

Э. Г. МАЛХАСЯН, Ю. А. ЛЕЙЕ

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЙ МЕТАМОРФИЗМ В ЮРСКИХ ВУЛКАНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ АРМЕНИИ

Характерным признаком пород юрской вулканогенной формации Малого Кавказа, и прежде всего Армении, является широкое проявление в них разнообразных по характеру и степени интенсивности метаморфических процессов.

Степень наложения метаморфических преобразований на вулканогенные породы юры является неодинаковой и в различных свитах и на различных участках проявляется с различной степенью интенсивности. С одной стороны, она зависит от относительного возраста пород, с другой—от степени насыщенности компонентами и расстояния гидротермальных растворов, циркулирующих в магматических образованиях.

Подвергшиеся метаморфизму вулканогенные образования юры по качественному составу можно разделить на два типа изменений, соответственно связанных с двумя главными типами метаморфических процессов, проявляющихся вообще в вулканогенных толщах: 1) процессы аутометаморфизма и зеленокаменного изменения и 2) процессы низкотемпературного гидротермального метаморфизма.

Предметом обсуждения настоящей статьи являются вопросы, связанные с гидротермальным метаморфизмом в юрской вулканогенной формации*. В настоящее время вряд ли найдется исследователь, которому нужно будет говорить о значении изучения гидротермальных процессов и вызванных ими изменений, ибо они являются одним из главных отправных пунктов для понимания «первичных ореолов» и поисков слепых рудных тел.

В практической деятельности на месторождении гидротермально измененные породы помимо вторичных кварцитов принято разделять на три категории: гидротермально-измененные, сильно измененные и очень сильно или нацело измененные породы. Такое разделение проводится на основании характера изменения и степени сохранности первичного состава и структурных признаков пород. К первой группе фактически относятся существенно хлоритизированные и в меньшей мере серицити-

* Статья подготовлена Э. Г. Малхасяном. Материал, посвященный Кафанскому месторождению, написан Э. Г. Малхасяном совместно с Ю. А. Лейе.

зированные, иногда окварцованные породы, сохранившие свои структурные признаки и частично минералогический состав. Во вторую группу включаются существенно серицитизированные и окварцованные породы, которые, утратив свой первоначальный состав и часть других признаков, все же поддаются определению, в основном благодаря сохранившимся реликтам структуры. И наконец, к третьей группе относятся адиагностические кварцево-серицитовые породы, полностью утратившие все свои признаки. Их первоначальный состав может быть установлен только при наличии в массиве этих пород менее измененных участков. Задача несколько облегчается, если первоначально порода содержала кварц, который обычно сохраняется, даже в нацело измененных породах.

В геологическом отношении гидротермально-измененные породы развиты почти исключительно среди образований нижней (?) и средней юры. Здесь они пользуются широким распространением и отличаются большим разнообразием. Среди всего многообразия измененных пород наибольшим развитием пользуются фации вторичных кварцитов, кварцево-серицитовые, серицит- и алунитсодержащие, а также хлоритсодержащие разновидности пород. Иначе говоря, здесь развиты породы, возникающие под воздействием кислых гидротерм, характеризующихся процессами окварцевания, серицитизации, каолинизации, алунитизации, хлоритизации, пиритизации и карбонатизации. Широко развиты также в пределах рудных полей явления огипсования пород. Кроме перечисленных изменений, в отдельных участках отмечаются биотитизация и флюоритизация пород. Последняя охватывает также и верхнеюрские породы. Обычно гидротермально-измененные породы пространственно тяготеют к крупным нарушениям. Не менее отчетливо обнаруживается связь измененных пород с выходами субвулканических образований кварцевых плагипорфиров и альбитофиров.

Среди гидротермально-измененных пород наиболее широкое распространение имеют вторичные кварциты, хотя они не образуют крупных массивов. Обычно они проявляются в виде небольших массивов площадью в несколько гектаров и отчетливо тяготеют к разломам и выходам кварцевых плагипорфиров и альбитофиров. В соответствии с представлениями о минеральных фациях вторичных кварцитов (Н. И. Наковник, 1954₂) в пределах рудных полей могут быть выделены монокварциты, серицитовые, каолинито-пиррофиллитовые и алунитовые кварциты. Иногда в распространении фаций вторичных кварцитов для отдельных рудных полей достаточно хорошо проявляется зональность относительно выходов кварцевых плагипорфиров.

