

ПОЗНЕДОКЕМБРИЙСКИЙ МАГМАТИЗМ ЗАПАДНОГО СКЛОНА УРАЛА (краткий обзор истории исследований, итогов изучения и проблемных вопросов)

Характерной особенностью эндогенной геологии западного склона Урала (ЗСУ) является относительно не интенсивное и очень неравномерное во времени и пространстве проявление разновозрастных процессов магматизма, охватывающих длительный отрезок времени от архея до позднего палеозоя, с неоднократными излияниями эффузивов и внедрениями интрузивных комплексов различного состава, связанных с различными этапами развития Восточно-Европейской платформы (архей, ранний протерозой) и Уральского складчатого пояса (поздний протерозой, палеозой). Малая интенсивность магматизма на западном склоне Урала, по сравнению с восточным, отмечалась многими исследователями, в том числе А. Н. Заварицким в 1939 году, а также И. Д. Соболевым [1961]; по его подсчетам, насыщенность магматическими образованиями ЗСУ (10,8%) в несколько раз уступает восточному склону Урала (43,7%). По нашим данным, насыщенность магматическими образованиями верхнедокембрийско-палеозойского разреза ЗСУ в целом еще ниже и, видимо, составляет не более 4–5%. Тем не менее, или именно по этой причине, интерес к изучению магматизма этой промышленно важной части Урала всегда был значительным и особенно вырос в последние десятилетия в связи с рудообразующим и рудоконтролирующим значением магматических процессов и их высокой информативностью (индикаторной ролью) в геодинамических реконструкциях.

В истории геологического изучения магматизма, как и всей геологии ЗСУ, наиболее выпукло выделяются четыре крупных этапа.

В первый этап (с начала 18 века до создания Геологического комитета в 1882 году) в результате редких экспедиционных и маршрутных исследований были получены начальные скудные и очень отрывочные данные по магматическим породам. Начиная с середины 18 века, в пределах западного склона Среднего и Южного Урала открываются основные районы и месторождения железных и медных руд, в том числе ильменит-титаномагнетитовых Кусинского района. В семидесятые годы 19 века наиболее значительные маршрутные исследования были выполнены И. В. Мушкетовым в Златоустовском горном округе Южного Урала, выделившим на геологической карте этого района, составленной в 1876 году, метаморфические

сланцы и силурийские отложения (в настоящее время рифейские), гранитоиды и зеленокаменные породы. Им же было отмечено сходство бердяшских гранитов с рапакиви.

Второй период (с 1882 по 1917 гг.) в основном характеризуется составлением мелкомасштабных (10 верст в дюйме) геологических карт на значительные территории ЗСУ (Ф. Н. Чернышев, А. А. Штукенберг, П. П. Кротов, А. А. Краснопольский) и изучением геологии месторождений железных руд, проводимыми Геологическим комитетом; при этих работах был получен значительный материал о развитии в пределах ЗСУ магматических и метаморфических пород. В этот период из относительно крупных интрузий региона был изучен только Троицкий гранитный (граносиенитовый) массив на Среднем Урале и обоснован Л. Дюпарком и Л. Мразеком в 1904 г. контактово-метасоматический генезис ассоциирующихся с ним месторождений железных руд. В отношении возраста геологических образований региона взгляды геологов в этот период существенно расходились — от признания докембрийского возраста значительной их части (А. А. Штукенберг, А. П. Карпинский) до полного его отрицания (Ф. Н. Чернышев, Н. Н. Тихонович).

Период двадцатых–тридцатых годов 20 века характеризуется развертыванием, начиная с 1927 года, планомерных работ на Урале по геологической съемке среднего (1 : 200 000) и крупного (1 : 50 000) масштабов, поискам и разведке полезных ископаемых, прерванных или значительно сокращенных с началом Отечественной войны 1941–1945 годов. Геологическими исследованиями О. П. Горяиновой, Э. А. Фальковой, А. И. Олли, А. И. Иванова и др. была установлена принадлежность широко развитых на ЗСУ древних немых отложений к докембрию, разработана их стратиграфия; Н. С. Шатским в 1945 году обосновано выделение рифейской группы. Выяснилось значительное распространение среди докембрийских жильных диабазов, габбродиабазов и вулканических толщ. А. Н. Заварицким, М. И. Гаранем, А. И. Ивановым и др. предполагалась разновозрастность габбродиабазов ЗСУ, но на геологических картах до начала семидесятых годов и позднее они показывались как верхнепротерозойские без расчленения по возрасту и составу. Первыми объектами поисково-разведочных работ, кроме бурожелезняковых

рудных районов, на ЗСУ стали рудоносные Кусинская, Копанская, Сарановская и Юбрьштинская интрузии, что послужило основой их промышленного освоения и выводов о дифференцированной природе некоторых из них [Мальшев и др., 1934; Зимин, 1936]. Было выполнено также детальное геолого-петрографическое изучение Бердяшского массива гранитов рапакиви [Заварицкий, 1937]. В объяснительной записке к первой геологической карте Урала м-ба 1:500 000, изданной в 1939 году, А. Н. Заварицким подчеркивается очень незначительное развитие на ЗСУ изверженных пород в виде многочисленных даек и интрузивных залежей диабазов, а также гранитов, представленных Бердяшским и Троицким массивами.

