

УДК 552.57(479.25)

О. П. ГҮҮМДЖЯН, Л. П. ЯШВИЛИ

ИЗВЕРЖЕННЫЕ КРЕМНИСТЫЕ ПОРОДЫ (КВАРЦОЛИТЫ) ВАЙОЦДЗОРА

Авторами доказывается существование кремнистых пород (кварцолитов) изверженного происхождения, ассоциирующих с продуктами позднегеосинклинального базальтоидного вулканизма и отличающихся от общеизвестных вулканогенно-осадочных кремнистых пород.

В течение последних лет авторы настоящей статьи, изучая выходы марганценовых железистых кремней Вайоцдзора, обратили внимание на их необычный характер и интрузивные контакты с дислоцированными вулкано-терригенными и вулканогенными образованиями среднего и верхнего эоцена. Эти кремнистые породы давно были известны в нашей литературе под различными названиями, а именно: «железистые марганценовые яшмы», «окремненные туффиты», «перекристаллизованные железистые яшмы», «кремнистые яшмовидные породы» и т. д.

Обычно считается, что эти железистые кремнистые породы являются типичным примером марганцевых руд вулканогенно-осадочного происхождения, связанных с подводным геосинклинальным вулканизмом. Причем, диагенез и метаморфизм высококремнистых отложений и сингенетичных с ними соединений железа и марганца привели к нынешнему облику этих пород [1].

На основании существующих традиционных представлений о геологической позиции и происхождении кремнистых пород, многочисленные геолого-петрографические факты не получали удовлетворительного объяснения в рамках седиментационной вулканогенно-осадочной гипотезы.

В статье приводятся новые данные об изверженных (интрузивных) кремнистых породах, внешне похожих на красно-бурые железистые яшмовидные образования.

Кремнистые породы развиты в пределах вулкано-терригенной толщи средне-верхнеэоценового возраста. При полевых исследованиях во многих разрезах устанавливаются несогласные, секущие контакты кремнистых тел с морскими терригенными, пирокласто-осадочными и собственно вулканогенными образованиями базальтоидного состава (на водоразделе рр. Ехегис и Арпа, на левом берегу р. Гендара, у лет. Малишка, к СВ от с. Кармрашен).

Кроме осадочных слоистых кремнистых пород (яшм, радиоляритов, фтанитов) известны и кремнистые кластические породы тектони-

ческого происхождения, которые образовались за счет первично-осадочных яшм, радиоляритов под влиянием различных процессов [7]. Изверженные кремнистые породы впервые упоминаются в начале XX века в работах В. Миллера [18], который назвал их силекситами. Термин «силексит» предложен В. Миллером «для любого тела чистого или почти чистого кремнезема изверженного или водно-изверженного происхождения, которое выглядит как дайка, сегрегационная масса или включение внутри или вне материнской породы». Это определение силексита без изменения вошло в петрографическую номенклатуру А. Холмса [16], а в дальнейшем под термином «кварцолит» нашло свое место в новой классификации и номенклатуре plutonic горных пород [4].

Кварцевые дайки, штокообразные, неправильные гнездообразные тела и «родственные включения силекситов» района Адирондак Маунтин, к северу от гор Нью-Йорка, развиты внутри гранитов и граносиенитов интрузивных массивов Лайон Маунтин и Хоукай. По мнению В. Миллера, кварцевые дайки не являются гидротермальными жилами. Они секутся пегматитами и аплитами. Ни одна из даек силекситов не имеет полосчатого строения или курстификационной текстуры. Большинство силекситов Лайон Маунтин содержит от 1 до 2% полевого шпата. Согласно В. Миллеру, силекситы отделились от гранитной магмы не только раньше, чем множество обычных пегматитов, но и до полного затвердевания гранитного расплава.

Таким образом, независимо от механизма обособления кремнезема из алюмосиликатного расплава видно, что В. Миллер имел в виду кварцевые дайки и различные тела изверженного происхождения, которые сложены кварцем или почти только кварцем. Обнаружение кварцолитов в Вайоцдзоре является подтверждением реальности этого явления. Мы склонны думать также, что часть, если не большинство пластово-линзовидных тел массивных кремнистых пород вулканогенно-осадочных комплексов [10], имеет изверженное происхождение, но традиционно относится к седиментационным образованиям в силу конвергентности. Но об этом более подробно после изложения данных о геологической позиции, структуре, строении и составе кремнистых пород (кварцолитов) Вайоцдзора.

В данной статье преследуются следующие основные цели: 1) на основе новых данных обосновать изверженное, магматическое происхождение несогласных, секущих тел массивных кремнистых пород, находящихся внутри вулканогенно-осадочного средне-верхнеэоценового комплекса Вайоцдзора; 2) на основе представлений об изверженном происхождении их, в свою очередь, пересмотреть некоторые аспекты генезиса сингенетичных массивных кремнистых пород геосинклинальных областей, не содержащих органических остатков и предложить новую гипотезу об изверженном происхождении последних.