Наиболее крупные выходы монокварцитов и тесно связанных с ними серицитовых кварцитов отмечены в Кафанском, Алавердском, Шамлугском месторождениях и на г. Лалвар, среди которых особенно значителен выход на вершине г. Каварт. Во всех указанных случаях кварциты развиваются преимущественно по порфиритам и их пирокластам, реже по туфоосадочным породам (Каварт). Занимая небольшую площадь, все отмеченные выходы характеризуются небольшим распространением по вертикали, образуя как бы «куполы» или «покрышки»,

под которыми обычно отмечаются скопления промышленных медных руд. Такое положение может быть объяснено тем, что образование описываемых вторичных кварцитов несколько предшествовало фазе оруденения и они явились своего рода экраном для поднимающихся рудных терм. Зональность всех описываемых выходов кварцитов в общем однообразная и проявляется в уменьшении роли кварца в породе и переходе ее через кварц-серицитовые в серицитизированные, а затем пропицитизированные породы.

Андалузит-дюмортьеритовые кварциты среди юрских вулканогенных образований Армении отмечены только в Алавердском районе на восточном склоне г. Лалвар. Судя по реликтовым текстурам, структурам и переходам во вмещающие породы, вторичные кварциты образованы по юрским порфирирам. Породы эти насыщены дюмортьеритом (в среднем составляя 5—8% породы). Генезис дюмортьерита, по-видимому, следует объяснить более поздним проникновением из магмы борной кислоты, которая в условиях давления и медленного охлаждения частично преобразовала силлиманит в дюмортьерит. Предположение, что первоисточник бора для образования дюмортьерита мог находиться во вмещающих породах, отпадает, так как последние представлены вулканогенными образованиями, и даже спектроскопически в них бор не отмечен. Не исключается возможность, что привнос бора из магмы связан с захватом бора из боковых пород осадочного происхождения из глубоких горизонтов и переносом его магматическим расплавом гранитоидного состава.

Алунитовые кварциты пользуются значительно меньшим распространением и пространственно тяготеют к участкам полиметаллического оруденения, развиваясь исключительно за счет кварцевых порфиров. Отмечены эти породы только в бассейне р. Халадж—несколько севернее развалин сел. В. Тежадин и на левом склоне долины руч. В. Шаумянский. В обоих случаях они контролируются разрывными нарушениями, более мелкими, чем вышеописанные серицитовые кварциты.

Площадь, занятая первым, более значительным выходом алунитизированных пород, не превышает одного гектара. Второй выход—совершенно ничтожен по размерам. Основная часть его, видимо, скрыта под верхнеюрскими образованиями.

К неизмененным вмещающим породам алунитовые кварциты переходят через довольно значительную по мощности зону серицитизированных пород, почти не затронутых окварцеванием.

Каолинито-пироксилитовые кварциты установлены в Кафанском районе на участке Дзорастан и, по-видимому, связаны с жерловой фацией кварцевых порфиров. Кварциты по данным Ю. А. Лейе (1963), здесь развиваются почти исключительно по кварцевым порфирам, выполняющим жерло. По мнению Ю. А. Лейе, здесь имеет место наложение нескольких фаций кварцитов друг на друга, что вызвано, видимо, неоднократно повторяющейся длительной циркуляцией газовых и водных растворов по каналу вулкана. Граница распространения вторичных кварцитов довольно резкая и практически совпадает с контуром

тела, за пределами которого развиты кварцево-серицитовые породы, которые только на отдельных небольших участках могут быть отнесены к серицитовой фации кварцитов.

Помимо образования вторичных кварцитов, в пределах юрской вулканогенной формации Армении широко развиты также другие разновидности гидротермально измененных пород. К таким образованиям относятся серицитсодержащие породы, являющиеся одними из наиболее распространенных гидротермально-измененных пород в пределах Кафанского, Шамлугского и Ахтальского рудных полей и обычно пространственно и генетически связаны с рудоподводящими каналами и рудными телами. По степени насыщения породы серицитом всю эту группу можно разделить на серицитизированные и серицитовые породы. Последние представляют собой интенсивно измененные породы, утратившие первоначальную структуру и минералогический состав. Серицитизация преимущественно развивается в породах кислого типа — альбитофирах, плагиопорфирах и др. Довольно интенсивно серицитизации подвержены также перемятые рассланцованные породы в зонах дорудных разломов. Нередко такие зоны бывают сложены почти мономинеральным серицитом. Вне тектонических швов серицитизация проявляется параллельно с окварцеванием и в этом случае образуются кварцево-серицитовые породы, описанные выше. Определение возраста образования серицитолитов Алавердского рудного района позволило уточнить не только их возраст (от 154 до 160 млн. лет), но и возраст оруденения Алавердского месторождения как средне-верхнеюрский, ибо гидротермальные процессы, давшие колчеданную рудную минерализацию, одновременно вызывали интенсивное изменение рудовмещающих порфиритов и туфобрекчий средней юры.