Послевоенный период отличается углубленным планомерным и комплексным изучением геологии ЗСУ и включает средне- и крупномасштабное геологическое картирование всего региона, тематические исследования и обобщающие работы по всему Уралу или его отдельным частям. В результате работ многочисленных исследователей (в том числе А. А. Алексеева, Б. Д. Аблизина, М. И. Гараня, Б. А. Голдина, В. А. Душина, В. С. Енокяна, А. М. Зильбермана, О. К. Иванова, С. Н. Иванова, О. В. Карповой, Л. И. Кравцовой, А. А. Краснобаева, В. И. Ленныха, Л. И. Лукьяновой, И. Л. Лучинина, И. А. Малахова, В. И. Мизина, В. Н. Охотникова, В. П. Парначева, Л. Л. Подсосовой, В. Н. Пучкова, Н. А. Румянцевой, Н. А. Сирина, Ю. Д. Смирнова, И. Д. Соболева, Н. П. Старкова, М. В. Фишмана, П. Н. Швецова, Д. С. Штейнберга и др.) были значительно расширены и уточнены наши знания и представления по всем вопросам геологии и истории геологического развития региона, в том числе и по магматической геологии позднего докембрия. В первую очередь геологосъемочные и тематические работы, кроме картирования новых проявлений магматических пород, наглядно выявили особенности и специфические черты региона, заключающиеся в относительно слабом развитии магматизма в его пределах, широком распространении разновозрастных габбро-диабазов, пикритсодержащих ассоциаций и вулканитов повышенной щелочности, показали большое разнообразие магматических пород и связанной с ними рудной минерализации, позволили провести межрегиональную и внутрирегиональную корреляции магматизма, выполнить формационный анализ и уточнить или пересмотреть формационное положение многих магматических комплексов, в том числе вулканогенных пород айской и машакской свит [Штейнберг и др., 1959; Штейнберг, 1973; Алексеев, 1984]. Была доказана принадлежность Кусинского плутона к расслоенным интрузиям [Штейнберг и др., 1959]. Все эти данные имели немаловажное значение в разработке новых представлений о палеотектонических условиях развития региона в позднем докембрии и для обобщений по магматизму для всего ЗСУ или его отдельных частей

[Смирнов, 1961; Голдин, Фишман, 1967; Алексеев, 1984, 1994; Мизин, 1988; Смирнов и др., 1997].

С 1968 года и вплоть до настоящего времени тематическим изучением преимущественно позднедокембрийского магматизма западного склона Южного Урала и отчасти Урала в Институте геологии Уфимского научного центра РАН занимается небольшая группа исследователей, возглавляемая автором этого обзора и входящая последовательно в составы лаборатории эндогенной металлогении, петрологии, геологии докембрия и в настоящее время — метаморфизма.

Обработка, анализ и обобщение богатых многолетних материалов полевых исследований группы и обширных данных геологосъемочных работ производственных организаций по изучению магматизма с учетом результатов изотопно-геохронологических исследований (М. А. Гаррис, А. А. Краснобаев и др.) позволили существенно обновить или расширить, уточнить и развить наши представления о роли магматических процессов в геологическом строении, историческом развитии и металлогении региона. Основные научные результаты выполненных в Институте геологии исследований магматической геологии ЗСУ изложены автором в монографиях [Алексеев, 1976, 1984] и в ряде последующих публикаций [Алексеев, 1994; Алексеев, Алексеева, 1992, 1999; Алексеев, Алексеева, Ковалев, 1992, 1993]. Обобщенно они могут быть сведены к следующему.

1. Разработана схема возрастного расчленения магматических образований Башкирского мегантиклинория с выделением среди них магматических производных архейского, раннепротерозойского, позднепротерозойско-кембрийского и палеозойского (ордовикско-пермского) структурно-вещественных комплексов, а в составе позднепротерозойских магматических образований — ранне-, средне-, позднерифейских и вендских магматических циклов и внутри них разновозрастных магматических комплексов [Алексеев, 1984].

2. Выполнено формационное расчленение позднедокембрийских и отчасти палеозойских магматических образований Башкирского мегантиклинория и всего западного склона Южного Урала и ЗСУ, включающее пересмотр, уточнение и обоснование формационной принадлежности ранее выделенных магматических комплексов, а также выделение новых для региона формационных типов и формаций магматических пород. Наиболее характерным формационным типом, определяющим «лицо» магматической геологии ЗСУ, является разновозрастная (от раннего протерозоя до среднего палеозоя) габбродиабазовая формация, широко распространенная в пределах этого региона в форме дайковых и силловых интрузивных тел разных размеров, сложенных недифференцированными преимущественно сохранившими кайнотипный облик габбродиабазами. При общей принадлежности к одному формационному

типу петротипы конкретных формаций достаточно заметно различаются как петрографическими, так и петрогеохимическими характеристиками, уверенно выявляемыми при внимательном изучении их вещественного состава. Вторым характерным формационным типом, но значительно менее распространенным по сравнению с габбродиабазовым, для ЗСУ является диабаз-пикритовый тип, включающий диабаз-пикритовые формации дифференцированных в магматической камере силлов в основном рифейского возраста.

Вулканогенные толщи в основаниях нижнерифейских и среднерифейских отложений, как известно, в начале их изучения в сороковых–пятидесятых годах 20 в. относились к спилитам, диабазам и альбитофирам и рассматривались соответственно в составе спилит-диабазовой (Г. А. Смирнов, М. И. Гарань) и спилит-кератофировой (М. И. Гарань) формаций геосинклинального типа. Формационное положение вулканитов в составе айской свиты нижнего рифея было уточнено В. И. Ленных и В. И. Петровым, в результате геологосъемочных работ в 1974 году отнесшими их к формации калиевых щелочных базальтоидов. По нашим материалам, щелочные базальтоиды комплекса соответствуют континентальной щелочной оливин-базальтовой (трахибазальтовой) формации по Ю. А. Кузнецову. Принадлежность кислых и основных вулканитов машакского уровня среднего рифея к контрастной липарит-базальтовой формации субплатформенного или платформенного типа была обоснована Н. А. Румянцевой и Ю. Д. Смирновым и подтверждена нашими исследованиями. Для вулканитов третьего в разрезе рифея–венда уровня эффузивного магматизма в составе аршинской свиты венда, относимых ранее к базальтовой формации (П. Н. Швецов и др.), нами было обосновано соответствие трахибазальтовой формации [Алексеев, Алексеева, 1980].