По нашему мнению, все варианты гипотезы вулканогенно-осадочного генезиса кремнезема и оруденения марганца и железа не охва-

тывают все многообразие связей этих компонентов с основными лавами, а также физико-химического состояния кремнезема при поступлении в морской бассейн. Общеизвестно, что кремнезем, железо и марганец парагенетически связаны между собой, поступают из общего источника и этот источник связан с подводным вулканизмом. Если все это верно, и они образуют парагенетическую ассоциацию на поверхности земной коры (в морских или континентальных условиях), то правомерно ожидать и появления глубинных фаций этого парагенезиса на различных уровнях земной коры—в интрузивной и субвулканической фациях.

Краткая геолого—стратиграфическая характеристика района. В геологическом строении Вайоцзорского прогиба значительное участие принимают терригенные и карбонатные отложения палеозоя и мезозоя, вулканогенно-осадочные и вулканогенные отложения кайнозоя. Палеогеновые образования составляют основную часть формации прогиба и имеют наиболее широкое распространение. Они представлены вулканогенно-осадочными, преимущественно вулканогенно-терригенными и собственно вулканогенными формациями, среди которых появляются редкие прослои и линзовидные тела марганцевистых, железистых яшм. Нижний эоцен установлен в юго-западной и западной частях прогиба и представлен терригенно-карбонатными отложениями, а неоген— только галечниками высоких террас, занимающими ограниченные площади. Различные горизонты палеогеновых отложений с эрозионным размывом перекрыты четвертичными лавами.

Характерной особенностью литогенеза в эоцене является значительное развитие (кроме секущих кремнистых пород) кремнистых известняков и силицитов. Последние безрудные и тесно ассоциируют с пирокласто-осадочными породами верхнего эоцена и залегают в основании массивных карбонатных построек [3].

Отметим, что кремнистые породы в Вайоцзоре появляются на протяжении всего эоценового времени не только при активизации вулканической деятельности [3], но и при затухании ее (красные известняки и силициты нижнего эоцена в разрезе окрестностей с.с. Арна—Агаракадзор).

Геологическое положение кремнистых пород (кварцолитов). Кремнистые породы Вайоцзора локализованы в вулканогенно-терригенной толще средне-верхнего эоцена. Возникновение их связывается с начальным вулканизмом геосинклинальной области Армянской складчатой зоны. Между тем, в отношении геологической позиции кремнистые породы, как и вулканогенные, различны. Часть из них имеет горизонтальное или согласное залегание с морскими отложениями, другая— несогласное, крутопадающее залегание, секущее под различным углом вмещающие складчатые структуры и вулканогенные образования.

В данной статье рассматриваются только секущие интрузивные кремнистые породы или кварцолиты, внешне похожие на красные железистые яшмы. Кварцолиты развиты в пределах антиклинальной

складки северо-западного простирания и приурочены к разломам того же направления. Они встречаются совместно с дайками вулканических пород, широко развитых в пределах пирокласто-осадочной толщи средне-верхнеэоценового возраста. Дайки и штокообразные тела кварцолитов хорошо выражаются в рельефе в виде скалистых утесов и выступов высотой 3—5 м и резко выделяются на фоне выветрелых туффитов и туфопесчаников. В плане тела кварцолитов имеют неправильные очертания размером 3×5 м (Гендара), 6×20 м (лет. Малишка) или форму даек мощностью до 8—10 и длиной в несколько сот метров (Кармрашен). В разрезе некоторые из кремнистых массивов неправильной формы представляют трубообразные или штокообразные тела. Контакты кварцолитов со всеми вмещающими породами резкие, без значительных следов гидротермального воздействия или контактового метаморфизма. Имеют они по крайней мере верхнеэоценовый возраст.

К северо-востоку от с. Кармрашен, на расстоянии 2,5 км, на правом борту одноименной речки, в толще вулканогенно-осадочных пород хорошо прослеживается на протяжении 300—400 м мощная дайка (от 5 до 10 м) железистых кремнистых пород. Она пересекает туфобрекчии, лавовые брекчии основного состава, массивные базальты и андезиты, а также вулканогенно-терригенные отложения Тексарской антиклинали.

Другой крупный выход кварцолитов у лет. Малишка (левый приток р. Гендара, к северо-западу от с. Кармрашен, на расстоянии 3 км) расположен в терригенных отложениях среднего эоцена. Вмещающие породы здесь представлены туффитами, которые секутся дайками и небольшими штоками андезито-базальтовых порфиритов. В плане этот массив кварцолитов имеет овальную форму и вытянут в северо-восточном направлении.

На левом борту р. Гендара, около водораздела рр. Ехегис и Арпа, среди туфогенных пород обнажается штокообразное тело железистых кварцолитов небольших размеров (3×5 м в плане). На этом участке отмечается еще несколько изолированных выходов, которые в плане имеют вытянутые или неправильные очертания. Эти выходы расположены вдоль структуры северо-западного простирания.

Кварцолиты на всех участках сильно раздроблены и висячем боку местами сцементированы наложенным гидротермальным оруденением марганца, представленным высокотемпературными окисными соединениями— браунитом и гаусманитом, с подчиненной ролью якобита и магнетита. В зоне окисления марганцевых руд широко развиты пиролюзит и минералы группы псиломелана. Раздробленные кварцолиты местами сцементированы баритом.

