

ФАЦИИ ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОД КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ФОРМАЦИЙ

Олег Николаевич Грязнов
Gryaznov.O@ursmu.ru

Уральский государственный горный университет
Россия, Екатеринбург

Актуальность темы обусловлена необходимостью выделения фашиальных типов вулканогенных комплексов с целью выявления закономерностей локализации в них гидротермального оруденения.

Цель работы: обоснование необходимости изучения фаций вулканогенных горных пород и их роли в контроле локализации гидротермального оруденения.

Методология исследований базируется на материалах геологических съемок вулканогенных комплексов и лабораторного изучения горных пород.

Результаты. В статье рассматривается проблема фаций вулканогенных горных пород континентальных вулканогенных формаций. Приведен анализ представлений М. А. Усова, Ю. А. Кузнецова, В. К. Монича, Е. Б. Яковлевой, А. И. Семенова и других исследователей. Присоединяясь к мнению М. А. Усова и Ю. А. Кузнецова, под фацией автор понимает условия образования вулканогенных горных пород. При этом главным фактором является глубина, второстепенными – геолого-структурные особенности среды. Руководствуясь предложенными принципами, автор предлагает свою классификацию фаций вулканогенных пород орогенного ряда. По глубине образования выделены фации, по второстепенным факторам – субфации. Эффузивно-пирокластическая фация включает эффузивную, экструзивную и вулканогенно-осадочную субфации. Жерловая фация охватывает неэквузивную, дайковую и экструзивную субфации. Субвулканическая фация представлена субфациями субвулканической интрузии и дайковой. Гипабиссальная фация включает субфации гипабиссальной интрузии и дайковую. Каждая субфация характеризуется присущими ей телами соответствующей формы. Приведена характеристика названных фаций, субфаций и тел.

В заключении подчеркивается необходимость изучения и обсуждения поставленного вопроса с целью выявления закономерностей локализации оруденения вулканогенных формаций.

Ключевые слова: фации; субфации; условия образования вулканических тел.

Введение
Проблема «вулканизм и рудообразование» многие годы волновала специалистов в связи с изучением условий образования гидротермальных месторождений урана, месторождений меди и полиметаллов колчеданного, порфирирового типов, месторождений молибдена и сопутствующих им элементов. В этой важнейшей для нашей страны проблеме исследователи столкнулись с необходимостью выяснения роли вулканогенных горных пород различной фашиальной принадлежности и значения фашиальных типов вулканогенных комплексов в контроле локализации промышленного оруденения. С особой активностью эти вопросы обсуждались во второй половине XX в. Они не потеряли своего значения и в настоящее время в связи с необходимостью выявления новых месторождений в условиях резкого сокращения, а порой прекращения государственного финансирования геологоразведочных (поисковых, разведочных) работ на твердые полезные ископаемые.

В связи с изложенным выше современному поколению молодых геологов – основных исполнителей программы расширения минерально-сырьевой базы рудных месторождений – необходимо знать закономерности их размещения. «Лучшее новое – хорошо забытое старое», что требует учитывать богатейший опыт советской геологической школы, создавшей пока существующий резерв промышленных месторождений ведущих видов полезных ископаемых.

В настоящей статье мы остановимся на рассмотрении фаций вулканогенных пород континентальных формаций, а в последующем – на фашиальных типах вулканогенных комплексов.

Познание закономерностей размещения рудных месторождений в вулканогенных формациях невозможно без дифференцированного подхода к изучению вулканогенных образований, их фашиального расчленения и объективной оценки роли пород различных фаций в контроле оруденения. М. А. Усов был одним из первых, кто обратил внимание на необходимость дифференцированного подхода к исследованию пород эффузивного облика [1]. «В различных условиях становления одна и та же эффузивная масса получает различную форму своего литологического выражения или, если перенести на магматические породы терминологию, разработанную в применении к осадочным породам, различную фашиальность ... только с точки зрения принадлежности эффузивов к определенной фации и фазе эта группа пород ... получит подобающее ей место и поможет выявлению новых и интересных моментов истории Земли».