К существенным результатам изучения магматизма ЗСУ и западного склона Южного Урала относится и выделение с нашим участием новых для региона типов магматических формаций — щелочных габброидов, диабаз-пикритового, пикритового [Алексеев, 1979, 1984; Алексеев, Алексеева, 1980]. Допалеозойские габброиды с щелочным уклоном в области развития древних толщ ЗСУ отмечались и ранее, но на Южном Урале они относились к щелочно-базальтовой формации [Швецов и др., 1976]. Впервые щелочные габброиды из габбро-диабазовой ассоциации ЗСУ были обособлены Н. А. Румянцевой [1963]. По нашим данным, формация щелочных габброидов в пределах Башкирского мегантиклинория объединяет две родственные серии пород: калий-натриевых субщелочных диабазов–эссексит-диабазов (миселинский комплекс) и калиевых, натрий-калиевых меланократовых сиенитов–монцонитов–эссексит-диабазов (авашлинский комплекс). Геологические и радиогеохронологические данные подтверждают

допалеозойский (вендский) возраст магматических комплексов этой формации [Алексеев, Алексеева, 1980].

До проведения тематических работ по изучению магматизма западного склона Южного Урала Институтом геологии УНЦ РАН и выделения нами [Алексеев, 1979] диабаз-пикритовых разновозрастных (ранне-, средне- и позднерифейских) комплексов самостоятельной диабаз-пикритовой формации при производстве геологосъемочных работ на ЗСУ изредка отмечались силлы и дайки смешанного состава, сложенные в разных соотношениях основными и ультраосновными (типа пикритов) породами, описывавшиеся неоднозначно, но обычно как разновозрастные, но совмещенные в пространстве обособленные интрузии или как сложные дайки. Признаки дифференциации в пикритах и оливиновых диабазах Бакальского рудного поля без их генетической оценки указывались А. С. Варлаковым, в габбродиабазовых Предуральского прогиба К. Р. Тимергазиным и Д. В. Постниковым, в тараташском комплексе дифференцированная диабаз-пикритовая залежь была описана В. И. Ленных и В. И. Петровым. Принадлежность ранее описывавшихся как однородные диабазовых или сложных, но совмещенных разновозрастных интрузивных тел к дифференцированным диабаз-пикритовым залежам была обоснована нами при выделении шуйдинского и лапыштинского диабаз-пикритовых комплексов. Более детальное изучение многих из залежей сложного или неоднородного строения и даже считавшихся однородными диабазовыми или пикритовыми тел ЗСУ показало, что они обычно принадлежат к типу отчетливо дифференцированных мафит-ультрамафитовых (диабаз-пикритовых) малых интрузий, представленных, как правило, силлами и межпластовыми залежами.

3. Впервые для Башкирского мегантиклинория и региона западного склона Южного Урала составлены карты магматизма масштаба 1 : 200 000 [Алексеев, Алексеева, 1980 г., 1981 г.], показывающие размещение, возрастное положение и формационную принадлежность почти всех известных к тому времени дорифейских, рифейско-вендских и палеозойских проявлений интрузивного и эффузивного магматизма с отнесением их к протогеосинклинально-протоплатформенной стадии развития (архей–ранний протерозой) и к режимам автономной (рифей–венд) и отраженной (палеозой) тектоно-магматической активизации [Алексеев, 1984].

4. Выполнена внутрирегиональная корреляция магматизма и метаморфизма Южного Урала и Предуралья [Алексеев, 1984], послужившая в дальнейшем основой для межрегиональной корреляции магматизма в пределах всего ЗСУ [Охотников и др., 1987; Алексеев, 1994; Алексеев, Алексеева, 1991]. Уточненный вариант схемы сопоставления магматизма и метаморфизма западного склона Южного Урала представлен здесь в таблице 1. Обобщение материалов изучения магма-

тизма региона и их межрегиональная корреляция позволили выявить общие отличительные черты и особенности в его развитии, к которым относятся: близкое одновременное проявление процессов магматизма в разных частях этого обширного региона по латерали (включая Предуралье), свидетельствующее об общности истории и условий развития рассматриваемой области; более активное и разнообразное проявление магматической деятельности на Приполярном и Полярном Урале; неравномерное проявление процессов магматизма в пределах региона, свойственное в той или иной степени всем этапам, и наиболее типично выраженное в ареальном распространении вулканической деятельности, в сравнении с неравномерным, но почти региональным распространением интрузивных габбродиабазовых формаций; преимущественно толеитовый магматизм с не менее чем трехкратным повторением однотипных ассоциаций и формаций континентального типа в рифее, свидетельствующим об унаследованности и устойчивости тектонического режима и в то же время о возвратно-поступательном характере его развития; щелочно-основной, известково-щелочной и неинтенсивный гранитоидный магматизм в венде, позволяющий предполагать последовательное проявление в этот этап континентально-рифтогенных, окраинно-континентальных и коллизионных обстановок; существенные региональные различия магматизма южного и северного секторов ЗСУ в вендское время, выражающиеся в большей интенсивности и разнообразии магматизма в северном секторе (Приполярном и Полярном Урале) с понижением общей титанистости и щелочности магматитов в том же направлении, обусловленные, видимо, различиями в конкретных геодинамических обстановках в различных частях этой протяженной окраинно-континентальной структуры в вендское время.

5. Выделены многие конкретные магматические комплексы ЗСУ, дана их детальная петрографо-минералогическая и петрогеохимическая характеристика, показаны общие черты и различия разновозрастных, но однотипных по формационным чертам комплексов, выявлено направленное увеличение титанистости и щелочности верхнепротерозойских магматических производных региона от поздних этапов раннего рифея к венду, отражающее, видимо, усиление общей кратонизации земной коры региона и увеличение глубин выплавления магматических расплавов, возможно, в связи с общим наращиванием в рифее мощности осадочного чехла [Алексеев, 1976, 1984, 1994].