Совущее положение кварцолитов, форма тел (дайки, штоки, трубки), массивный облик, однородный кварц-халцедон-гематитовый состав, отсутствие органических остатков, текстурно-структурные особен-

ности, нахождение в структурах, пересекающих под острым углом породы различного состава и генезиса (вулканогенные отложения и более поздние собственно вулканогенные образования базальт-андезитового состава) и резкое несогласное положение по отношению к складчатым структурам доказывает их происхождение в результате внедрения расплавленной массы. Состав и структурно-текстурные особенности кварцитов выдерживаются в пространстве на расстоянии сотни метров.

По геолого-структурным данным и особенностям минерального состава кварциты не относятся к классу метаморфических или метасоматических пород.

Структура и строение массивов кремнистых пород (кварцитов). Изверженные кварциты встречаются в виде крутопадающих, почти вертикальных довольно мощных даек и штоков. Кварциты своеобразные, высококремнистые породы, сложенные кварц-халцедоном (содержание $\text{SiO}_2 \sim 90\%$) и окисными соединениями железа (содержание $\Sigma\text{Fe} \sim 10\%$, табл. 1). По минеральному составу они сходны с массивными

Таблица 1

Элемент		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	H_2O^-	H_2O^+	P_2O_5	Na_2O	K_2O	Σ
№ пробы	Элемент	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	H_2O^-	H_2O^+	P_2O_5	Na_2O	K_2O	Σ
	1	39/73	87,74	—	0,55	8,01	1,43	0,17	0,95	1,12	—	0,45	0,04	—	—
2	7163	90,04	0,03	0,30	6,29	2,55	0,28	0,81	0,48	0,01	—	—	—	0,08	100,87

Примечание: 1— железистый кварцит, на водоразделе рр. Ехегис—Арпа, Кабахлинский участок; 2— железистый кварцит, на расстоянии 2 км к СВ от с. Кармрашен, Кармрашенский участок. Анализы выполнялись в хим. лаборатории ИГи АН Арм. ССР (аналитики—Гаспарян З. Ш., Чаталян С. Г.).

ми кремнистыми породами и железистыми яшмами. Это массивные, крипто- и тонкозернистые породы, сложенные кварц-халцедоновым агрегатом, пропитанным окисными и гидроокисными соединениями железа, чем и обусловлен их бурый и сургучно-красный цвет. Под микроскопом кварциты обнаруживают весьма характерную сферолитовую структуру. Размер сферолитов не превышает 0,7 мм. В их центре располагаются либо гидроокислы железа, либо нераскристаллизованная опаловая масса, вокруг которой нарастает халцедон радиально-лучистого строения. Все это обрастает тонкозернистым кварцем. Пространство между сферолитами выполнено кварц-халцедоновой массой более поздней генерации. Здесь же развиваются мельчайшие чешуйки гематита и нодулеобразные сгустки гидроокислов железа. На фоне крипто- и тонкозернистой сферолитовой структуры кремнезема видна сетка микротрещин, выполненная перекристаллизованным, относительно крупнозернистым, свободным от примесей окислов

железа кварцем и реже мелкозернистым кальцитом. Трещины, рассекающие кремнистые породы, имеют самые разные величины— от микроскопических до трещин разрывов и отдельностей, которыми обусловлен их «псевдообломочный» облик (рис. 1).

Под микроскопом в кварцолитах обнаруживаются следы процессов интенсивного дробления, раздавливания, скольжения, а также перекристаллизации, разрушения сферолитовых структур и превращения их в гранобластовые агрегаты. Первичные тонкозернистые, аллотриоморфнозернистые и микросферолитовые структуры сохраняются среди перекристаллизованных участков, сложенных относительно крупными гранобластовыми зернами кварца. По отдельным плоскостям в результате дробления и истирания образуются тонкозернистые милониты. В