Обычно серицитизация проявляется не как самостоятельный процесс, а сопровождается каолинизацией и хлоритизацией пород. В серицитизированных породах изменению вначале подвергаются плагиоклазовые вкрапленники, а затем уже и основная масса породы. Макроскопически серицитизированные породы представляют собой осветленные, иногда глинистые образования, имеющие в рудниках кремовую, а на поверхности, за счет гидроокислов железа, красновато-бурую окраску.

В условиях поверхностного выветривания, за счет разложения пирита, осветленные серицитовые породы подвергаются лимонитизации и приобретают весьма пеструю, пятнистую (желтую, красную, бурую, белую) окраску. На месторождениях такие породы получили наименование «марашей» или «марашистых зон». В зависимости от степени окварцевания серицитовых пород среди «марашей» выделяют плотные и рыхлые разновидности. Первые развиты значительно больше.

Каолинизация рудовмещающих пород самостоятельно не проявляется и сколько-нибудь значительных выходов каолинитовых пород не наблюдается, за исключением, может быть, массива каолинито-пиррофиллитовых кварцитов в Кафанском месторождении. Обычно каолинизация развивается параллельно с серицитизацией и окварцеванием, предпочтительно среди более кислых пород (кварцевые порфириты и

порфиры). Присутствует каолинит в виде рассеянных по породе мелких скоплений, которые хорошо распознаются только под микроскопом.

В последние годы в измененных серицитовых породах, сопровождающих крупные дорудные разломы, был установлен диккит (М. П. Исаенко, 1963). Последний образует мелкие зеленовато-голубые линзы вязких диккитовых пород, располагаясь обычно в центральных частях рассланцованных пород зоны разлома, что может служить подтверждением его более позднего образования.

По данным М. П. Исаенко, выделения неправильной формы и прожилки диккита отмечаются также в рудовмещающих порфиритах и пострудных дайках диабазов и габбро-диоритов. Автор генезис диккита в условиях Кафанского месторождения объясняет воздействием горячих кислых растворов на рудовмещающие вулканогенные породы основного и среднего состава, при котором происходил вынос Na_2O , K_2O , CaO и MgO . При этом большая часть кремнезема и глинозема, входящих в состав породообразующих минералов, образует диккит.

Хлоритсодержащие породы пользуются широким распространением и среди них также могут быть выделены хлоритовые и хлоритизированные породы. Первые распространены ограниченно и тесно связаны с относительно мелкими тектоническими нарушениями, по швам которых они развиваются. Более широко распространены хлоритизированные породы. В зависимости от температурных условий процесса хлоритизации различается несколько типов хлоритов. Наиболее интенсивно хлоритизация развивается в породах основной и средне-основной группы—в порфиритах зеленокаменной толщи Армении, в плагиоклазовых порфиритах Куртамякского участка Кафанского месторождения, к югу от рудника № 6 и в пределах рудника № 7—10 того же месторождения и в районе пос. Ленрудники в Алавердском районе. Естественно, что хлоритизация проявляется совместно с серицитизацией и окварцеванием пород, но в указанных участках этот тип гидротермального изменения явно преобладает над всеми другими.

Постоянное и высокое содержание хлорита в описываемых породах указывает на первичное обогащение магмы водой.

Макроскопически хлоритизация выражается в том, что придает породе более темный, зеленовато-синий или черно-зеленый цвет. Под микроскопом хорошо заметно, что преимущественно хлорит развивается в мезостазисе, а затем развивается по темноцветным минералам—пироксенам и амфиболам и реже по плагиоклазу.