6. Выполнено комплексное геолого-петрологическое изучение расслоенных интрузий ЗСУ, показано, что формации расслоенных интрузий здесь представляют характерный член магматических формаций, а регион может рассматриваться как крупная провинция позднедокембрийских расслоенных интрузий, своеобразие

которой заключается в значительном развитии глубоко дифференцированных маломощных диабаз-пикритовых силлов рифейского возраста. Расслоенные интрузии ЗСУ и Предуралья, независимо от их размеров, имеют те же принципиальные черты, присущие кластическим расслоенным плутонам и интрузиям. Разработана схема расчленения расслоенных интрузий ЗСУ, среди которых выделены собственно расслоенные, в которых проявлены все виды расслоенности (грубая, ритмическая и скрытая), и дифференцированные, без явных признаков проявления ритмической расслоенности. Крупные расслоенные интрузии в регионе представлены перидотит-пироксенит-норитовой формацией (кусинско-копанский и сарановский комплексы). К расслоенным интрузиям с полным правом могут быть отнесены и рифейские межпластовые залежи диабаз-пикритовой (нижняя залежь мисаелгинского комплекса) и габбро-диабазовой (рудноносный силл Юбрьшкинский-1) формаций значительной (до 300–400 м) мощности. К дифференцированному типу интрузий относятся силлы преимущественно небольшой (до десятков метров) мощности диабаз-пикритовой, габбро-диабазовой, пикродолерит-пикритовой и эссексит-пикритовой формаций. Установлена принадлежность к расслоенной диабаз-пикритовой формации дифференцированных залежей нижнего и среднего рифея Южного Предуралья, в связи с чем восточная окраина Русской платформы и Урал (ЗСУ) в рифее следует рассматривать как единую петрографическую провинцию, что подтверждается также возрастной и геолого-формационной общностью габбродиабазовых комплексов рифея этих областей [Алексеев, 1994; Алексеев, Алексеева, 1991; Алексеев, Алексеева, Ковалев, 1993].

7. Установлено, что расслоенные интрузии ЗСУ формировались в основном из магматических расплавов оливин-толеитового и пикробазальтового составов, имеющих мантийный генезис, обусловленный по расчетам С.Г. Ковалева [1996], частичным (от 25 до 30%) плавлением при давлении 25–28 кбар мантийного субстрата, промежуточного по составу между примитивной мантией и шпинелевым перидотитом. Ведущим механизмом дифференциации при формировании расслоенных и дифференцированных массивов являлись процессы фракционной кристаллизации исходного расплава и гравитационного разделения минералов в расплаве, при преимущественно подчиненной роли других механизмов дифференциации [Алексеев, Алексеева, Ковалев, 1992], приведшие к резко асимметричному строению залежей с обособлением четко выраженных пикритовой и габбродиабазовой зон в разрезе дифференцированных интрузий (рис. 1). Результаты математического моделирования процессов кристаллизации маломощных дифференцированных диабаз-пикритовых тел западного склона Южного Урала С.Г. Ковалевым [1996] интерпретируются как подтверждающие ведущую

Таблица 1

Схема сопоставления магматизма и метаморфизма западного склона Южного Урала

Возраст	Геохронол. подразделения	Стр.-вещ. комплексы и циклы	Восточная окраина Русской платформы	Инзерско-Алатауская зона	Тараташско-Ямантауская зона	Златоустовско-Белорецкая зона	Нязепетровская и Зилаирская зона	Уралтауская зона
240±10	Пермь	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез. Гранит-порфиры 248,266	Диафторез. Гранит-порфиры 248,266	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290
285±10	Карбон	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Гранитная формация - Сыростанский к. 285-335	Гранитная формация - Сыростанский к. 285-335	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290
350±10	Девон	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290
395±10	Девон	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290
410±10	Силур	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290
440±10	Ордовик	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290
500±15	Кембрий	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290
570±15	Венд	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290
650±20	Поздний	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	Пикритовая ф.-Иштинский к. 365-290	К а т а г е н е з	К а т а г е н е з	Диафторез 290

1000±50	П р о т е р о з о и	Р а н н и й	Р и ф е й с к о - в е н д с к и й (рифейско-вендский) *	Габбро-диабазы 1120, 940-1220 (1119-средн.) Расслоенные диабаз-пикритовые силлы (скв. Кипчак-1) 1046-1080	Габбро-диабазовая формация Повальненский к. 1004-1271 Диабаз-пикритовая ф. Лапыштинский, Буландихинский к. 1013±15 Граниты ралакиви Бердяушский к. 1348±13 1354±20 Ларит-базальтовая формация Машакский и др. к. 1348±30 Габбро-диабазовая ф. Кургасский к. 1359-1380	Яндыкский комплекс Кулинско-юпанский к. 1288, 1290, 1370, 1428 1300	Нижняя часть субстрата Максютовского к. (?) <u>870-1170</u>
1350±50	П р о т е р о з о и	Р а н н и й	Р и ф е й с к о - в е н д с к и й *	Габбро-диабазы 1366, 1350, 1360, 1370 Расслоенные диабаз-пикритовые силлы (скв. Актаныш-183)	Габбро-диабазовая формация Юшинский комплекс Диабаз-пикритовая ф. Шуйдинский комплекс		
1650±50	П р о т е р о з о и ранний	К а р е л ь с к и й	К а р е л ь с к и й	Габбро-диабазы 1610, 1650 Гранитизация 1690, 1743, 1762 Метаморфизм амфиболитовой фации 2117, 2175, 2165, 2223, 2270	Трахибазальтовая ф.-Навышский к. <u>1635±30</u> Габбро-диабазы, диабазы 1659-2192 Гранитизация 1700-1800 Метаморфизм амфиболитовой фации 1790-1820, 2100-2200 Формирование субстрата Александровского метаморфического комплекса 1960-2050		
1900±50	П р о т е р о з о и ранний	А р х е й	А р х е й	Метаморфизм гранулитовой фации 2660, 2740, 2798, <u>2650-2950</u> , 2580-2800	Гранулитовый метаморфизм 3100-2700 Формирование субстрата Тараташского метаморфического комплекса 3300-2700		
2500±50	А р х е й	В е л о м о р с к и й	В е л о м о р с к и й				

Радиологические датировки по данным М.А.Гаррис, А.А.Краснобаева, Л.Н.Овчинникова, Д.В.Постникова, В.И.Ленных, А.А.Алексеева, и др. Возрастные рубежи даны для докембрия по стратиграфической шкале, утвержденной МСК в 1991 г., для палеозоя по Г.Д.Афанасьеву (1968). Методы радиологического датирования: 1200 калий-аргоновый (млн.лет); 1200 рубидий-стронциевый (млн.лет); 1200 Rb-Rb термизохронный (млн.лет); 1200 U-Th-Pb метод (млн.лет). К. - комплекс, ф. - формация. Геодинамические обстановки: * - континентально-рифтогенные, ** - континентальных окраин.