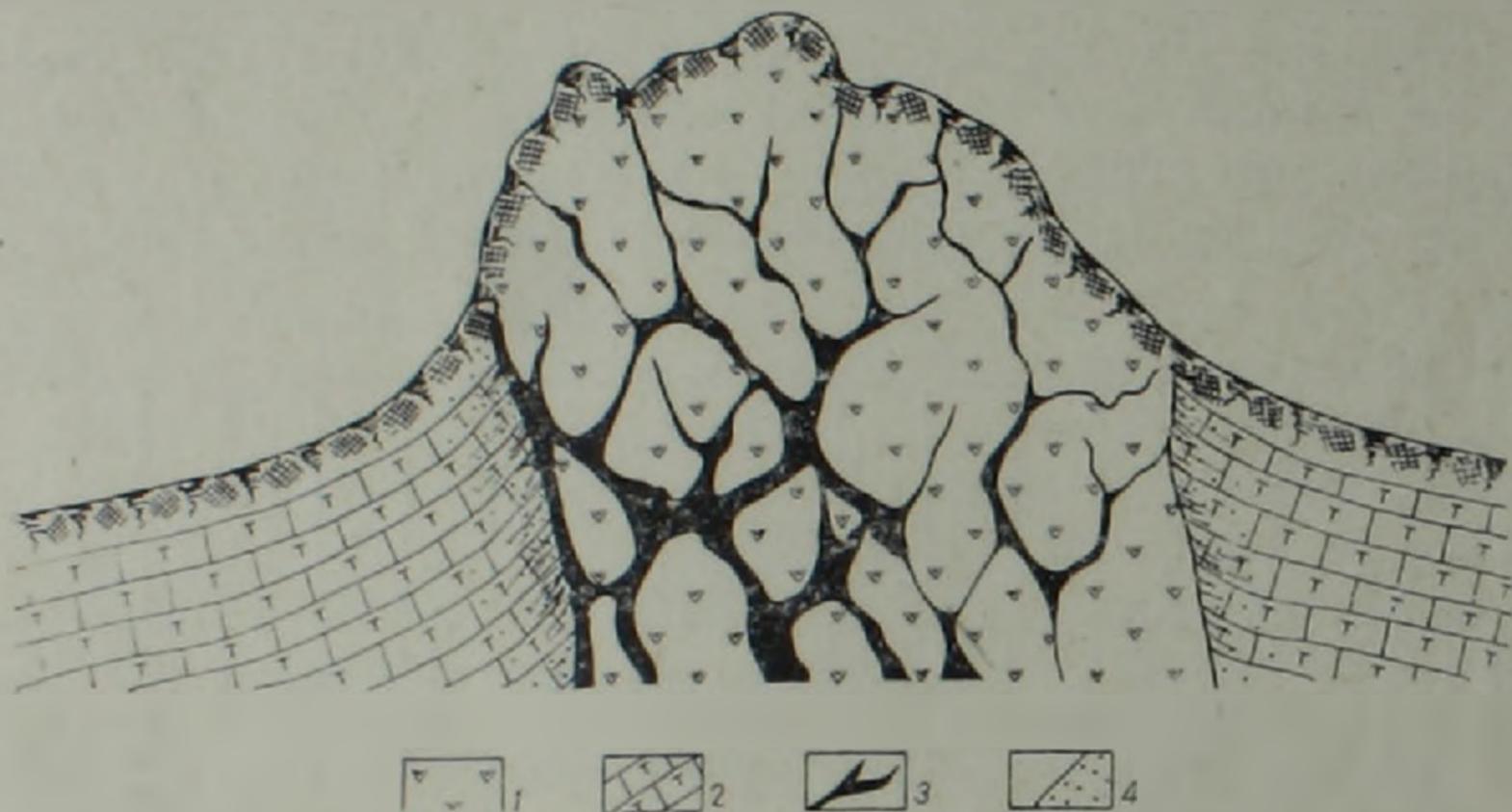


Рис. 1. Взаимоотношение железистых кремнистых пород—кварцолитов с вмещающей вулканотерригенной толщей эоцена. Вайоцдзор. 1— кварцолиты; 2— тuffиты; 3— наложенное марганцевое оруденение; 4— измененные тuffиты.

кварцолитах дробление имело место как в дорудный, так и пострудные этапы формирования. Несмотря на то, что кварцолиты сильно деформированы, перекристаллизация по всей массе кремнистых пород носит неравномерный характер. В них отсутствуют новые минералообразования, а продукты перекристаллизации, кварц и, возможно, часть гематита лишены катакластических или деформационных структур. Перекристаллизация посткинematическая, протекала при низких температурах и выражена в общем не сильно. Она отличается от аналогичных процессов в условиях регионального метаморфизма.

Происхождение кварцолитов. Представление о магматических, изверженных кремнистых породах— кварцолитах, не преследует цели заменить обычные гипотезы кремнеобразования в геосинклинальных областях, в частности образование слоистых яшм—радиоляритов. Оно отражает непосредственную генетическую связь источника кремнезема с эндогенными магматическими процессами и возможности возникновения кремнистых расплавов в связи с базальтоидным вулканизмом

или анатектическим плавлением высококремнистых пород в земной коре.

Обнаружение изверженных кремнистых пород—кварцолитов, в Вайоцдзоре выдвигает ряд новых вопросов (например, о существовании в земной коре послескладчатых, раннеорогенических кремнистых пород изверженного происхождения) и одновременно позволяет по-новому ответить на некоторые частные вопросы кремнеобразования в вулканогенно-осадочных комплексах геосинклиналей: не являются ли некоторые массивные кремнистые породы вулканогенно-осадочных комплексов примером изверженных кремнистых пород; возможно ли существование в природе эффузивных разновидностей кремнистых пород и др.

Рассмотрение такого сложного литологического вопроса, как происхождение геосинклинальных кремнистых пород, не входит в нашу задачу. В этой проблеме больше всего нас интересует механизм формирования практически чистых, массивных кремнистых пород марганценовых вулкано-терригенных комплексов, которые имеют значительное развитие, в частности, в формациях калифорнийского типа [10, 11, 13].

Среди марганценовых вулканогенно-осадочных комплексов, по строению и составу, выделяются кремнистые породы двух типов—слоистые и массивные. Первые обычно представлены слоистыми радиоляриевыми яшмами, с чередующимися глинистыми или глинисто-кремнистыми яшмами. Массивные же кремнистые образования без следов терригенного материала практически чистые, высококремнистые, однородные породы; они состоят из крипо- и тонкозернистого халцедона и кварца, нередко и опала. В них очень редко упоминается о наличии органических остатков. Встречаются в виде пластово-линзовидных тел, выклиниваются обычно тупо. Расположены цепочкой или кулисообразно, приурочены к единому стратиграфическому горизонту. Подстилаются либо терригенными породами, либо лавами основного состава. Предполагается, что появление массивных кремнистых пород связано с резко повышенным поступлением кремнезема, носящим местный характер [10].