На поверхности, в результате выветривания, гидротермально хлоритизированные породы покрываются тонкой корочкой красновато-бурых окислов железа, благодаря чему такие участки резко выделяются на фоне других пород. Под корочкой гидроокислов железа почти во всех случаях наблюдается обеленная порода, которая вглубь переходит в темные хлоритизированные породы. Это обеление происходит, видимо, под воздействием сернокислых растворов, образующихся при разложении сульфидов, что экспериментально было подтверждено Д. М. Шилиным и В. П. Ивановой (1954). Теми же авторами отмечается, что указанные до-

рочки гидроокислов железа развиваются по породам, в которых присутствуют существенно железистые хлориты, характерные для гидротермально измененных пород, сопровождающих медно-колчеданное оруденение.

Цеолитизация в вулканогенных образованиях юры отмечена только в верхнеюрских породах Кафанского и частично Горисского районов на территории Тасского леса. Она здесь представлена в виде гнезд диаметром до 10 см величиной.

Пиритизация рудовмещающих пород развивается повсеместно параллельно с другими процессами и охватывает почти все породы рудных полей. Наиболее интенсивно она развита среди пород средней юры и наиболее обильна при развитии процессов серицитизации, пропицитизации и кварцитов. Необходимо, однако, отметить, что пирит, даже при его большом содержании в породе, не может служить указанием на близость промышленных рудных тел и как поисковый признак может использоваться только в сочетании с другими признаками.

По крупности кристаллов, густоте и характеру распространения их может быть выделено несколько типов пиритизации. Наиболее распространенным является мелкозернистый пирит, относительно равномерно распределенный в породе. Реже отмечается пирит в крупных, правильно ограненных кристаллах или мелкозернистый пирит, образующий отдельные скопления. Среди пород верхней осадочной серии параллельно с пиритом отмечается также и марказит.

В поверхностных условиях пирит обычно подвергается окислению и переходит в лимонит, а скопления его превращаются в рыхлую сыпучую массу.

Карбонатизация характерна для верхних горизонтов среднеюрских пород. Особенно интенсивно она развита среди пород верхней осадочной серии Кафанского месторождения.

Макроскопически карбонатизированные породы сохраняют свою естественную окраску и текстурно-структурные особенности.

В порфиритах карбонаты хорошо развиваются по порфировым выделениям, в туфах они обычно замещают цементирующую массу и реже охватывают обломочный материал. Параллельно с карбонатами в породе почти всегда присутствует хлорит, реже серицит и вторичный кварц.

Среди этого типа гидротермальных процессов заслуживает упоминания формирование чрезвычайно интересных оригинальных образований карбонатного состава на Кафанском месторождении. Морфологически они представляют жилы и дайкообразные тела мощностью от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров (8—10 м). Эти образования, вероятно, непосредственно связаны с общим очагом рудообразования, на что указывает также наличие в них, в некоторых случаях, редкой вкрапленности сфалерита и халькопирита.

Огипсование развито среди пород верхней осадочной серии средней юры Кафанского месторождения и в районе пос. Ленрудники Алавердского месторождения и представлено достаточно мощной гипсо-

во-ангидритовой толщей, которая рассматривается нами как метасоматическая порода, образовавшаяся за счет вулканогенно-осадочных пород и известняков* под воздействием сульфатных растворов. В меньшей мере гипсы развиты вблизи рудных тел и иногда накладываются на рудные жилы.

Высказанное мнение относительно природы гипсово-ангидритовой толщи подтверждается ее приуроченностью к породам верхней осадочной серии именно в центральной и юго-восточной частях Кафанского рудного поля, т. е. там же, где имеют распространение и известняки. В пределах площадей, занятых верхнеюрскими образованиями, они вскрыты непосредственно под ними (скв. № 131, 153, 328, 340); кроме того, нередко наблюдается интенсивное огипсование туфоосадочных пород верхней осадочной серии (р-к № 7, гор. 1095 м; рудник № 6).

Образование гипсово-ангидритовой толщи следует отнести к порудному периоду, т. е. к моменту, когда промышленные рудные тела уже были сформированы, но гидротермальный процесс еще продолжался. Об этом свидетельствуют факты корродирования и цементации рудных минералов (пирит, галенит, сфалерит, халькопирит) ангидритом. Эти явления детально описаны и хорошо иллюстрируются Ван-Цзу-баном и В. Н. Котляром (1957), а позже К. А. Карамяном и А. С. Фарамазяном (1959).

Из других процессов гидротермального изменения, тесно связанных с вышеописанными, необходимо отметить альбитизацию, наиболее интенсивно развитую среди порфиристов разного состава.