роль в их формировании жидкостного (ликвационного) расслоения, но пока геологических данных в пользу крупномасштабной ликвации, обусловившей глубокую дифференциацию диабаз-пикритовых залежей региона, у нас нет.

8. Для Кусинско-Копанского расслоенного комплекса обосновано представление, согласно которому сейчас на поверхности обнажена только краевая часть очень крупного деформированного лакколита и нам известна только верхняя часть расслоенной серии, а нижняя часть ее разреза, сложенная ультраосновными и переходными к основным породам дифференциатами — дунитами, перидотитами, гортонолитами и другими, пока не вскрыта. Правомочность такого представления подтверждается обнаружением в последние годы неизвестной на поверхности мощной однородной зоны ильменитовых габброноритов, балансом титана для известной нам части разреза интрузии в сопоставлении с его содержанием в исходном расплаве, а также геофизическими материалами, свидетельствующими о наличии обширной (до 25×40 км) и интенсивной положительной гравитационной аномалии восточнее полосы выходов на дневную поверхность интрузий комплекса [Алексеев, Алексеева, 1992, 1996]. На основе изложенных представлений и данных нами был построен изображенный на рис. 2 разрез нескрытой части Кусинско-Копанской интрузии [Алексеев, Алексеева, 1996]. В связи с этим представлением существенно изменяются и прогнозные оценки перспектив рудности комплекса. Во-первых, уже сейчас надежно обосновываются крупные запасы относительно небогатых вкрапленных ильменитовых руд в мощном 300-метровом горизонте ильменитовых габброноритов с содержанием TiO_2 6–8% и суммарного железа до 20%. Во-вторых, обоснование большого объема горизонтов

ультраосновных пород в нижней нескрытой части разреза расслоенной серии дает основание весьма положительно оценивать перспективы их на оруденение, типичное для базальной части большинства классических расслоенных базальтоидных плутонов — медно-никелевое, платиноидное, хромитовое. Подобные перспективы будут еще более обоснованными, если подтвердится наше предположение о пикробазальтовом составе исходного расплава Кусинско-Копанской интрузии.

9. При изучении ультраосновного магматизма позднего докембрия ЗСУ установлено, что ультраосновные ассоциации рифейского этапа развития Урала имеют базальтоидный генезис и представляют преимущественно высокомагнезиальные дифференциаты расслоенных интрузий различной формационной принадлежности; для вендской эпохи главной ультрамафитовой ассоциацией является пикритовая и намечается выделение щелочно-ультраосновной формации. Высказана точка зрения, что надежно обоснованные позднедокембрийские офиолитовые ассоциации в пределах ЗСУ отсутствуют, а ультрамафитосодержащие магматические комплексы позднего докембрия региона по геолого-формационным признакам соответствуют формациям областей активизации стабилизированных континентальных структур в условиях континентально-рифтогенного режима в рифее (расслоенные интрузии) и различных стадий вендско-кембрийского тектоно-магматического цикла плитотектонического типа в обстановке континентального рифтогенеза, рифтообразования на пассивной континентальной окраине или тыловых частях активных континентальных окраин (возможно, сарановский комплекс, щелочно-ультраосновная и пикритовая формации) [Алексеев, 1990, 1994; Алексеев, Алексеева, Ковалев, 1996].

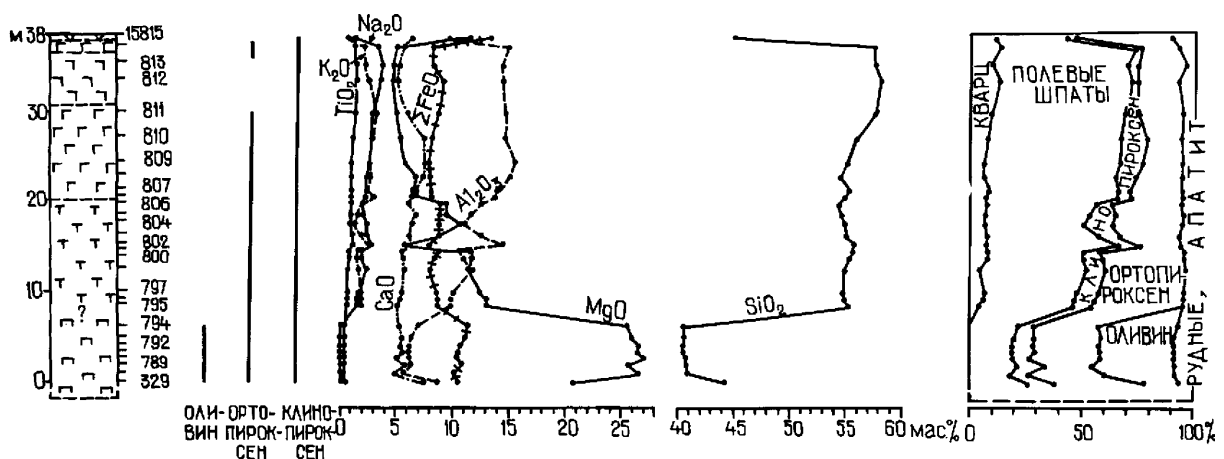


Рис. 1. Разрез и вариационные диаграммы изменения химического и нормативно-минерального составов дифференцированного диабаз-пикритового силла хр. Шуйда [Алексеев, Алексеева, Ковалев, 1993]

1 – базальтовые порфириды и диабазы верхней краевой группы; 2–4 – лейкократовые гранофировые габбродиабазы (2 – двупироксеновые, 3 – клинопироксеновые, 4 – ортопироксеновые); 5 – пикриты