Исходя из геологической позиции и особенностей вещественного состава массивных кремнистых пород геосинклинальных толщ, можно полагать, что поступление материала для формирования кремнистых, как и вулканогенных пород, должно иметь одинаковую скорость, т. е. как и базальтовая лава они должны быть результатом одноактного внедрения или извержения кремнистого расплава на морском дне.

Все гипотезы о связи вулканизма с кремненакоплением подразумевают осадочное происхождение кремнезема (биогенное, хемогенное или механическое), после его поступления из горячих источников, эксплозивных выбросов и диффузий из подводных покровов и пеплов. Анализ имеющегося фактического материала по Вайоцдзору показывает, что перед нами другое явление. Здесь кремнезем в виде магматического расплава поступает и непосредственно заполняет различные.

пространства внутри земной коры в виде даек, силл и штоков. Не исключено, что такой расплав, состоящий из чистого кремнезема и небольшого количества соединений железа, может извергаться на дне морских бассейнов или на поверхности суши, на подобие лав липаритового или базальтового состава.

Кремнистые породы Вайоцзора появляются после складчатости вулканогенно-терригенных и карбонатно-терригенных толщ. Они резко оторваны во времени и пространстве от раннегеосинклинальных вулканогенных спилито-кератофировых формаций. Таким образом, в отличие от раннегеосинклинальных массивных кремнистых пород, можно констатировать наличие позднегеосинклинальных или раннеорогенных кремнистых пород — кварцолитов, в ассоциации с вулканогенными образованиями такого же типа.

В марганценосных вулканогенно-терригенных комплексах пока никем не упоминались секущие массивные кремнистые тела изверженного происхождения, за исключением секущих кремнистых даек офиолитовой свиты Коста-Рики [15]. Однако, в некоторых областях изредка устанавливаются неправильные кремнистые тела с колломорфно-плёчатой текстурой (францисканская вулканогенно-яшмово-терригенная формация верхнемелового возраста в Калифорнии, карамалыташская спилито-кератофирово-яшмовая формация Южного Урала девонского возраста и т. д.). Правда, эти колломорфно-плёчатые тела, кондуиты, как их называют некоторые исследователи, больше всего похожи на отложения из гидротермальных растворов или гейзеров и считаются обычно древними подводными кремнистыми травертинами [10, 13].

Массивные кремнистые породы и кварцолиты Вайоцзора, вероятно, являются генетически близкими образованиями: первые — эффузивная фация, вторые — интрузивная фация изверженных кварцолитов. Строение, состав и геолого-структурные особенности массивных кремнистых пород дают основание усомниться в безукоризненности представления об их осадочном происхождении и говорить о том, что они большей частью являются продуктами одноактного поступления и возникли в результате извержения железосодержащего высококремнистого расплава.

Необходимо отметить, что при гидротермально-сульфатарном метасоматозе базальт-андезитовых лав и туфов также образуются кремнистые породы, сходные по минеральному составу и структурам с геосинклинальными массивными кремнистыми породами и с изверженными кварцолитами. В Зангезуре в пределах сальвардской вулканогенной толщи миоплиоцена известны многочисленные массивы высококремнистых пород кварц-халцедонового и опалового состава с гидроокислами и окислами железа, которые занимают обширные поля, площадью до несколько квадратных километров вокруг предполагаемых центров извержения. Микро- и макроструктуры этих опалитов-кварцолитов отчетливо отражают влияние процессов метасоматоза. В

них часто наблюдаются реликтовые кристалло-литокластические, гналопилитовые, микродолеритовые, микролитовые, порфиоровые, а также брекчиевидные, агломератовые и массивные текстуры исходных базальт-андезитовых пород. Массивные кремнистые породы, иногда и слоистые яшмы первично-осадочного происхождения по минеральному составу и структурам, очень сходны с кремнистыми породами магматического происхождения, особенно при наличии в породах пигмента из мельчайших частичек гематита и гетита.

Таким образом, при определенных условиях наблюдается конвергенция, следовательно не трудно спутать кремнистые породы различного происхождения.

Обнаружение изверженных кварцолитов в Вайоцдзоре дает основание полагать, что представленные выводы о характере массивных кремнистых пород имеют определенную ценность. Геолого-структурные и петрографические данные по массивным кремнистым породам позволяют предполагать, что многие из них могут оказаться не вулканогенно-осадочного, а изверженного происхождения. По-видимому, они являются продуктами кристаллизации кремнистых расплавов, которые могут затвердевать на некоторой глубине земной коры в виде даек, штоков, силл или на поверхности в виде потоков небольших размеров, так как предполагается, что высокая вязкость высококремнистого расплава может ограничить его течение. Заметим, что вязкость расплавов извергающихся в глубоководные бассейны сильно снижается, т. к. высокое давление на морском дне не только препятствует отделению ювенильной воды в расплаве, но и добавляет в него воду [8]. Генетическая природа многих массивных кремнистых пород остается не вполне выясненной. Видимо не все типы этих пород изучены достаточно детально. Мы хотим обратить внимание на некоторые генетические сходства между массивными кремнистыми породами и изверженными кварцолитами. Некоторые обстоятельства геологической позиции, состава и строения этих проявлений кремнистых пород на первый взгляд не имеют ничего общего. Но и кварцолиты Вайоцдорского типа, и массивные кремнистые породы вулканотерригенных толщ сложены исключительно кремнеземом с примесью соединений железа и в меньшей степени марганца, не содержат органических остатков и терригенной примеси и имеют резкие контакты с разнотипными породами. Массивные кремнистые породы формируются в раннегеосинклинальный, доскладчатый этап развития, залегают согласно с вмещающими отложениями, образуют пластово-линзовидные тела, а кварцолиты размещены в крутопадающих трещинах, образуют несогласные тела — дайки, штоки; формируются в послескладчатый, позднегеосинклинальный или раннесорогенный этап.