С целью выяснения химизма гидротермально измененных пород и характера растворов, вызвавших эти изменения, нами были собраны все имеющиеся химические анализы этих пород, а также произведены дополнительные анализы. К сожалению, точное место взятия образца и его детальное описание в первоисточнике не приводятся, в силу чего мы сочли возможным вывести средние значения из нескольких имеющихся анализов и сопоставлять их со средним составом соответствующей неизменной породы**.

Недостатком всех приводимых ниже анализов является отсутствие данных об объемном весе анализируемых пород, однако исправить этот недостаток, в силу указанных причин, не представляется возможным. В результате протекавшие изменения сравниваются не в единице объема, как это принято в настоящее время и что является более правильным (Н. И. Наковник, 1958), а в единице массы.

Для удобства сравнения все анализы пересчитаны по кислородному методу Т. Барта. Цифровые значения и полученные формулы этих пород приводятся ниже в табл. 1, 2, 3, 4.

* На Кафанском месторождении помимо описанных процессов огипсования известняков, по-видимому, имеет место также процесс перекристаллизации известняков и превращение их в гипс и ангидрит.

** Для данной цели использованы анализы пород только по Кафанскому месторождению, так как наиболее полные данные имеются только по нему.

Средние составы выведены: для свежих порфиров — из 5 анализов (Малхасян, Лейе, 1956), для измененных — из 3 и для сильно изме-

Таблица 1

Окислы	Плагноклазовые порфиры		
	свежие	гидротермально измененные	сильно гидротермально измененные
SiO ₂	53,63	54,53	58,95
TiO ₂	1,43	0,55	0,54
Al ₂ O ₃	16,36	15,29	12,26
Fe ₂ O ₃	5,36	8,38	9,4
FeO	5,24	4,55	3,43
MgO	4,41	6,74	4,15
CaO	4,92	2,27	2,91
Na ₂ O	3,62	1,28	1,72
K ₂ O	0,89	0,33	0,56
H ₂ O	0,66	0,5	0,36
п. п. п.	3,68	4,13	5,45
Сумма	100,38	98,82	99,91

ненных — из 4 анализов, заимствованных у Ю. А. Арапова. Образцы для этих анализов взяты в горных выработках рудников № 1—2 и 6.

Формулы пород соответственно равны:

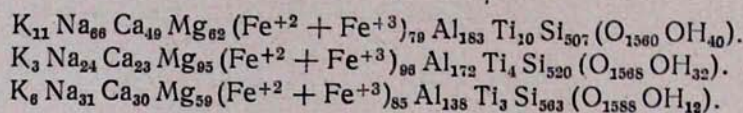


Таблица 2

Окислы	Кварц-плагноклазовые порфиры			
	свежие	гидротермально измененные	сильно гидротермально измененные	очень сильно гидротермально измененные
SiO ₂	64,95	65,65	53,23	67,79
TiO ₂	0,35	0,35	0,95	0,45
Al ₂ O ₃	15,71	13,35	13,75	10,21
Fe ₂ O ₃	4,91	7,38	10,27	7,28
FeO	2,45	1,94	2,82	2,60
MgO	2,02	2,73	3,98	2,94
CaO	1,96	2,49	5,66	2,45
Na ₂ O	2,61	0,46	1,89	1,29
K ₂ O	0,87	0,12	0,30	0,30
H ₂ O	0,80	0,64	0,44	0,48
п. п. п.	3,94	4,47	7,42	4,12
Сумма	100,73	99,59	100,72	99,91

Средние составы выведены: для свежих пород — из 3 анализов (Малхасян, Лейе, 1956); для измененных — из 4, для сильно измененных — из 3 и для очень сильно измененных — из 3 анализов. Анализы заимствованы у Ю. А. Арапова. Образцы взяты в рудниках № 1—2 и 6.

