

УДК 551.21.553.2

Э. Г. МАЛХАСЯН, Э. А. ХАЧАТУРЯН

## РОЛЬ ЮРСКОГО ВУЛКАНИЗМА В МЕТАЛЛОГЕНИИ АРМЕНИИ

Генезис и возраст колчеданного оруденения Кавказа, и в частности Армении, до последнего времени разными исследователями трактуются по-разному.

В настоящее время по вопросу о связи колчеданного оруденения с магматизмом имеются две основные точки зрения. Одни авторы оруденение парагенетически связывают с кислыми гранитоидными интрузивами или их дифференциатами (К. Н. Паффенгольц, В. Г. Грушевой, Б. С. Вартапетян, С. С. Мкртчян), другие—с субвулканическими образованиями кварцевых плагнопорфиров и альбитофиров (И. Г. Магакьян, В. Н. Котляр, Г. О. Пиджян, Э. Г. Малхасян, Э. А. Хачатурян и др.), при этом сторонники первого взгляда вообще отрицают роль кислых субвулканических образований в процессе рудообразования [3] или резко отрывают процессы рудообразования от гидротермального изменения вмещающих пород как по времени, так и по источнику (очагу) этих растворов [8, 9].

В противоположность взглядам первого направления, некоторые сторонники второго взгляда, придавая чрезвычайно большое значение субвулканическим образованиям, несколько умаляют рудообразующую роль гранитоидных интрузивов. При этом, как правильно отмечает В. Н. Котляр [13], «некоторые геологи, упрощенно представляющие причины вулканизма, продолжают противопоставлять интрузивные процессы вулканическим, а последние понимать как протекающие только на поверхности».

В настоящее время одной из актуальных проблем в учении о рудных месторождениях является рудоносность вулканогенных формаций. С этой проблемой связаны не только перспективы развития нашей сырьевой базы, но и многие аспекты развития теории рудообразования.

Ко всему сказанному следует добавить также, что еще в 1910 г. Н. С. Успенский указал на существенное значение «экранирующей роли» покровных пород при формировании колчеданных руд Малого Кавказа в толще кварцевых порфиров. В дальнейшем этот взгляд развивали К. Н. Паффенгольц и другие исследователи Малого Кавказа, отметившие, что кварцевые порфиры Малого Кавказа являются благоприятной физической и химической средой для отложения колчеданных руд. Однако, такое предположение оспаривалось некоторыми исследователями.

Идея о генетической связи колчеданного оруденения с субвулканическими образованиями кварцевых порфиров Малого Кавказа впервые была выдвинута И. Г. Магакьяном для Армении и М. А. Кашкаем—для азербайджанской части Малого Кавказа. Для месторождений Грузии эту

идею развивают Г. А. Твалчрелидзе, Г. М. Заридзе и Н. Ф. Татришвили, Г. С. Дзоценидзе, Ю. И. Назаров и др.

Необходимо отметить, что правильному решению вопросов, связанных с генезисом колчеданного оруденения Армении, способствовали труды И. Г. Магакьяна и С. С. Мкртчяна, впервые указавших на геологическую близость Кафана и Алавердского рудного района и на резкое отличие их от Еревано-Ордубадской тектоно-магматической зоны, имеющей совершенно иную геологическую историю развития и характеризующуюся медно-молибденовым оруденением.

Следует также отметить, что для правильного понимания затронутого вопроса важное значение имели работы В. Н. Котляра, довольно подробно осветившего особенности строения и формирования месторождений, связанных с субвулканическими образованиями.

В Армении на площади развития юрской вулканогенной формации колчеданное оруденение наиболее интенсивно проявилось в основном на участках развития субвулканических образований—кварцевых плагнопорфиров и альбитофиров. В районах распространения и в непосредственной близости колчеданных месторождений гранитоидные интрузии либо отсутствуют, либо по возрасту они значительно моложе. Кроме того, на примерах отдельных рудных полей установлена явная синхронность колчеданных и полиметаллических месторождений с кварцевыми плагнопорфирами среднеюрского времени. Вопрос о возможной рудообразующей роли интрузивов в образовании колчеданного и полиметаллического оруденения в достаточной мере освещен в научной печати.