Результаты

Руководствуясь условиями образования пород и формой тел, М. А. Усов впервые выделил пять фаций вулканогенных пород: экструзивную (покровы, потоки, купола); силлово-лакколитовую (силлы и лакколиты); дайковую (линейные дайки); жерловую (трубы) и штоковую (штоки). В качестве дополнительного критерия использовалась фаза состояния эффузивов. Такой подход к построению классификации представляется недостаточно убедительным. Форма тел является второстепенным признаком, зависит от геолого-структурных особенностей толщ, вмещающих вулканогенные образования, и не всегда определяется глубиной формирования пород. Лакколиты, дайки свойственны как субвулканическим, так и гипабиссальным условиям. Кроме того, форму даек имеют тела жерловой фации при трещинных излияниях. Не вполне удачно объединение покровов, потоков и куполов в экструзивной фации. Фаза состояния также не всегда может являться диагностическим критерием. Исследования наземных андезит-дацит-липаритовой и трахилипаритовой формаций свидетельствуют о диагенетическом преобразовании пород, практически независимо от их фашиальной принадлежности. По облику удается отличать субвулканические образования от излившихся и жерловых, но подчас это невозможно. При подводных же извержениях все породы приобретают зеленокаменный облик.

Несмотря на приведенные замечания, трудно переоценить колоссальную роль классификации М. А. Усова, на которой воспитывались многие поколения геологов, занимающихся изучением эффузивов. Она, несомненно, явилась очень

важным документом, нацелившим на более серьезный подход к изучению внутреннего строения эффузивных толщ и выявлению сложных взаимоотношений при формировании вулканогенных образований.

Ю. А. Кузнецов (1955), развивая идеи М. А. Усова, предложил фаціальное подразделение магматических пород в зависимости от глубины формирования, типа магмы и формы тел. Под *фацией* магматической породы, по Ю. А. Кузнецову, «следует понимать совокупность *условий формирования* магматической породы (или магматического комплекса), которые определяют ряд ее специфических особенностей».

В классификации Ю. А. Кузнецова вулканогенные породы могут относиться к экструзивной и гипабиссальной группам фаций. В первой автор выделяет наземную, подводную и жерловую фации, во второй – силлово-лакколитовую, штоковую и дайковую фации. Представляется недостаточно удачным объединение в одну группу экструзивных фаций излившихся и эксплозивных пород с жерловыми, характеризующихся качественно различными условиями образования. Слишком расширено толкование гипабиссальной группы фации, включающей приповерхностные фации.

Позднее Ю. А. Кузнецов опубликовал принципиальную схему классификации фаций магматических пород [2], в основу которой была положена схема В. К. Монича. Важнейшее значение придается глубине образования пород, в качестве наиболее крупного классификационного подразделения выделена фация глубинности. Внутри макрофации по форме, размерам магматических тел и характеру контактового метаморфизма выделяются фации второго порядка. Последние, в свою очередь, подразделяются на фации третьего порядка в зависимости от состава, структуры и текстуры магматических пород. В рассматриваемой классификации вулканогенные породы могут быть отнесены к трем первым фациям глубинности (на примере гранитоидных магм): поверхностным (наземной эффузивной, подводной эффузивной, окологратерной, экструзивной); приповерхностным (субвулканическим) фациям (жерловой, приповерхностной фации малых интрузий, приповерхностной жильной фации); гипабиссальным или малоглубинным фациям (малоглубинной плутонической, малоглубинной фации малых интрузий, малоглубинной жильной фации).

Существенно важным моментом является выделение самостоятельной субвулканической группы фаций. Неубедительно, однако, отнесение к этой группе жерловой фации. Кроме того, едва ли верно ограничение экструзий ролью поверхностных образований. При такой трактовке экструзии приходится рассматривать в отрыве от той части тел, которые возникли в магмоподводящем канале, хотя генетически они представляют единое целое.

На примере изучения краснокаменно-измененных вулканогенных пород Казахстана Е. Б. Яковлевой (1967) предлагается в основу выделения фаций положить *условия формирования тел*, в том числе их взаимоотношения с вмещающими породами. Морфологию тел автор рассматривает в качестве второстепенного признака и руководствуется им при выделении субфаций. По мнению Е. Б. Яковлевой, можно выделить три типа фаций вулканогенных пород: собственно эффузивную, субвулканическую и жерловую. Собственно эффузивная фация включает три субфации: субфацию текучих лав (лавовые потоки), эксплозивную (пирокластические породы) и экструзивную (купола, обелиски, купольные брекчии). К субвулканической фации отнесены лакколиты, силлы и дайки. Породы жерловой фации выполняют подводные каналы в виде некков, даек и других тел.

