии: 1) габбронорит-диоритовая (D_3fm), 2) габбро-диорит-гранитовая (C_1t-v), 3) перидотит-габбро-диорит-гранитовая (328–324 млн лет/ U-Pb), 4) лампрофир-долеритовая (321 млн лет/Sm-Nd). Каждая серия характеризуется самостоятельными особенностями морфологии тел, а также петрографии, минералогии и геохимии пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: Дизайн-ПолиграфСервис, 2010. 280 с.
2. Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А. Структурная геология Магнитогорского синклиория Южного Урала. М.: Наука, 1992. 184 с.
3. Знаменский С.Е. Структурные условия формирования коллизионных месторождений золота восточного склона Южного Урала. Уфа: Гилем, 2009. 348 с.
4. Знаменский С.Е. Структурная эволюция Кизильского разлома (Южный Урал) // Известия Уфимского научного центра РАН. № 4. 2015. С. 83–88.
5. Салихов Д.Н., Бердников П.Г. Магматизм и оруденение позднего палеозоя Магнитогорского мегасинклиория. Уфа: БФАН, 1985. 94 с.
6. Салихов Д.Н., Беликова Г.И. Конформный базитовый магматизм мягкой коллизии Магнитогорского мегасинклиория // Геологический сборник № 9. Уфа: Дизайн-ПолиграфСервис, 2011. С. 164–172.
7. Салихов Д.Н., Беликова Г.И., Пучков В.Н., Рахимов И.Р. Магматизм Худолазовской мульды на Южном Урале // V Всероссийский симпозиум по вулканологии и палеовулканологии: Вулканизм и геодинамика. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2011. С. 163–166.
8. Рахимов И.Р. Геология, петрология и рудоносность позднедевонско-карбонového интрузивного магматизма Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала: дис. ... кандидата геол.-минералог. наук. Уфа, 2017. 181 с.
9. Салихов Д.Н., Беликова Г.И., Пучков В.Н., Эрнст Р., Седерлунд У., Камо С., Рахимов И.Р., Холоднов В.В. Никеленосный интрузивный комплекс на Южном Урале // Литосфера. № 6. 2012. С. 66–72.
10. Рахимов И.Р., Салихов Д.Н., Пучков В.Н., Ронкин Ю.Л., Холоднов В.В. Башкирский Sr-Nd возраст завершающей стадии коллизионного магматизма Западно-Магнитогорской зоны Южного Урала // Доклады Академии наук. Т. 457. №4. 2014. С. 445–450.

REFERENCES

1. Puchkov V.N. Geologiya Urala i Priuraliya (aktualnye voprosy stratigrafii, tektoniki, geodinamiki i metallogenii) [Geology of the Urals and the Cis-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonic, geodynamics and metallogeny)]. Ufa, Dizayn-PoligrafServis, 2010, 280 p. (in Russian).
2. Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A. Strukturnaya geologiya Magnitogorskogo sinklinoriya Yuzhnogo Urala [Structural geology of the Magnitogorsk Megasyntinorium of the South Urals]. Moscow, Nauka, 1992, 184 p. (in Russian).
3. Znamensky S.E. Strukturnaya evolyutsiya Kizil'skogo razloma (Yuzhnyy Ural) [Structural evolution of the Kizil Fault (South Urals)]. Izvestiya Ufim'skogo nauchnogo tsentra RAN – Bulletin of the Ufa Scientific Centre RAS, 2015, no. 4, pp. 83–88. (In Russian).
4. Znamensky S.E. Strukturnye usloviya formirovaniya kollizionnykh mestorozhdeniy zolota vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala [Structural conditions for the formation of collisional gold deposits on the eastern slope of the South Urals]. Ufa, Gilem, 2009, 348 p. (In Russian).
5. Salikhov D.N., Berdnikov P.G. Magmatizm i orudnenie pozdnego paleozoya Magnitogorskogo megasinklinoriya [Late Paleozoic magmatism and mineralization of the Magnitogorsk Megasyntinorium]. Ufa, 1985, 94 p. (In Russian).
6. Salikhov D.N., Belikova G.I. Konformnyy bazitovyy magmatizm myagkoy kollizii Magnitogorskogo megasinklinoriya [Conformal soft-collision basic magmatism of the Magnitogorsk Megasyntinorium]. Geologicheskii sbornik [Collected papers in geology]. No. 9. Ufa, Dizayn-PoligrafServis, 2011, pp. 164–172. (In Russian).
7. Salikhov D.N., Belikova G.I., Puchkov V.N., Rakhimov I.R. Magmatizm Khudolazovskoy muldy na Yuzhnom Urale [Magmatism of the Khudolaz mould in the South Urals]. V Vserossiyskiy simpozium po vulkanologii i paleovulkanologii: Vulkanizm i geodinamika [5th All-Russian Symposium on Volcanology and Paleovolcanology. Volcanism and Geodynamics]. Ekaterinburg, IGG UrO RAN, 2011, pp. 163–166. (In Russian).
8. Rakhimov I.R. Geologiya, petrologiya i rudoznost pozdnedevojsko-karbonovogo intruzivnogo magmatizma Zapadno-Magnitogorskoy zony Yuzhnogo Urala [Geology, petrology and ore mineralization of Late Devonian–Carbon intrusive magmatism of the Western Magnitogorsk Zone of the South Urals]. PhD Thesis in Geology. Ufa, 2017, 181 p. (In Russian).
9. Salikhov D.N., Belikova G.I., Puchkov V.N., Ernst R., Söderlund U., Kamo S., Rakhimov I.R., Kholodnov V.V. Nikelenosnyy intruzivnyy kompleks na Yuzhnom Urale [Nickel-bearing intrusive complex in the South Urals]. Litosfera – Lithosphere, 2012, no. 6, pp. 66–72. (In Russian).
10. Rakhimov I.R., Salikhov D.N., Puchkov V.N., Ronkin Yu.L., Kholodnov V.V. Bashkirskiy Sr-Nd vozrast zavershayushchey stadii kollizionnogo magmatizma Zapadno-Magnitogorskoy zony Yuzhnogo Urala [Bashkirian Sr-Nd age of the Western Magnitogorsk Zone of the South Urals]. Doklady Earth Sciences, 2014, vol. 457, no. 4, pp. 445–450. (In Russian).

Работа выполнена в рамках Государственного задания по теме № 0252-2017-0012 «Магматические системы в истории развития Южного Урала (геодинамические обстановки формирования и металлогеническая специализация)».