Основное внимание в данной статье мы уделяем соображениям о роли субвулканических образований в локализации колчеданного оруденения на материале изучения юрских вулканогенных толщ. Для освещения затрагиваемого вопроса, мы здесь вкратце остановимся также на эволюции взглядов на происхождение главнейших колчеданных месторождений Армении—Кафана и Алавердской группы месторождений.

Первое высказывание о генезисе Кафанского месторождения принадлежит А. Эрну, связывавшему оруденение главным образом с внедрением основной магмы; выходы многочисленных диабазовых даек, по его мнению, служили одновременно путями для гидротерм. Более поздними исследователями оруденение Кафанского месторождения связывается с кварцевыми альбитофирами, которые рассматриваются как производные Мегринского гранитоидного плутона. Описанные А. Эрном диабазовые дайки В. Г. Грушевым рассматривались как лампрофировые отщепления Мегринского плутона, послужившие путями проникновения гидротерм.

Несколько позже В. Н. Котляром и А. Л. Додиным [11] в пределах Кафанского рудного поля были установлены мелкие выходы «гранитоидов» и связанные с ними кварцевые порфиры (помимо известных уже кварцевых альбитофиров). Этими авторами была создана наиболее стройная теория формирования месторождения, в которой учитывалась

не только роль интрузивных пород, но также большое значение придавалось тектоническим и литологическим факторам. Согласно представлениям этих авторов оруденение генетически связывалось с габбро-диоритами (габбро-диабазами), которые считались сателлитами Мегринского гранитоидного плутона третичного возраста. Соответственно, к этому же возрасту авторы относили и оруденение. Что касается кварцевых порфиров, кварцевых альбитофиров и диабазов, то они считались не прямыми источниками оруденения, а только «...посредниками... вызывающими поднятие с глубинных частей еще не остывшей интрузии новых порций насыщенных гидротерм и дающих пути для их проникновения в верхние горизонты».

Последующие исследователи Кафанского месторождения в основном придерживались взглядов, высказанных В. Н. Котляром и А. Л. Додным.

За последнее десятилетие появился также ряд работ, в которых отстаивается точка зрения о генетической связи промышленного оруденения Кафанского месторождения с выходами гранитоидов, являющихся дериватами Мегринского плутона и относившихся к третичному возрасту, или вообще исключается роль субвулканических образований не только в рудообразовании, но и в сколько-нибудь существенном гидротермальном изменении пород [9].

Несостоятельность этих взглядов вытекает из анализа всего фактического материала и подтверждается прежде всего тем, что указанные интрузии являются пострудными—они отчетливо секут гидротермально измененные породы, руды и верхнеюрские отложения. Нельзя согласиться также с мнением о том, что кварцевые плагиопорфиры и кварцевые альбитофиры являются дериватами указанных интрузий. Как было уже отмечено, такое мнение не соответствует фактическим данным. Помимо того, что эти образования являются разновозрастными и отделены друг от друга значительным интервалом времени, в пределах рудного поля имеются факты их прямых взаимоотношений. Так, на участке Куртамяк, в районе вершины г. Саядкар и в нижнем течении Арачадзорского ручья дайкообразные тела кварцевых плагиопорфиров отчетливо секутся микродиоритами и габбро-диабазами, что исключает возможность рассмотрения первых как дериватов последних.

Следует также отметить, что габбро-диабазы, которые ранее, да и сейчас, некоторыми исследователями рассматриваются как очаг оруденения, являются пострудными, по-видимому, имеют меловой возраст и прямого отношения к оруденению не имеют.

О явлениях парагенетической связи оруденения с кислыми субвулканическими образованиями и о возрасте последних говорит также широкое развитие гидротермальных изменений в рудовмещающих породах. Эти последние отмечаются только в районах распространения кварцевых плагиопорфиров, в то время как производные гранитоидных пород не вызывают никаких изменений.