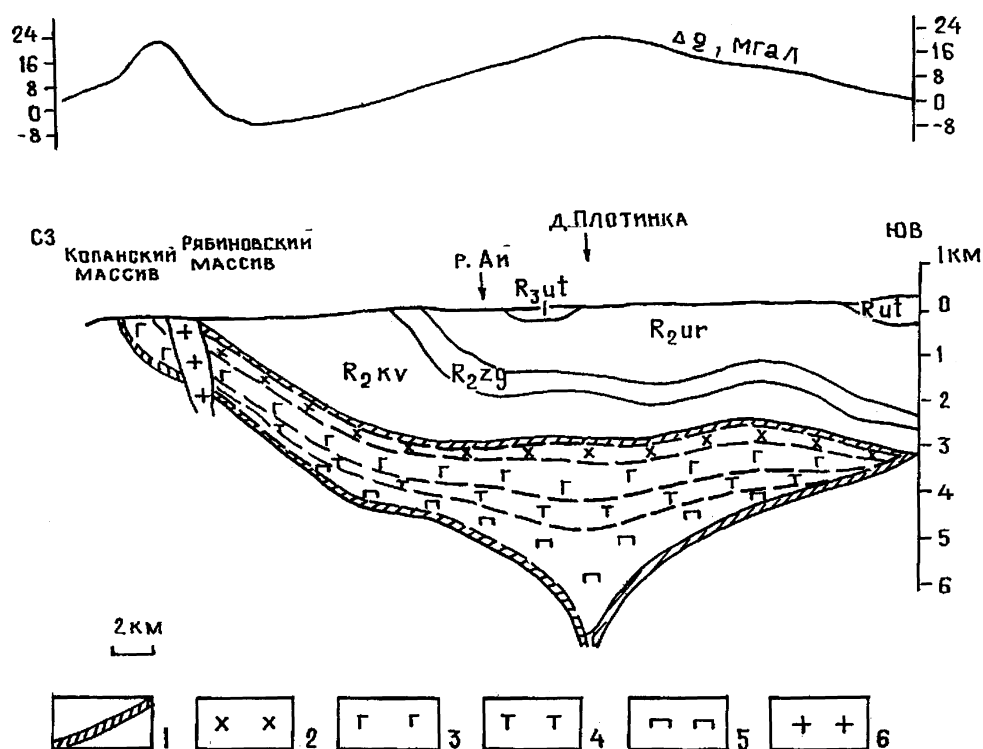


Рис. 2. Предполагаемый вариант строения нескрытой части Кусинско-Копанского расслоенного массива [Алексеев, Алексеева, 1996]

1 – краевая группа; 2 – диорит-гранитная зона; 3 – габброидная зона; 4 – зона ильменитовых габброноритов; 5 – нескрытая нерасчлененная ультраосновная зона; 6 – граниты. Δg – кривая значений силы тяжести

10. Поздневендские гранитоидные интрузии с преобладанием в их составе биотитовых гранитов имеют значительное распространение в основном на Приполярном и в меньшей степени на Полярном Урале. На Южном Урале производные поздневендского кислого магматизма установлены в составе Ахмеровского массива синтетектонических (коллизийных) биотитовых гнейсированных гранитов в Маярдакской структуре Башкирского мегантиклинория и Барангульского комплекса посттектонических лейкократовых гранитов в Уралтауском антиклинории. Гранитоидный магматизм вендско-кембрийского цикла завершается формированием предордовикской гранит-липаритовой формации, имеющей, по данным И. Л. Лучинина, значительное распространение в пределах Западно-Уральского поднятия. В пределах Уралтауского антиклинория в составе юмагузинской свиты максютовского эклогит-глаукофансланцевого комплекса нами были выявлены своеобразные породы типа лептитов, представляющие метаморфизованные кислые вулканы с калиевой спецификой; выяснение времени проявления этого вулканизма в связи с выявлением палеозойских кондонтов в карбонатных линзах этого комплекса представляет большой интерес и вполне возможно, так как лептиты содержат акцессорный циркон в хорошо обра-

зованных идиоморфных микрокристаллах [Алексеев, 1976, 1984, 1994].

11. Выявлены и описаны новые для западного склона Южного Урала разновидности магматических пород, в том числе ильменитовые габбронориты Кусинского массива, монциты сверхглубокой скв. Кулгунино, а также породы, представляющие значительный интерес в связи с проблемой поисков коренных источников алмазов на территории республики — санидиновые трахибазальты из Кужинского барит-полиметаллического месторождения и калиевые пикробазальты Алатауского антиклинория, близкие по ряду особенностей к базальтоидам лампроитового типа или родственные им [Алексеев, 1984; Алексеев, Алексеева, 1980, 1996].

12. Комплексное изучение эндогенных (магматических и метаморфических) петрогенетических процессов и формаций позднего докембрия западного склона Урала, с первостепенным вниманием к магматизму, позволяет с наибольшей обоснованностью и надежностью реконструировать палеотектонические режимы и геодинамические обстановки формирования рифеид Урала. Основным обобщающим выводом из анализа магматизма региона является разработанное нами представление о формировании рифейско-

кембрийского (позднепротерозойского) структурно-вещественного комплекса (рифейд) в результате длительного циклического и направленного развития в течение позднепротерозойско-кембрийского мегацикла, разделяющегося на рифейскую эпоху континентально-рифтогенного режима (включающего три цикла тектономагматической активизации) и вендско-кембрийскую эпоху рифтогенно-орогенного режима плитнотектонического типа. Если на севере Урала существование в венде конвергентной зоны подтверждается в основном орогенным известково-щелочным магматизмом и метаморфизмом, то в южном секторе Урала надежным свидетельством ее проявления, кроме очень небольших масштабов коллизионного и постколлизионного гранитного магматизма, служит, главным образом, поздневендский складчатый региональный, в том числе высокобарический, метаморфизм верхнекембрийских толщ [Алексеев, 1990, 1994, 1997; Алексеев, Алексеева, 1991].