В приведенной классификации автор не выделяет гипабиссальных пород. Они отождествляются с близповерхностными интрузивными образованиями в субвулканической фации. Такое чрезмерное расширение содержания субвулканической фации, на наш взгляд, мало обосновано. Необходимость выделения в качестве самостоятельных субвулканической и гипабиссальной фаций убедительно аргументирована Ю. А. Кузнецовым [2].

В процессе изучения позднеорогенных андезит-диоритовой, трахиандезит-диоритовой, трахито-сиенитовой и липаритовой формаций Северного Казахстана А. И. Семеновым (1966) выделены следующие фации: поверхностные (покровы лав, туфов), жерловые и прижерловые, экструзивные, субвулканических интрузий, гипабиссальных интрузий и дайковые. В рамках сжатых тезисов автор, естественно, не мог аргументировать выдвинутые положения. Обращает на себя внимание отделение экструзивных фаций в самостоятельную группу.

Изучение интрузивно-вулканических комплексов андезит-дацит-липаритовой и трахилипаритовой формаций, анализ и обобщение опубликованных материалов позволяют предложить следующие соображения о фаціальном расчленении вулканогенных пород орогенного ряда.

Условия формирования магматических пород складываются из диалектического противоречия внешних и внутренних факторов. Внешние факторы – это свойства среды, внутренние – свойства магматического расплава. Специфика среды определяется глубиной и геолого-структурной обстановкой формирования пород. Присоединяясь к мнению М. А. Усова [1] и Ю. А. Кузнецова [2], под *фацией* мы понимаем *условия формирования пород*: главным фактором считаем глубину, второстепенными – геолого-структурные особенности среды. Последние обуславливают форму, размеры тел, их пространственные взаимоотношения с вмещающими породами. Вместе с тем следует учитывать состав магмы и степень насыщенности ее летучими компонентами. В зависимости от состава и свойств магматический расплав в различной степени воздействует на вмещающие породы и, следовательно, принимает участие в создании фаціальных условий. Немаловажную роль в образовании пород различной фаціальной принадлежности играет фактор времени. Пока не представляется возможным конкретизировать его значение при рассмотрении отдельно взятой фации. Вулканогенные породы всех фаций в широком смысле слова являются геологически одновременными при формировании сложных вулканических комплексов. Однако развитие комплексов охватывает значительный временной интервал, и при детальном изучении часто устанавливается определенная временная последовательность в образовании пород различных фаций [3]. В общем случае можно констатировать, что более глубинные тела формируются позже поверхностных по мере истощения энергии магматического очага.

Рассмотренные принципы положены в основу предлагаемой схемы классификации фаций вулканогенных пород орогенного ряда (таблица). По главному фактору (глубинности) выделены фации, по второстепенным факторам – субфации.

Породы эффузивно-пирокластической фации образуются при извержении магмы на поверхность. Вследствие пульсационного характера вулканической деятельности и чередования периодов извержений с периодами относительного

**Схема классификации фаций вулканогенных пород орогенного ряда [4].
Scheme of classification of facies of volcanic rocks of orogenic series [4].**

Фации	Субфации	Форма тел
Эффузивно-пирокластическая	Эффузивная	Потоки, покровы
	Эксплозивная	Пласты
	Вулканогенно-осадочная	
Жерловая	Некковая	Некки или жерловины (вулканы центрального типа)
	Дайковая	Линейные дайки (вулканы трещинного типа), радиальные, кольцевые дайки (вулканы центрального типа)
	Экструзивная	Экструзивные купола и обелиски, бисмалиты
Субвулканическая	Субвулканической интрузии	Лакколиты, гарполиты, бисмалиты, факолиты, этмолиты, силлы
	Дайковая	Линейные, радиальные дайки, кольцевые (в плане), цилиндрические и конические (в разрезе) дайки
Гипабиссальная	Гипабиссальной интрузии	Лакколиты, штоки
	Дайковая	Линейные дайки

покоя эффузивно-пирокластические породы в разрезе нередко переслаиваются с осадочными, имея с ними в общем случае согласное залегание. По условиям формирования эффузивно-пирокластические образования подразделяются на (1) эффузивную, (2) эксплозивную и (3) вулканогенно-осадочную субфации.