Процессы гидротермальных изменений абсолютно не затрагивают

также образований верхней юры, что еще раз свидетельствует о доверхнеюрском возрасте оруденения. Следует отметить, что из приблизительно пяти тысяч заданных скважин ни одна из них в породах верхней юры не зафиксировала хоть малейших признаков гидротермального изменения. Однако, чтобы объяснить отсутствие гидротермального изменения в породах верхней юры, А. Г. Казарян, Г. Г. Шехян [8, 9] вынуждены были резко оторвать процессы рудообразования от гидротермального изменения вмещающих пород как по возрасту, так и по источнику этих растворов. Эти авторы гидротермальное изменение пород юрской вулканогенной формации Армении, в частности Кафанского рудного поля, приписывают только фумарольно-сульфатарной деятельности эффузивных образований, игнорируя при этом активную роль субвулканических образований. Такая постановка вопроса не находит своего подтверждения, т. к. при этом не учитывается не только состав магмы, объем выделения эманаций, но также состав изменяемых пород в связи с глубиной. Общеизвестно, что кислые магмы и субвулканические образования кислого состава сопровождаются более значительными по суммарному объему и разнообразным по составу газовой-жидкими эманациями, чем породы средне-основного состава, слагающие эффузивные покровы.

С другой стороны, трудно представить совершенно «сухие» средне-температурные рудные растворы без каких-либо эманаций, которые, проникая в трещины, привели к образованию только рудных жил, без каких-либо изменений боковых пород.

Кроме изложенного, следует отметить, что в пределах Кафанской моноклиналиной зоны, видимо, вообще отсутствуют интрузивы третичного возраста. В настоящее время все больше исследователей склоняются к мнению о неоккомском возрасте этих интрузивных пород, подтверждение чего усматривается нами в следующем:

1. Находки А. Н. Соловкиным галек интрузивных пород в сеномане левобережья р. Вохчи.

2. Данные об абсолютном возрасте наиболее крупного в этой зоне Цавского интрузива. Согласно этим данным возраст Цавского интрузива, формирование которого проходило в две фазы, определяется соответственно в 135 и 130 млн. лет, что отвечает нижнему мелу или верхам верхней юры.

3. Сопоставление геохимических особенностей изверженных пород Кафанской моноклиналиной зоны с породами Мегринского плутона, при котором было использовано около 4000 спектральных анализов, показало следующее [15]. В юрских и меловых изверженных породах Кафана практически полностью отсутствуют такие элементы, как молибден, гафний, ниобий, тантал и вольфрам, являющиеся весьма характерными для пород Каджаранского рудного поля. С другой стороны, в последних отсутствуют серебро, сурьма и висмут, которые постоянно устанавливаются в измененных породах Кафана. Весьма характерны также различия в поведении циркония и иттербия в двух упомянутых районах. Зашиженные,

против юрских пород Кафана, содержания меди, цинка, свинца и полностью отсутствие молибдена, гафния, ниобия, тантала и вольфрама в неокомских интрузивах свидетельствуют о пострудном характере этих пород и об отсутствии генетической связи между ними и породами Мегринского плутона.

С другой стороны, постоянное присутствие меди, цинка и свинца в юрских кварцевых порфирах и альбитофирах дает прямые указания на связь оруденения с отмеченными кислыми субвулканическими образованиями натрового состава в смысле общности родоначального очага.

4. Комплекс минералов тяжелой фракции, выделенной из неокомских интрузивных пород Кафана (магнетит, гематит, амфиболы, пироксены, эпидот, сфен, пирит, халькопирит, циркон, апатит, титаномагнетит и лейкоксен), резко отличается от такового из пород Мегринского плутона [20].

Вторая точка зрения о парагенетической связи оруденения с очагом среднеюрского вулканизма подтверждается всем фактическим материалом, накопленным за многолетний период исследований рудного поля. Здесь мы попытаемся только кратко суммировать эти данные, повторяя при этом и ранее известные положения.

1. Тесная пространственная и временная связь оруденения с конечными дифференциатами указанного очага—кварцевыми плагиопорфирами и кварцевыми альбитофирами.

2. Совпадение фаций глубинности экструзивно-эффузивных комплексов и оруденения.