13. Анализ эндогенного оруденения и рудных формаций ЗСУ приводит к заключению о соответствии позднекембрийского оруденения региона минерагении осадочных толщ и магматических формаций чехла древних платформ в рифее и металлогении складчатых поясов на континентальном основании, развивающихся во внутриконтинентальных дивергентно-конвергентных зонах, в венде.

Обоснованные в результате изучения магматизма и метаморфизма палеотектонические представления о природе Урала в позднем докембрии значительно расширяют и уточняют наши знания о характере минерагении и перспективах рудоносности верхнекембрийских образований региона и позволяют существенно рационализировать поиски полезных ископаемых определенных генетических типов в конкретных структурных ярусах и металлогенических зонах [Алексеев, 1994, 2000].

Некоторые проблемные вопросы изучения магматизма позднего докембрия западного склона Урала нами рассматривались ранее [Алексеев, 1990; Алексеев, Козлов, 1997]. В числе их были отмечены вопросы возрастного и формационного расчленения, межрегиональной корреляции магматических образований региона, об уровнях проявления орогенных гранитоидных формаций, о проявлениях офиолитовой ассоциации и производных щелочно-ультраосновного магматизма, в том числе кимберлитов. Кроме того, был бы актуальным и необходимым более целенаправленный анализ возможных причин слабого проявления или отсутствия на Южном и Среднем–Северном Урале производных известково-щелочного и орогенного гранитоидного магматизма в среднюю и позднюю стадии вендского тектономагматического цикла.

Особый научный и практический интерес в магматической геологии ЗСУ, и западного склона Южного

Урала в особенности, представляет проблема проявления щелочно-ультраосновного магматизма, с производными которого типа кимберлитов или лампроитов, вероятно, связаны известные непромышленные алмазопоявления в аллювиальных отложениях Южного Урала. Указанная проблема становится особенно актуальной в связи с сообщениями об открытии в промышленно алмазоносном Красновишерском районе Северного Урала интенсивно измененных гипергенезом коренных алмазоносных пород типа лампроитовых туффизитов [Рыбальченко и др., 1997] и обнаружении выходов лампроитовых туффитов в пределах Каратауско-Сулейманского блока [Кузнецов и др., 1998]; за измененные гипергенными процессами витрокристаллические лампроитовые туффиты последними, возможно, недостаточно обоснованно приняты пластовые синевато-серые глины (по нашим материалам, аллювиальные глины пойменной или старичной фации) Малоязовского участка по р. Юрюзань и глины в прожилках, секущих брекчированные карбонатные породы каменноугольного возраста на различных участках этой структуры. Несомненно, что как близкие к лампроитам калиевые пикробазальты Алатауского антиклинория и санидиновые трахибазальты Кужинского месторождения, так и особенно принимаемые за продукты гипергенного изменения лампроитовых туфов и туффизитов образования и сходные с ними породы нуждаются во всестороннем изучении для обоснования их магматического происхождения.

Весьма интересной и важной для полного понимания истории геологического развития рифейд во всеуральском масштабе и эволюции палеотектонических режимов и геодинамических обстановок в рифейско-вендское время на Урале представляется проблема сопоставительного анализа и корреляции магматических образований позднего докембрия ЗСУ и относимых к рифею–венду осиповской, чулаксайской и рымникской свит Восточно-Уральского антиклинория, а также городищенской, алексеевской, тогузак-аятской свит Зауральского поднятия. В составе осиповской и городищенской свит известны в небольших объемах аповулканогенные зеленые сланцы, порфиритоиды и порфириды, представленные, по нашим материалам и данным К. Е. Гауэр [1981], разностями трахибазальтового состава с повышенной титанистостью, по формационным особенностям близкими к трахибазальтовой или липарит-базальтовой ассоциациям консолидированных структур. В разрезах осиповской свиты по рекам Уй и Санарка характерно широкое развитие секущих и согласных даек диабазов и диабазовых порфиритов неясного возрастного положения. По нашим наблюдениям, они представлены амфиболизированными породами преимущественно порфирического сложения, имеющими трахибазальтовый и, реже, трахиандезито-трахибазальтовый состав при повышенных содержа-

ниях TiO_2 (1,5–3 мас. %), щелочей (4–5,5%) и, в том числе, калия (0,7–2,1% K_2O) и, видимо, могут быть отнесены к формации щелочных габброидов, возможно, сопоставимой по времени и условиям формирования с аналогичной формацией ЗСУ.

В число более частных и ближайших задач исследования магматизма региона следует включить также изучение геологии и петрологии краевых зон интрузий Кусинско-Копанского расслоенного комплекса с целью поисков, прослеживания и уточнения составов пород закаленной фации, что желательнее и необходимо для более полного обоснования предложенного варианта строения нескрытой части этого рудоносного плутона, по нашим представлениям, очень крупного и перспективного на выявление руд черных и цветных металлов и самородных элементов.

Литература:

1. Алексеев А. А. Магматические комплексы зоны хребта Урал-Тау. М.: Наука, 1976. 170 с.
2. Алексеев А. А. Разновозрастные пикритовые и диабаз-пикритовые комплексы западного склона Южного Урала (Башкирский мегантиклинорий) // Докл. АН СССР. 1979. Т. 248, № 4. С. 935–940.
3. Алексеев А. А. Рифейско-вендский магматизм западного склона Южного Урала. М.: Наука, 1984. 136 с.
4. Алексеев А. А. О некоторых проблемных вопросах геологии позднего докембрия западного склона Урала в связи с изучением магматизма и метаморфизма // Геология докембрия Южного Урала и востока Русской плиты / БНЦ УрО АН СССР. Уфа. 1990. С. 5–19.
5. Алексеев А. А. Эндогенные петрогенетические процессы и геологические формации в позднедокембрийской истории Урала (на примере западного склона Урала): Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук / ИГГ УрО РАН. Екатеринбург, 1994. 41 с.
6. Алексеев А. А. Палеогеодинамическая интерпретация рифейд Урала по магматическим и метаморфическим событиям // Рифей Северной Евразии. Геология. Общие проблемы стратиграфии. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1997. С. 142–148.
7. Алексеев А. А. Геодинамика и минерагения рифейд Урала // Металлогения и геодинамика Урала: Тезисы докл. / III Всеуральское металлогеническое совещание / УГГГА. Екатеринбург. 2000.
8. Алексеев А. А., Алексеева Г. В. Щелочные габброиды венда и их калиевая серия на западном склоне Южного Урала // Докл. АН СССР. 1980. Т. 255, № 4. С. 954–957.
9. Алексеев А. А., Алексеева Г. В. Схема корреляции позднедокембрийского магматизма западного склона Урала и ее возможная палеогеодинамическая интерпретация // Геология, геофизика и полезные ископаемые Южного Урала и Предуралья / БНЦ УрО РАН, БашНИПИнефть. Уфа. 1991. С. 163–171.
10. Алексеев А. А., Алексеева Г. В. Расслоенная диабаз-пикритовая формация расслоенных интрузий Южного Предуралья // Докл. РАН. 1999. Т. 369, № 5. С. 647–649.
11. Алексеев А. А., Алексеева Г. В. Кусинско-Копанский интрузивный комплекс — фрагмент крупного расслоенного плутона (Южный Урал) // Докл. РАН. 1992. Т. 323. № 1. С. 133–136.
12. Алексеев А. А., Алексеева Г. В. Дополнительные материалы к характеристике глубинного строения Кусинско-Копанского плутона // Ежегодник–1995 / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 1996. С. 151–153.
13. Алексеев А. А., Алексеева Г. В. Калиевые оливиновые базальты Алатауского антиклинория // Ежегодник–1995 / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 1996. С. 159–162.
14. Алексеев А. А., Алексеева Г. В., Ковалев С. Г. Кусинско-Копанский расслоенный интрузивный комплекс: новые данные, представления и перспективы: Препринт. Уфа, 1992. 20 с.
15. Алексеев А. А., Алексеева Г. В., Ковалев С. Г. Расслоенные интрузии западного склона Урала: Препринт. Уфа, 1993. 20 с.
16. Алексеев А. А., Алексеева Г. В., Ковалев С. Г. Ультраосновные породы Енганепейской брахиантиклинали на Приполярном Урале // Ежегодник–1995 / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 1996. С. 153–159.
17. Алексеев А. А., Козлов В. И. Докембрий Южного Урала: итоги изучения и проблемы // Проблемы региональной геологии, нефтеносности, металлогении и гидрогеологии Республики Башкортостан / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 1997. С. 13–29.
18. Гауэр К. Е. Верхнепротерозойские и нижнепалеозойские отложения Зауральского поднятия и история их формирования // Геологическая история Урала. Свердловск: Изд-во УНЦ АН СССР, 1981. С. 34–48.
19. Голдин Б. А., Фишман М. В. Интрузивные комплексы центральной части Ляпинского антиклинория. Л.: Наука, 1967. 211 с.
20. Заварицкий А. Н. Петрография Бердяшского плутона. М.: ОНТИ, 1937. 406 с.
21. Зимин И. А. Сарановское месторождение хромита // Труды / Научно-исслед. ин-т минерального сырья, 1936. Вып. 85. С. 11–34.
22. Ковалев С. Г. Дифференцированные диабаз-пикритовые комплексы западного склона Южного Урала / УНЦ РАН. Уфа. 1996. 99 с.
23. Кузнецов Г. П., Лукьянова Л. И., Кораблев Г. Г. и др. Петрография и минералогия вулканогенных пород (лампроитовых туффов) Каратауско-Сулеймановского выступа и перспективы его алмазоносности (Южный Урал) // Уральский минералогический сборник. 1998. № 8. С. 207–225.

24. Малышев И. И., Пантелеев П. Г., Пэк А. В. Титано-магнетитовые месторождения Урала. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 272 с.
25. Мизин В. И. Позднепротерозойский вулканизм севера Урала. Л.: Наука, 1988. 175 с.
26. Охотников В. Н., Фишман М. В., Алексеев А. А. и др. Особенности магматизма западного склона Урала: Препринт. Сыктывкар, 1987. 16 с.
27. Румянцева Н. А. Гипабиссальные щелочные габброиды западного склона Урала // Докл. АН СССР. 1963. Т. 149. № 3. С. 684–687.
28. Рыбальченко А. Я., Колобяник В. Я., Лукьянова Л. И. и др. О новом типе коренных источников алмазов на Урале // Докл. РАН. 1997. Т. 353. № 1. С. 90–93.
29. Смирнов Ю. Д. Докембрийские и палеозойские интрузии западного склона Северного, Среднего и Южного Урала // Труды / ВСЕГЕИ. Нов. Серия, 1961. Т. 67. С. 3–57.
30. Смирнов Ю. Д., Боровко Н. Г., Вербицкая Н. П. и др. Геология и палеогеография западного склона Урала. Л.: Недра, 1997. 200 с.
31. Соболев И. Д. Основные черты магматизма Урала // Материалы по геологии и полезным ископаемым Урала. Вып. 8. М.: Госгеолтехиздат, 1961. С. 5–21.
32. Швецов П. Н., Краев Ю. П., Шумихин Е. А., Ямаев Ф. А. Магматические формации Центрально-Уральского поднятия (в пределах Башкирии) // Магматизм, метаморфизм, металлогения западного склона Урала / БФАН СССР. Уфа. 1976. С. 23–31.
33. Штейнберг Д. С. О специфике магматизма Центрально-Уральского поднятия на Южном Урале // Магматизм и эндогенная металлогения западного склона Южного Урала / БФАН СССР. Уфа. 1973. С. 5–11.
34. Штейнберг Д. С., Кравцова Л. И., Варлаков А. С. Основные черты геологического строения Кусинской габбровой интрузии и залегающих в ней рудных месторождений // Труды / Горно-геол. ин-т УФАИ СССР, 1959. Вып. 40. С. 13–40.