Породы эффузивной субфации образуются при излиянии жидкой базальтовой, андезитовой или обогащенной летучими дацитовой, липаритовой магмы, способной перемещаться на значительные расстояния на поверхности. Они представлены лавами, кластолавами, туфолавами и другими образованиями лавовой природы. Эффузивы залегают в виде потоков и покровов.

Породы эксплозивной субфации образуются в результате выбросов вулканического материала при взрывных извержениях. К ним относятся пирокластические горные породы (туфы, игнимбриты и др.), детально рассмотренные Е. Ф. Малеевым [5]. В связи со сменой эксплозивных извержений эффузивными в разрезе вулканических сооружений обычно наблюдается перемежаемость лав с пирокластами. Последние залегают в форме пластов различной мощности.

Эффузивно-пирокластические породы, в зависимости от образования вблизи вулканических жерл или на удалении от них, характеризуются рядом особенностей. Е. Ф. Малеев [5], К. И. Дворцова (1963), М. А. Петрова (1967) отмечают, что в околожерловой зоне формируются мощные потоки лав, часто глыбового сложения, крупнообломочные до глыбовых туфы, глыбовые брекчии; на некотором удалении от жерл (в промежуточной зоне склонов вулканических конусов) потоки лав имеют меньшую мощность, туфы отличаются средне- и мелкообломочной структурой; на значительном расстоянии от вулканических аппаратов (в удаленной зоне) формируются мелко- и тонкообломочные туфы и *вулкано-генно-осадочные* породы.

Породы жерловой фации выполняют каналы, служившие для вывода магматического расплава на поверхность. Тела, сложенные породами жерловой фации, в вулканах центрального типа имеют трубообразную форму и получили название некков, или жерловин (*некковая* субфация). В вулканах трещинного типа жерловые тела обладают дайкообразной формой (*дайковая* субфация). Некки и дайки характеризуются секущими контактами с вмещающими породами. Формирование некков часто происходит в результате многократного поступления расплава, реже встречаются тела одноактных извержений. В зависимости от состояния магмы и степени насыщенности ее летучими компонентами излившиеся и жерловые породы могут обладать идентичными или различными структурно-текстурными особенностями. В верхних частях жерловин нередко наблюдается глыбовое или агломератовое сложение пород.

Формирование пород *экструзивной* субфации происходит в канале вулкана и сопровождается выдавливанием из его жерла вязкой магмы кислого или среднего состава на поверхность, где она застывает в виде куполов, бисмалитов, обелисков. Экструзивные тела, возникая в жерлах вулканов, пространственно и генетически связаны с породами жерловой фации. А. Ритман (1967) выделяет два генетических типа куполов: а) самостоятельные экструзии (экструзивные куполовидные вулканы); б) купола, формирующиеся в жерлах стратовулканов в завершающий период их развития. Примером первых могут служить плиоценовые куполовидные липаритовые вулканы Артени и Атис в Армении, описанные С. Г. Карапетяном [6], вторых – четвертичные андезитовые купола вулкана Большая Удина, исследованные К. М. Тимербаевым (1962).

Согласно А. Ритману [7], образование интрузий может сопровождаться одновременными излияниями лав, застывающих в виде коротких потоков, или эксплозивными извержениями. Подобные явления наблюдались Г. С. Горшковым и Г. Е. Богоявленской [8] при извержениях вулкана Безымянного в 1955–1963 гг. Вместе с тем ими установлено чередование эффузивно-эксплозивных извержений с выжиманием экструзивного купола Нового. По мнению Ю. М. Дубика и И. А. Меняйлова (1969), изучавших извержения Безымянного 1961–1965 гг., переход от экструзивного процесса к эффузивному может считаться постепенным.

В областях мезозойского и тем более палеозойского вулканизма диагностика экструзивных тел значительно затруднена, а на эродированных вулканических сооружениях практически невозможна. С увеличением глубины породы магмовыводящего канала некковой, дайковой и экструзивной субфаций приобретают облик субвулканических.