3. Тесная пространственная связь оруденения с гидротермально измененными породами, причем последние строго локализованы в пределах среднеюрских образований, тяготея к их верхним горизонтам, а характер метаморфизма—развитие низкотемпературной пропилитизации, внешних фаций вторичных кварцитов, алунитизации, свидетельствует о протекании этого процесса в близповерхностных условиях и позволяет говорить о его связи с вулканизмом. Характерно, что оруденение чаще всего локализуется в областях развития монокварцитов или кварцево-серицитовых пород с резким преобладанием кварца.

4. Близость геохимических особенностей среднеюрских вулканогенных образований и оруденения.

5. Особенности состава аксессуаров в магматических образованиях среднеюрского возраста, свидетельствующие о закономерном возрастании роли летучих в конечных дифференциатах этого очага и наличии в составе аксессуаров сульфидов меди, свинца и цинка.

6. Присутствие меди, свинца, цинка и серебра в чисто отобранных пробах минералов тяжелой фракции из пород среднеюрского возраста, а также наличие халькопирита в миндалинах указанных пород.

7. Ясная «структурно-литологическая форма связи» [12] оруденения с кварцевыми плагиопорфирами и кварцевыми альбитофирами, выражающаяся в использовании магмой и рудоносными растворами одних и тех же путей для своего проникновения и нередко размещения рудных

тел в пределах несколько ранее сформированных кварцевых плагиопорфиров.

8. Детализируя изложенное, можно прибавить, что близповерхностные месторождения, т. е. месторождения, парагенетически связанные с очагами вулканической деятельности, В. Н. Котляром [13] выделены в самостоятельный генетический тип и приведены их характерные признаки, большая часть из которых отмечена и в пределах изученного нами рудного поля. Такими признаками, помимо изложенного, являются: наличие гипогенной зональности в оруденении и изменении вмещающих пород, присутствие в рудах сульфосолей, сульфатов и теллуридов, телескопированность руд и широкое развитие колломорфных текстур, перемежаемость во времени последовательных магматических образований и оруденения, особенности химизма рудоносных растворов и др.

К числу прямых указаний на доверхнеюрский возраст основного этапа рудообразования на Кафанском месторождении следует отнести также факт полного отсутствия признаков гидротермальных изменений в породах верхней юры. Исследователи, относившие оруденение к третичному возрасту, это явление объясняют экранирующей ролью плотных, грубозернистых, слоистых туфопесчаников, залегающих в основании верхней юры. Мы не можем согласиться с таким мнением по следующим причинам. В ряде мест упомянутые туфопесчаники фациально переходят в известняки с незначительной примесью кварцевых зерен. Общеизвестно, что известняки являются весьма чувствительными и восприимчивыми к воздействию гидротерм. В то же время на левом склоне долины руч. В. Шаумяновский наблюдается налегание этих, совершенно свежих, известняков на нацело измененные, алуинитизированные порфириты. Трудно допустить мысль, что гидротермы, нацело изменившие плотные кварцевые порфириты, не воздействовали на известняки. Скорее следует полагать, что процессы алуинитизации произошли до образования верхнеюрских известняков.

С другой стороны, тектонические нарушения, рвущие породы верхней юры и смещающие их на значительную амплитуду, являются явно пострудными.

В качестве примера можно указать на Башкендский разлом, являющийся одним из наиболее крупных на месторождении. В шве этого разлома отмечаются прожилки барита, кальцита и местами густая вкрапленность пирита, но полностью отсутствуют признаки медного оруденения. Эти факты свидетельствуют о том, что формирование разлома проходило уже после главного этапа оруденения, но разумеется, еще в период действия гидротерм.

Таким образом, все имеющиеся факты свидетельствуют о доверхнеюрском возрасте основного этапа рудообразования и об его парагенетической связи с кварцевыми плагиопорфирами, непосредственно за которыми последовали рудоносные гидротермы.