Формулы пород соответственно равны:

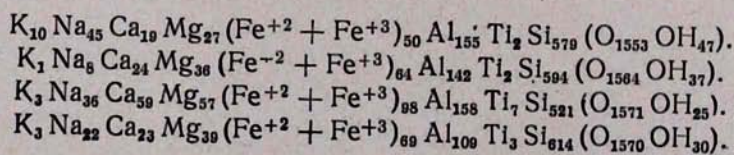


Таблица 3

Окислы	Кварцевые порфиры		
	свежие (ан. № 85)	гидротер- мально-из- мененные (ан. № 81)	очень силь- но гидротер- мально-из- мененные (ан. № К-4)
SiO ₂	71,18	70,00	64,37
TiO ₂	0,48	0,6	0,15
Al ₂ O ₃	11,67	14,25	17,26
Fe ₂ O ₃	1,38	2,70	3,00
FeO	1,94	3,28	0,52
MgO	1,34	2,53	1,12
CaO	4,86	0,77	0,73
Na ₂ O	2,22	2,58	2,68
K ₂ O	1,70	0,46	2,23
H ₂ O	0,28	0,22	1,01
SO ₃	не опр.	не опр.	2,34
п. п. п.	3,1	3,08	3,75
Сумма	100,24	100,57	99,16

Анализы № 85 и 81 (Малхасян, Лейе, 1956). Образец для анализа № К-4 взят на участке Куртамяк из кварц-порфировой дайки.

Формулы приведенных пород соответственно равны:

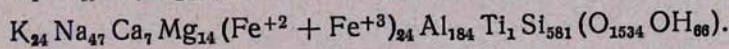
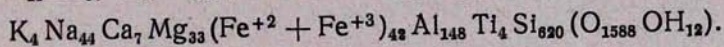
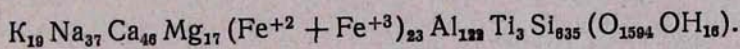
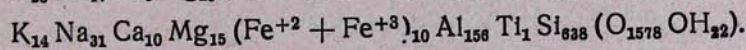
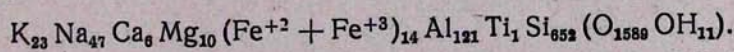


Таблица 4

Окислы	Кварцевые альбитофиры	
	свежий (ан. № 91)	очень сильно гид- ротермально изме- ненный (ан. № К-5)
SiO ₂	77,60	74,63
TiO ₂	0,27	0,15
Al ₂ O ₃	12,23	15,45
Fe ₂ O ₃	2,14	1,20
FeO	0,14	0,54
MgO	0,88	1,20
CaO	0,66	1,13
Na ₂ O	2,90	1,85
K ₂ O	2,20	1,30
H ₂ O	0,22	0,40
SO ₃	не опр.	0,53
п. п. п.	1,16	0,63
Сумма	100,44	99,08

Анализ № 91 (Малхасян, Лейе, 1956); образец анализа № К-5 взят на высоте Сарито-Прах.

Формулы приведенных пород следующие:



Приведенные цифровые данные, несмотря на их недостатки, с учетом вышеприведенного описания гидротермально измененных пород позволяют сделать ряд выводов относительно перераспределения вещества под воздействием гидротермальных растворов.

1. Щелочи из гидротермально измененных пород выносятся, причем особенно интенсивно в начальную стадию изменения, в процессе хлоритизации пород. В более измененных (серицитизированных) породах количество калия обычно возрастает.

2. Кальций ведет себя по-разному: в плагиоклазовых порфиритах и в карцевых порфирах, т. е. в породах, подвергшихся интенсивной альбитизации, он выносится, особенно активно в менее измененных разностях; в кварц-плагиоклазовых порфиритах и кварцевых альбитофирах — наоборот. Выше было также отмечено, что карбонатизация вообще свойственна верхним горизонтам среднеюрских пород. Такое распределение кальция позволяет допустить, что гидротермы первоначально не были им насыщены, но освободившийся в процессе альбитизации кальций, попадая в циркулирующие растворы, переносился ими и фиксировался в более высоких горизонтах.

3. Относительное количество магния во всех измененных породах возрастает, и особенно заметно в хлоритизированных. Здесь можно предполагать как частичный привнос магния растворами (Д. М. Шилин и В. П. Иванова, 1954), за счет чего образуются магнезиально-железистые хлориты, так и относительное повышение его содержания в породе за счет выноса других элементов. В более измененных разностях по мере развития процессов серицитизации и окварцевания количество магния уменьшается.

4. Количество железа в измененных породах обычно возрастает, что проявляется и внешне в их пиритизации. Исключение составляют только кварцевые альбитофиры, в которых наблюдается некоторое понижение содержания железа.

5. Содержание алюминия в эффузивных породах с увеличением степени их измененности непрерывно понижается, в субвулканических породах, наоборот, возрастает.

6. Кремнекислота, напротив, с увеличением степени изменения эффузивных пород возрастает, а в субвулканических — понижается.