Фациальное разнообразие горных пород эффузивно-пирокластической и жерловой фаций установлено на палеовулканах Урала [9], современных вулканах Камчатки [10, 11, 12], Курильских островов [13], восточного Китая [14] и Тайваня [15].

Вулканогенные породы *субвулканической* фации формируются на относительно небольшой глубине. Из-за ряда причин магма при движении не достигает поверхности и застывает в пределах вулканогенных или вулканогенно-осадочных толщ. По морфологическим признакам среди субвулканических тел различают лакколлиты, бисмалиты, гарполиты, факолиты, этмолиты, силлы (*субфация субвулканической интрузии*) и дайки (*дайковая субфация*). Последние, по данным многих авторов, в зависимости от характера выполняемых структур подразделяются на линейные, в том числе радиальные, кольцевые (в плане), цилиндрические и конические (в разрезе) дайки.

Субвулканические тела имеют отчетливые секущие контакты с вмещающими породами. Слагающие их породы обычно характеризуются более однородными структурами и текстурами по сравнению с эффузивными и жерловыми образованиями. Нередко в эндоконтакте субвулканические интрузии сопровождаются ореолами эруптивных брекчий. Образование тел, по всей вероятности, происходит за сравнительно короткий промежуток времени, скорость остывания весьма значительна. Субвулканические тела, как правило, приурочены к тем же структурам, в которых локализованы жерловины [16].

Глубина образования субвулканических тел относительно небольшая. Е. Б. Яковлева (1967) по опыту изучения палеозойских вулканогенных пород Казахстана указывает на весьма небольшую глубину, однако считает, что об абсолютных глубинах застывания с достаточной достоверностью пока судить трудно. Исследования андезит-дацит-липаритовой формации свидетельствуют о формировании верхних частей субвулканических интрузий на глубине 250–300 м от древней поверхности, существовавшей в момент их внедрения. Анализ опубликованных материалов по вертикальному распространению уранового оруденения на месторождениях, приуроченных к субвулканическим интрузиям [17, 18], позволяет наметить глубины образования последних от близповерхностных до 1200 м.

Породы гипабиссальной фации по времени и генетически связаны с вулканизмом. Необходимо подчеркнуть их вулканическую природу в отличие от гипабиссальных интрузий самостоятельных интрузивных комплексов. На такой особый фациальный тип интрузий указывает Ю. А. Кузнецов [2], отмечая, что гипабиссальные интрузии находятся в тесной связи с близкими по возрасту эффузивами, обнаруживая тем самым свою субвулканическую природу. Дж. С. Диккей (Dickey John (1968)), изучая третичную вулканическую формацию Дебора Южного острова Новой Зеландии, установил, что извержения базальтов и их туфов сопровождался внедрением гипабиссальных интрузивов. М. А. Фаворская (1959) рассматривает эффузивы сложных магматических комплексов кислого состава Южного Приморья и Мексики как результат прорыва на поверхность магмы дифференцированных интрузивных очагов. В. А. Дворкин-Самарский и Г. И. Туговик (1969), разбирая особенности формирования магматических камер интрузивных тел вулкано-плутонических комплексов на примере Западного Забайкалья, пришли к выводу, что синхронно с вулканизмом происходит постепенный подъем интрузива. По мере затухания вулканической деятельности магма не в силах прорвать покрывку эффузивов и застывает на глубине с образованием интрузивов.

В целом можно констатировать, что гипабиссальные тела завершают развитие вулканических аппаратов. По своему геологическому положению они являются промежуточными между субвулканическими телами и интрузивами, возникающими на месте периферических вулканических очагов. В большинстве случаев, по данным В.Н. Котляра [5], они отражают поздние фации становления сложных вулканогенно-интрузивных комплексов.

Морфологически гипабиссальные тела представлены лакколитами, штоками (*субфация гипабиссальной интрузии*) и дайками (*дайковая субфация*). Они имеют четкие рвущие контакты с породами фундамента, субвулканическими телами и некками на глубоких горизонтах. Гипабиссальные интрузии характеризуются более медленным остыванием по сравнению с субвулканическими. В связи с этим для центральных частей тел типичны полнокристаллические структуры и массивные текстуры. По мере приближения к контактам появляются порфиоровые, а в эндоконтакте возможны афировые структуры. Пространственно гипабиссальные интрузии тяготеют к тем же структурным узлам, к которым приурочены жерловые и субвулканические образования. Ф. И. Ростовский (1969) указывает даже на постепенный переход в ряде случаев экструзивов в гранитные интрузии. Глубина формирования гипабиссальных тел составляет 2–3 км.