Происхождение кремнистого расплава кварцолитов. Геолого-петрографическое изучение кварцолитов Вайоцдзора представляет две особенности их проявления: 1. Массивы кремнистых пород имеют секущие контакты, однородный состав, массивные текстуры, расположе-

ны в крутопадающих структурах. Это позволяет утверждать, что образование их происходило в результате внедрения кремнеземистой магмы. 2. Во вмещающих породах не обнаружены следы сильного термального воздействия, что указывает на относительно низкую температуру кристаллизации кремнеземистого расплава. Эти данные позволяют заключить, что температура кристаллизации расплава была значительно ниже 1000°C и близка к температурам эвтектических расплавов гранитных систем ($600\text{--}700^{\circ}$).

Вопросы дифференциации мономинеральных кремнистых расплавов из многоминеральных алюмосиликатных магм мало изучены. Для петрологов, изучающих плутонические образования, они не представляют определенного интереса, так как кремнистые образования известны преимущественно в составе гидротермальных кварцевых жил, которые, как правило, образуются всегда после пегматитов-аплитов и даек позднего этапа. Однако, В. Миллером еще в начале века была доказана кристаллизация кремнистых пород из расплавленной жидкой магмы на примере изверженных кварцевых даек допегматитового этапа. Существование кремнистых расплавов или изверженных кварцолитов-силекситов подтверждается также примерами из различных регионов: наличием выходов «вулканогенного кремнезема» в восточной Тюрингии, Шлейцском трюге [12], кремнистыми породами, расположенными в трещинах, секущих вулканические формации на южном Урале [14], секущими телами кремнистых пород по всему протяжению Севанской зоны [9], интродуцированного облика дайками (igneous like dikes) богатых гематитом кремнистых пород в лавах базальтов офиолитовой свиты мезозойского возраста Коста-Рики [15], а также массивными кремнистыми пластово-линзовидными телами в вулканогенно-осадочных комплексах. Наконец, кристаллизация кремнистых пород из высококремнистых расплавов доказывается на примере многочисленных секущих тел вайоцзорских кварцолитов.

Каков бы ни был источник кремнезема, возникновение высококремнистого расплава или механизм фракционной дифференциации магмы неизвестного нам состава и природы, а также процесс внедрения кремнеземистого расплава являются несомненным фактом, реальностью.

Анатектическое плавление гранитных расплавов в литературе хорошо обосновано с физико-химической точки зрения, но о закономерностях образования высококремнистых, почти мономинеральных кремнеземистых расплавов в земной коре известно очень мало. Некоторые петрологи [5] отмечают, что мономинеральные системы образуются при отклонении от эвтектического состава в сторону одного из компонентов системы (кварц-альбит или ортоклаз) в специфических условиях (избыток кремнезема, воды, щелочей). Известно, что температура плавления кремнезема 1720°C при 1 атм., но уже $1130\pm 5^{\circ}\text{C}$ при 2 кбар и $1065\pm 5^{\circ}\text{C}$ при 5 кбар давления воды в системе $\text{SiO}_2\text{--H}_2\text{O}$ [6,

17]. Кеннеди и др. определили состав сосуществующего флюида (75% SiO_2 и 25% H_2O .) в критической точке при 9,7 кбар и 1080°C в системе $\text{SiO}_2\text{—H}_2\text{O}$. При дальнейшем повышении давления температура плавления кремнезема не снижается [17]. Однако в земной коре анатектическое плавление кремнезема происходит и при температурах, характерных для гранитных систем. Об этом свидетельствуют кварцевые мобилизаты, которые имеют значительное развитие в пределах зон регионального метаморфизма и ультраметаморфизма. Здесь нередко кварц переплавляется раньше эвтектических, более низкотемпературных кварц-полевошпатовых составов [5].