7. Повышение содержания связанной воды в измененных субвулканических породах вполне закономерно и объясняется их хлоритизацией, серицитизацией и каолинизацией. Тот факт, что в эффузивных породах содержание воды уменьшается, видимо, следует объяснять тем, что породы, принятые нами за «свежие», уже в силу аутометаморфических изменений были насыщены связанной водой (следует учитывать подводный характер излияния большинства среднеюрских эффузивов).

Дополнительные данные относительно привноса-выноса отдельных элементов были получены в результате спектрографического изучения измененных пород. Результаты металлометрической съемки по коренным породам Кафанского рудного района показали, что первичные ореолы рассеяния в большинстве случаев совпадают с площадями гидротер-

мально измененных пород. В силу этого геохимическую характеристику ореолов, которая освещена Ю. А. Лейе (1960), можно распространить на измененные породы. Такое сопоставление показывает, что при гидротермальном изменении из пород выносились титан, ванадий, галлий, иттербий, а также, частично из серицитизированных пород, марганец.

Интересно отметить, что медь, обычно привносимая в гидротермально измененные породы, из алунитовых кварцитов и серицитизированных пород, расположенных стратиграфически ниже рудных тел, выносилась. Ее содержание в указанных местах значительно ниже «фоновое» содержания меди в рудовмещающих породах.

Привносились в гидротермально измененные породы медь, свинец, цинк, серебро, сурьма, мышьяк и в ничтожных количествах молибден. Характерно, что последний элемент фиксируется в основном в серицитизированных породах подрудной толщи, из которых выносилась медь. По данным М. А. Лапп (устное сообщение), в гидротермально измененных породах из зон дорудных разломов северо-западного простирания, в частности из зоны Западно-Саяддашского разлома Кафанского месторождения, отмечено также повышенное (в 2—3 раза превосходящее кларковое) содержание иода.

Исходя из приведенного описания гидротермально измененных пород и характера перераспределения вещества можно заключить, что растворы в момент их воздействия на породы были довольно кислыми, что подтверждается не только интенсивным выносом щелочей, но и широким развитием процессов алунитизации и каолинизации пород, а также присутствием каолинито-пирофиллитовых кварцитов. В дальнейшем, в результате взаимодействия с вмещающими породами, происходит нейтрализация растворов, что отражено в образовании серицитовых кварцитов, а местами наблюдается также переход кислых растворов в щелочные (под воздействием которых происходила пропилитизация пород верхней осадочной серии, сопровождаемая их карбонатизацией). Несмотря на широкое распространение вторичных кварцитов и процессов окварцевания рудовмещающих пород кремнезем в существенных количествах, видимо, не привносился. Вторичные кварциты и процессы окварцевания развивались в основном за счет перераспределения веществ исходных пород, что подтверждается взаимозависимостью содержаний глинозема и кремнезема и незначительными колебаниями в содержаниях последнего.

По-видимому, на направление режима и характера растворов значительную роль играют также пористость и трещиноватость пород, которые способствуют относительно свободной циркуляции кислорода. Особенно в верхних зонах Земной коры, как указывает С. И. Набоко (1963), где породы обогащены подземными водами, под воздействием высокой температуры поднимающейся магмы они приобретают характер гидротермальных растворов и тем самым в той или иной мере влияют на нормальный характер растворов. Однако такие участки не могут быть регионального масштаба и носят локальный характер. При гидротермальном изменении, помимо характера растворов, большое значение имеет

также литологический состав пород, чем обусловлен разнохарактерный процесс минералообразования.

Источник растворов, вызвавших гидротермальный метаморфизм описываемого типа, очевидно, следует искать в предположительных глубинных очагах магмы кислого состава, вероятно в тех же очагах, с которыми было связано и происхождение рудоносных растворов, создавших Кафанское, Алавердское, Шамлугское и другие колчеданные месторождения, залегающие в пределах юрских вулканогенных толщ в северной и южной Армении. Что касается формирования медного и медно-колчеданного оруденения, то оно также произошло в среднетемпературных условиях. В настоящее время со стороны большинства исследователей установлено, что медно-колчеданное оруденение Сомхето-Карабахской зоны генетически связано с глубинным очагом кварц-плагиопорфировых и альбитофировых образований, ибо кислые гранитоидные интрузии юрского возраста в пределах развития указанных месторождений отсутствуют. Достаточно подробно вопрос о связи оруденения с субвулканическими образованиями нами рассмотрен в ряде работ (Э. Г. Малхасян и Ю. А. Лейе, 1963 и др.), поэтому здесь на нем не останавливаемся.