Заключение

Необходимо еще раз подчеркнуть, что вопрос о фациях вулканогенных пород заслуживает пристального внимания и обсуждения в печати в связи с изучением вулканогенных формаций и их рудоносности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Усов М. А. Фации и фазы пород эффузивного облика / Основные идеи М. А. Усова в геологии. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960. 542 с.
2. Кузнецов Ю. А. О принципах выделения и классификации фаций магматических пород / Основные идеи М. А. Усова в геологии: сб. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1960. 542 с.
3. Котляр В. Н. Вулканогенные гидротермальные месторождения / Генезис эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1968. 719 с.
4. Грязнов О. Н. О классификации фаций вулканогенных пород орогенного ряда / Геология и поиски месторождений редких и цветных металлов: труды СГИ. 1971. Вып. 31. С. 90–96.
5. Малеев Е. Ф. Вулканокластические горные породы. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 168 с.
6. Карапетян С. Г. Куполовидные вулканы Арteni и Атис // Изв. АН Арм. ССР. 1964. Т. XVII, № 3/4. С. 79–97.
7. Ритман А. Вулканы и их деятельность. М.: Мир, 1964. 440 с.
8. Горшков Г. С., Богоявленская Г. Е. Вулкан Безымянный и особенности его последнего извержения 1955–1963 гг. М.: Наука, 1965. 171 с.
9. Волчек Е. Н., Огородников В. Н., Слободчиков Е. А., Червяковский В. С. Палеозойские вулканические постройки на востоке Среднего Урала и их петрохимия // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: науч. чтения памяти П. Н. Чирвинского. 2015. № 18. С. 185–191.
10. Флеров Г. Б., Чурикова Т. Г., Ананьев В. А. Вулканический массив плоских сопков: геология, петрохимия, минералогия и петрогенезис пород (Ключевская группа вулканов, Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 2017. № 4. С. 30–47.
11. Belousov A., Belousova M. Dynamics and viscosity of 'a' and pahoehoe lava flows of the 2012–2013 eruption of Tolbachik volcano, Kamchatka (Russia) // Bulletin of Volcanology. 2018. 80:6.
12. Magus'kin M. A., Magus'kin V. M. Vertical ground movements in the Southern Zone of Tolbachik Cinder Cones after the end of the 1975–1976 Great Tolbachik Fissure Eruption and possible causes of the movements // Journal of Volcanology and Seismology. 2017. Vol. 11(5). P. 377–388.
13. Белоусов А. Б., Белоусова М. Г., Козлов Д. Н. Распространение отложений тефры и реконструкция параметров эксплозивного извержения вулкана Тятя 1973 г., о. Кунашир, Курильские острова // Вулканология и сейсмология. 2017. № 4. С. 48–56.

14. Huang Yu., Shan Ju., Bian W., Gu G., Feng Yu., Zhang B., Wang P. Facies classification and reservoir significance of the Cenozoic intermediate and mafic igneous rocks in Liaohe Depression, East China // *Petroleum exploration and development*. 2014. Vol. 41(6). P. 734–744.
15. Zellmer G. F., Ruben K. H., Miller C. A., Shellnutt J. G., Belousov A., Belousova M. Resolving discordant U–Th–Ra ages: constraints on petrogenetic processes of recent effusive eruptions at Tatun Volcano Group, Northern Taiwan. *Geological Society, London, Special Publications*, 422:SP422-3. 2015.
16. Sarmento C. C. T., Sommer C. A., Lima E. F. Mafic subvolcanic intrusions and their petrologic relation with the volcanism in the south hinge Torres Syncline, Paraná-Etendeka Igneous Province, southern Brazil // *Journal of South American Earth Sciences*. 2017. Vol. 77(1). P. 70–91.
17. Власов Б. П., Воловикова И. М., Гладышев Г. Д. и др. Геология месторождений уран-молибденовой рудной формации. М.: Атомиздат, 1966. 183 с.
18. Власов Б. П., Левин В. Н. Смолково-карбонатное оруденение в зоне даек порфиритов среди субвулканического интрузива фельзит-порфиритов / *Геология и вопросы генезиса эндогенных урановых месторождений*. М.: Недра, 1968. 472 с.