Таким образом, можно сказать, что плавление кварцевых масс даже из среды со значительным содержанием полевых шпатов при условиях близких к гранитным эвтактикам не исключается. Такие условия возникают в амфиболитовой фации высокой ступени метаморфизма или верхней части гранулитовой фации ($\sim 4\text{—}5$ кбар., $\sim 600\text{—}700^\circ\text{C}$). Известно, что валовый состав среды, в которой происходит плавление кремнистого расплава, обычно должен соответствовать составу наблюдаемой породы. Следовательно, бесполевошпатовые железистые кварцолиты Вайоцдзора, по составу должны находиться близко к исходным кремнистым бесполевошпатовым расплавам. Это возможно при условии плавления чистых высококремнистых пород, а также при полном плавлении некоторых типов кремнистых пород с небольшим содержанием полевых шпатов. Так, при составе материнской породы с 85% кремнезема и 15% альбита, первая выплавка будет иметь состав с 60% альбита и 40% кварца. Как видно, состав первой выплавки и субстрата будут резко различаться. Только после перехода всего альбита в жидкость, нерасплавленный остаток будет представлен одним кварцем. Для плавления всего материала с образованием расплава из кремнезема необходимо дальнейшее повышение температуры и удаление предыдущих расплавов с альбитом [2]. Насколько такие условия реализуются в земной коре, конкретно судить невозможно, но такой вариант образования высококремнистых расплавов не исключается.

Можно отметить несколько путей формирования изверженных кремнистых пород: 1) из анатектических (палингенных) расплавов почти чистого кремнезема, образующихся в земной коре; 2) из «первичных» расплавов базальтоидного состава, путем фракционирования; 3) из расплавов, образующихся в результате выборочного плавления кремнезема, из того же субстрата, где генерируются базальтовые магмы.

Фракционирование почти чистого кремнеземистого расплава в значительных количествах из первичных базальтоидных расплавов, а также выборочное плавление кремнезема из мантии пока трудно поддается пониманию, из-за отсутствия соответствующих однозначных геологических и экспериментальных данных, несмотря на то, что в природе массивные кремнистые породы (как рвущие кварцолиты, так

и залегающие согласно с вмещающей толщей) постоянно и тесно ассоциируют с продуктами базальтоидного вулканизма. Между тем образование кремнистого расплава путем плавления высококремнистых пород земной коры, где аналогичное происхождение аргументировано фактическими и экспериментальными данными для гранитных систем орогенов, легче понять и объяснить. Поэтому кажется более вероятным вариант анатектического происхождения (выборочная мобилизация) расплава из высококремнистых пород: кварцитов, железистых кварцитов, кварц-полевошпатовых песчаников и т. д., обычных во всех геологических разрезах различных эпох и регионов. Местом возникновения кремнеземистого расплава в таком случае является земная кора, те его участки, где хорошо проявлен анатексис.

* * *

Опираясь на геолого-петрографические факты по секущим кремнистым породам—кварцолитам Вайоцдзора и других регионов, а также на экспериментальные данные по гранитным системам и системе $\text{SiO}_2\text{—H}_2\text{O}$, можно заключить, что кварцолиты, и, по крайней мере, часть массивных кремнистых пород, считавшихся вулканогенно-осадочными, кристаллизовались из расплавленной жидкой магмы. Выборочное плавление горных пород, при повышении температуры в настоящее время признается всеми петрологами. Условия для такого плавления чаще встречаются в глубинных частях амфиболитовой фации, чем в относительно сухой гранулитовой [5]. При соответствующем составе субстрата кремнистые расплавы могут образовываться в значительных количествах.

Вопросы генерации высококремнистых расплавов пока изучены недостаточно. Природа чистых кремнистых расплавов не совсем ясна. Наличие изверженных кремнистых пород и вулканогенного кремнезема в различных разрезах геосинклинальных областей является серьезным аргументом в пользу существования в природе кремнистых расплавов, которые в зависимости от особенностей развития геосинклинальных областей, могут извергаться на поверхности или остывать на различных уровнях земной коры.

Тесный и постоянный парагенезис продуктов основного вулканизма и кремнистых пород геосинклинальных областей указывает на то, что генерация соответствующих расплавов, вероятно, происходит на одних и тех же глубинах, т. е. в пределах верхней мантии. Вопрос о том, как и где образуются рудоносные кремнистые расплавы еще далеко не решен и новые данные о геологии, составе и строении кремнистых пород будут всегда крайне важными и полезными в этом аспекте.

В вулканогенно-осадочных комплексах существуют гетерогенные массивные кремнистые породы. Безусловно, огромная часть кремнезема и руды марганценосных, а также железорудных вулканогенно-оса-

дочных комплексов отлагаются в морских бассейнах, подчиняясь законам седиментации и стратификации. Однако это никак не исключает значительную роль массивных кремнистых пород (потоков, силл, даек и штоков), кристаллизовавшихся непосредственно из силикатных, в данном случае из высококремнистых расплавов.

Существуют веские основания предполагать, что изверженные кварцолиты играют важную роль в марганценосных вулканогенно-осадочных комплексах, аналогично вулканогенно-осадочным массивным кремнистым породам геосинклиналей. Тем самым дополняется и усиливается считавшаяся в некоторой степени неудовлетворительной вулканогенно-осадочная концепция формирования массивных кремнистых пород. Различные условия и пути формирования слоистых и массивных пластово-линзовидных кремнистых пород несомненны. В последнем случае имеет место быстрое, одноактное образование, скорее всего в виде эффузий в подводных условиях. Вайоцзорский тип изверженных кремнистых пород—кварцолитов, с теоретической точки зрения должен быть очень интересным. Изучение этого генетического типа поможет познанию процесса кремнеобразования и вулканогенно-осадочного рудообразования в целом.