В целом, характер гидротермального изменения рудовмещающих пород и самих растворов (А. Г. Бетехтин, 1953) позволяет уверенно говорить о том, что эти процессы протекали в близповерхностных условиях при низких температурах, о чем прежде всего свидетельствует развитие соответствующих фаций вторичных кварцитов (Н. И. Наковник, 1954), в частности алунитовых, образование которых нередко происходит с участием вадозовых вод (В. С. Соболев, М. Ю. Фишкин, 1953) и низкотемпературной, приповерхностной пропилитизации (Д. С. Коржинский, 1961).

В заключение следует отметить, что некоторые исследователи (А. Г. Казарян и Г. Г. Шехян, 1963) гидротермальное изменение пород в юрской вулканогенной формации Армении приписывают только фумарольно-сульфатарной деятельности эффузивных образований, игнорируя при этом активную роль субвулканических образований. Такое размышление в природе не находит своего подтверждения, так как оно не учитывает не только состав магмы, объем выделений эманаций, но также состав изменяемых пород и глубинность. Общеизвестно, что кислые магмы и субвулканические образования характеризуются более значительными выделениями эманаций, газов и выделениями разнообразного состава, чем породы средне-основного состава, образующие эффузивные покровы.

ЛИТЕРАТУРА

- Бетехтин А. Г. Гидротермальные растворы, их природа и процессы рудообразования. Сб. «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». Изд. АН СССР, 1953.
- Ван-Цзубан, Котляр В. Н. О гипогенных ангидритах и гипсе из Кафанского месторождения. Сб. научн. тр. МИЦМЗ, 27, 1957.

- Исаенко М. П. Дикит из Кафанского медноколчеданного месторождения в Армении. Изв. ВУЗов, геология и разведка, № 6, 1963.
- Казарян А. Г., Шехян Г. Г. К проблеме генезиса колчеданных месторождений Армянской ССР. ДАН Арм. ССР, т. XXXVII, № 1, 1963.
- Карамян К. А., Фарамазян А. С. К вопросу об ассоциации гипогенного ангидрита и гипса с сульфидами на примере месторождений Армянской ССР. Изв. АН Арм. ССР, сер. геол., т. XII, № 6, 1959.
- Коржинский Д. С. Зависимость метаморфизма от глубинности в вулканогенных формациях. Тр. Лабор. вулканологии, вып. 19, 1961.
- Лейе Ю. А. Первичные ореолы рассеяния медных и полиметаллических месторождений Кафанского рудного поля. Тр. НИГМИ, вып. 1, 1960.
- Лейе Ю. А. О верхнебайосском вулканическом аппарате и связанном с ним проявлении молибденита из Кафанского рудного поля. ДАН Арм. ССР, т. XXXVI, № 3, 1963.
- Малхасян Э. Г., Лейе Ю. А. Рудовмещающие породы Кафанского рудного поля в южной Армении. Изд. НТО ЦМ, Ереван, 1956.
- Малхасян Э. Г., Лейе Ю. А. О связи колчеданных месторождений Армении с юрской вулканогенной формацией. Сб. «Палеовулканология и проблема вулканогенных формаций». Алма-Ата, 1963.
- Набоко С. И. Гидротермальный метаморфизм пород в вулканических областях. Изд. АН СССР, 1963.
- Наковник Н. И. Вторичные кварциты. Сб. «Измененные околорудные породы и их поисковое значение», Госгеолтехиздат, 1954₁.
- Наковник Н. И. Гропилитизированные породы, их минеральные фации, генезис и практическое значение. ЗВМО, вторая серия, ч. 83, вып. 2, 1954₂.
- Наковник Н. И. Определение количественного изменения вещества при гидротермальном метаморфизме. ЗВМО, вторая серия, ч. 87, 1958.
- Соболев В. С., Фишкин М. Ю. Метасоматическая зональность и процессы образования алунита. Минералог. сб. Львовского геол. об-ва, № 7, 1953.
- Шилин Д. М., Иванова В. П. Хлоритсодержащие породы. Сб. «Измененные околорудные породы и их поисковое значение». Госгеолтехиздат, 1954.