Статья поступила в редакцию 7 марта 2018 г.

Facies of the continental formations' volcanogenic rocks

Oleg Nikolaevich Gryaznov,
Gryaznov.O@ursmu.ru

Ural State Mining University
Ekaterinburg, Russia

The relevance of the work is conditioned by the need to identify facies types of volcanogenic complexes in order to identify patterns of localization of hydrothermal mineralization in them.

The purpose of the study is the substantiation of the necessity to study the facies of the volcanogenic rocks and their role in controlling the localization of hydrothermal mineralization.

The research methodology is based on the data of geological surveys of volcanogenic complexes and on laboratory studies of rocks.

Results. The article considers the problem of facies of volcanogenic rocks of continental volcanogenic formations. The analysis of representations of M. A. Usov, Yu. A. Kuznetsov, V. K. Monich, E. B. Yakovleva, A. I. Semenov and other researchers is presented. The author associates himself with M. A. Usov and Yu. A. Kuznetsov, and understands the conditions of formation of volcanic rocks by the facies. The main factor is the depth, the secondary one is geological and structural features of the environment. The author is guided by proposed principles and proposes his own classification of facies volcanogenic rocks of the orogenic series. Facies were distinguished by depth of formation, and subfacies were distinguished by secondary factors. Effusive-pyroclastic facies include effusive, extrusion and volcanogenic-sedimentary subfacies. The vent facies covers a neck, a dyke and extrusive subfamilies. Subvolcanic facies is presented by the subfamily of subvolcanic intrusions and the dyke one. A hypabyssal facies includes subfile hypabyssal intrusions and dykes. Each subfamily is characterized by its inherent bodies of the corresponding shape. The characteristic of the named facies, subfamily and bodies is presented.

In conclusion, the need is emphasized to study and discuss the issue in order to identify patterns of localization of mineralization of volcanic formations.

Keywords: facies; subfunctions; conditions of formation of volcanic bodies.