В настоящее время можно констатировать, что в природе существуют различные пути формирования кремнистых пород: вулканогенно-осадочный (яшмы-радиоляриты, фтаниты, кремнистые сланцы) и изверженный (кварцолиты).

Базальтовый вулканизм и поступление кремнистого расплава, вероятно, причинно связаны; их появление определяется специфическими условиями развития геосинклинальных областей. Генерация расплавов, вероятно, происходит из одного и того же субстрата или на различных уровнях при частичном плавлении или выборочной мобилизации кремнезема из различных исходных пород: перидотита верхней мантии или кремнистых пород земной коры.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 18. V. 1980.

Հ. Պ. ԳՈՒՅՈՒՄՋՅԱՆ, Լ. Փ. ՅԱՇՎԻԼԻ

ՎԱՅՈՑՉՈՐԻ ՀՐԱՄԻՆ ՍԻԼԻԿԱՀՈՂԱՅԻՆ ԱՊԱՐՆԵՐԸ
(ՔՎԱՐՑՈՒԹՅՆԵՐԸ)

Ա մ փ ո փ ու լ մ

Հողվածում առաջին անգամ ապացուցվում է հրածին ծագման մանգանակիր սիլիկահողային ապարների (քվարցոլիտների) գոյությունը, որոնք ուղեկցում են ուշ գեոսինկլինալային հրաբխականության գոյացումներին: Միաժամանակ նոր վարկած է առաջադրվում մանգանակիր հրաբխածին-նստվածքային հաստվածքներում լայն տարածում ունեցող, այսպես կոչված, հոծ սիլիկահողային ապարների՝ սիլիկահողային կաղմի հալոցքների բյուրեղանալու մասին: Ընթացիկում է նաև, որ զուտ սիլիկահողային հալոցքները կարող են սերվել նախնական տարրեր կաղմի ապարներից սիլիկահողի մաս-

Նաևի վերահաման կամ մորիլիպացման շնորհիվ վերին մանտիայի սկրի-
դոտիտներին և բազալտներին կամ երկրակեղևի քվարց-դաշտասպաթային
կազմի առարներին:

H. P. GUYUMDJIAN, L. P. YASHVILY

THE VAYOTSDZOR IGNEOUS SILICEOUS ROCKS (QUARTZOLITES)

A b s t r a c t

The existence of igneous siliceous rocks (quartzolites) associated with the late geosyncline basaltoid or early orogene volcanism products and their being different from the well-known volcanogene-sedimentary siliceous rocks is proved in this paper.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрущенко П. Ф., Суслов А. Т. Марганцевые месторождения юго-восточной части Армянской ССР. В кн. «Марганцевые месторождения складчатых областей СССР». «Наука», М., 1978.
2. Бейли Б. Введение в петрологию. «Мир», М., 1972.
3. Джрбациян Р. Т., Садоян А. А. Особенности верхнеэоценового вулканогенно-осадочного литогенеза Вайоцдзора. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1978.
4. Классификация и номенклатура плутонических (интрузивных) горных пород. «Недра», М., 1975.
5. Менерт К. Новое о проблеме гранитов. Изд. ИЛ, М., 1963.
6. Островский И. А., Мишина Г. П., Повилайтис В. М. РТ проекция системы кремнезем—вода. Доклады АН СССР, т. 126, № 3, 1959.
7. Покровский Ю. В. Об взрывных кремнистых брекчиях среди палеозойских отложений Южного Урала. «Литология и полезные ископаемые», № 2, «Наука», 1965.
8. Ритман А. Вулканы и их деятельность. «Мир», 1964.
9. Сатиан М. А. Позднемеловой литогенез офиолитовых зон Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР. Ереван, 1979.
10. Соколова Е. А. О марганценосных вулканогенно-осадочных формациях калифорнийского типа. В кн. «Вулканогенно-осадочные и терригенные формации». Труды ГИН, вып. 81, М., 1963.
11. Соколова Е. А. Закономерности образования вулканогенно-осадочных марганцевых руд. В кн. «Осадконакопление и полезные ископаемые вулканических областей прошлого», том. 2. «Наука», М., 1968.
12. Формозова Л. Н. Закономерности образования вулканогенно-осадочных руд железа. В кн. «Осадконакопление и полезные ископаемые вулканических областей прошлого», том. 2, «Наука», М., 1968.
13. Хворова И. В. Кремненакопление в геосинклинальных областях прошлого. В кн. «Осадконакопление и полезные ископаемые вулканических областей прошлого», том 1, «Наука», 1968.
14. Шатский Н. С. О марганценосных формациях и металлогении марганца. Вулканогенно-осадочные формации. Известия АН СССР, сер. геол., № 1, 1959.
15. Carlos Gull-Ollver. Ophiolite and island-arc volcanism in Costa-Rica. Geological Society of America Bulletin, Part 1, vol. 90, № 5, 1979.
16. Holmes A. The nomenclature of Petrology. 2nd ed. London, Murby, 1928.
17. Kennedy G. C., Wasserburg G. J., Heard H. C. and Newton R. C. The upper three-phase region in the system $\text{SiO}_2\text{—H}_2\text{O}$ American Journal of Science, vol. 260, № 7, 1962.
18. Miller W. J. Pegmatite, silxite and aplite of northern New York, Journ. Geol., XXVIII, 1919.