REFERENCES

1. Usov M. A. 1960, *Fatsii i fazy porod effuzivnogo oblika* [Facies and phases of rocks of effusive appearance]. *Osnovnyye idei M. A. Usova v geologii: sbornik* [Basic ideas of M. A. Usov in geology: collection]. Alma-Ata, 542 p.
2. Kuznetsov Yu. A. 1960, *O printsipakh vydeleniya i klassifikatsii fatsiy magmaticheskikh porod* [On principles of selection and classification of magmatic rocks facies]. *Osnovnyye idei M. A. Usova v geologii* [Basic ideas of M. A. Usov in geology]. Alma-Ata, 542 p.
3. Kotlyar V. N. 1968, *Vulkanogennyye gidrotermal'nyye mestorozhdeniya* [Volcanogenic hydrothermal deposits]. *Genezis endogennykh rudnykh mestorozhdeniy* [Genesis of endogenous ore deposits]. Moscow, 719 p.
4. Gryaznov O. N. 1971, *O klassifikatsii fatsiy vulkanogennykh porod orogennogo ryada* [Classification of volcanic rocks facies of orogenic series]. *Geologiya i poiski mestorozhdeniy redkikh i tsvetnykh metallov: trudy SGI* [Geology and prospecting of deposits of rare and non-ferrous metals. Proceedings of the Sverdlovsk Mining Institute], vol. 31, pp. 90–96.
5. Maleyev, E. F. 1963, *Vulkanoklasticheskiye gornyye porody* [Volcanoclastic rocks]. Moscow, 719 p.
6. Karapetyan S. G. 1964, *Kupolovidnyye vulkany Arteni i Atis* [Dome-shaped volcanoes of Arteni and Atis]. *Izv. AN Arm. SSR* [Izvestiya Akademii nauk Armyanskoy SSR], Volume 17, no. 3/4, pp. 79–97.
7. Ritman A. 1964, *Vulkany i ikh deyatelnost'* [Volcanoes and their activity]. Moscow, 440 p.
8. Gorshkov G. S., Bogoyavlenskaya G. E. 1965, *Vulkan Bezymyannyi y osobennosti yego poslednego izverzheniya 1955–1963 gg.* [The Bezymyanny Volcano and peculiarities of its last eruption 1955–1963]. Moscow, 171 p.
9. Volchek E. N., Ogorodnikov V. N., Slobodchikov E. A., Chervakovskiy V. S. 2015, *Paleozoyskiye vulkanicheskiye postroyki na vostokey Srednego Urala i ikh petrokhimiya* [Paleozoic volcanic structures East of the Middle Urals and their petrochemistry]. *Problemy mineralogii, petrografii i metallogenii: nauch. chteniya pamyati P. N. Chirvinskogo* [Problems of Mineralogy, petrography and metallogeny: scientific readings in the memory of P. N. Chirvinsky], no. 18, pp. 185–191.
10. Flerov G. B., Churikova T. G., Ananyev V. A. 2017, *Vulkanicheskiy massiv ploskikh sopok: geologiya. petrokhimiya. mineralogiya i petrogenезis porod (Klyuchevskaya gruppa vulkanov. Kamchatka)* [Volcanic massif of flat hills: Geology, petrochemistry, Mineralogy and petrogenesis of rocks (Klyuchevskaya group of volcanoes, Kamchatka)]. *Vulkanologiya i seismologiya* [Journal of Volcanology and Seismology], no. 4, pp. 30–47.
11. Belousov A., Belousova M. 2018, Dynamics and viscosity of a'a' and pahoehoe lava flows of the 2012–2013 eruption of Tolbachik volcano, Kamchatka (Russia). *Bulletin of Volcanology*, 80:6.
12. Magus'kin M. A., Magus'kin V. M. 2017, Vertical ground movements in the Southern Zone of Tolbachik Cinder Cones after the end of the 1975–1976 Great Tolbachik Fissure Eruption and possible causes of the movements. *Journal of Volcanology and Seismology*, vol. 11(5), pp. 377–388.
13. Belousov A. B., Belousova M. G., Kozlov, D. N. 2017, *Rasprostraneniye otlozheniy tefry i rekonstruktsiya parametrov eksplozivnogo izverzheniya vulkana Tyatya 1973 g. o. Kunashir. Kuril'skiye ostrova* [The distribution of tephra deposits and reconstruction of the parameters of explosive eruptions of the Tyatya volcano in 1973, Kunashir island, Kuril Islands]. *Vulkanologiya i seismologiya* [Journal of Volcanology and Seismology], no. 4, pp. 48–56.
14. Huang Yu., Shan Ju., Bian W., Gu G., Feng Yu., Zhang B., Wang P. 2014, Facies classification and reservoir significance of the Cenozoic intermediate and mafic igneous rocks in Liaohe Depression, East China. *Petroleum exploration and development*, vol. 41(6), pp. 734–744.
15. Zellmer G. F., Ruben K. H., Miller C. A., Shellnutt J. G., Belousov A., Belousova M. Resolving discordant U–Th–Ra agents: constraints on petrogenetic processes of record effective eruptions at Tatun Volcano Group, northern Taiwan. Geological Society, London, Special Publications, 422:SP422-3 2015.
16. Sarmiento C. C. T., Sommer C. A., Lima E. F. 2017, Mafic subvolcanic intrusions and their petrologic relation with the volcanism in the south hinge Torres Syncline, Paraná-Etendeka Igneous Province, southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 77(1), pp. 70–91.
17. Vlasov B. P., Volovikova, I. M., Gladyshev G. D. and others, 1966, *Geologiya mestorozhdeniy uran-molibdenovoy rudnoy formatsii* [The geology of deposits of uranium-molybdenum ore formation]. Moscow, 183 p.
18. Vlasov B. P., Levin V. N. 1968, *Smolkovo-karbonatnoye orudneniye v zone dayek porfirитov sredi subvulkanicheskogo intruziva fel'zit-porfirov* [The tarring-carbonate mineralization in the zone of porphyrite dykes among the felsite-porphyry subvolcanic Intrusive]. *Geologiya i voprosy genezisa endogennykh uranovykh mestorozhdeniy* [Geology and genesis of endogenous uranium deposits]. Moscow, 472 p.

The article was received on March 7, 2018