Достаточно веские подтверждения в пользу связи оруденения с очагом вулканической деятельности можно почерпнуть и используя метод

аналогии, т. е. сопоставляя особенности Кафанского рудного поля с месторождениями, для которых связь оруденения с вулканизмом не вызывает сомнения, а также с областями активного вулканизма. Так, детальные исследования С. И. Набоко [22] позволили ей придти к ряду весьма интересных заключений, которые вполне могут быть приложены к областям древнего вулканизма, в частности, к Кафанскому рудному полю. В данном случае мы имеем в виду выводы упомянутого исследователя о том, что: «1) Интенсивный метаморфизм вулканических пород, приводящий к концентрации рудных компонентов, происходит в длительную поздневулканическую стадию в условиях наличия жидкой фазы воды. 2) Гидротермальные процессы в областях активного вулканизма находятся в парагенетической связи с формированием вулканических толщ в смысле приуроченности их к единому вулканическому циклу. Минералообразование не сингенетично процессу формирования вулканических толщ и представляет собой наложенный процесс. 3) Гидротермальные процессы приурочены к заключительной стадии извержений вулкана, характеризующейся появлением наиболее кислых магматических дифференциатов...» Эти выводы, сделанные для области активного вулканизма, как видно из всего вышеизложенного материала, могут быть полностью перенесены на Кафанское рудное поле.

Таким образом, анализируя материалы, собранные к настоящему времени по Кафанскому рудному полю, мы не видим фактов, которые могли бы подтвердить мнение о связи оруденения с третичными или другого возраста интрузиями гранитоидного состава: напротив, все данные свидетельствуют о парагенетической связи оруденения с кварцевыми плагиопорфирами и кварцевыми альбитофирами, т. е. с очагом среднеюрского вулканизма.

В связи с изложенным, естественно, и возраст Кафанских месторождений оценивается нами как среднеюрский, подтверждение чего мы видим в следующем: 1) парагенетическая связь оруденения с очагом среднеюрского вулканизма, крайними дифференциатами которого являются кварцевые плагиопорфиры и кварцевые альбитофиры, в возрастную «вилку» которых попадает промышленное оруденение; 2) размещение продуктов минерализации в возрастной «вилке» диабазовых даек (лейкодиабазы и «внутриминерализационные» диабазы), возраст которых определяется как доверхнеюрский<sup>1</sup>; 3) тесная связь оруденения с разломами северо-западного простирания, развитие которых происходило в процессе формирования ниже-среднеюрского структурного этажа и большинство из которых в породах верхнеюрского-нижнемелового этажа совершенно не проявлено; 4) отсутствие промышленного оруденения и явлений гидротермального изменения пород в образованиях верхней юры; 5) к востоку от сел. Норашеник, в районе участка Бадалюрт из

<sup>1</sup> Убедительные факты в пользу присутствия в пределах рудного поля даек внутриминерализационных диабазов приводятся также В. Н. Котляром в статье «О соотношении даек и оруденения в магматических комплексах». Сб. научн. тр. МИЦМЗ «Геология и горное дело», № 28. Металлургиздат, 1958.

базальных конгломератов Ю. А. Лейе [16] была собрана коллекция рудных галек. Размеры последних колеблются в пределах 0,2—0,5—5,0 см. По форме это неправильно-округлые или угловато-округлые, в большинстве случаев плоские образования, большая часть из которых хорошо окатана и отполирована.

Все эти факты в сочетании с другими особенностями Кафанского рудного поля позволяют датировать оруденение верхним байосом-батом.

Исследователи, придерживающиеся другого мнения относительно возраста оруденения, в частности, считающие его третичным, в подтверждение своей точки зрения указывают на якобы полное отсутствие признаков динамического воздействия на руды после их образования. По нашему мнению, они упускают из виду очень важное обстоятельство: Кафанское рудное поле характеризуется блоковым строением, причем оруденелые участки размещаются внутри относительно небольших блоков, в силу чего тектонические напряжения, имевшие место после рудообразования, в основном, компенсируются перемещениями целых блоков относительно друг друга, в то время как заключенные внутри этих блоков рудные тела не испытывают сколько-нибудь существенных деформаций.

Вместе с тем, местами наблюдаются признаки динамического воздействия на руды Кафана. Так, помимо мелких пострудных нарушений, смещающих рудные тела на единицы метров и реже проходящие вдоль контактов жил, изгибов рудных жил у крупных разломов, по которым отмечены значительные перемещения и растаскивания жил по этим разломам, В. Н. Котляр отмечает изгиб рудной жилы, в плане, в блоке ненарушенных пород, что исключает возможность объяснить этот изгиб близостью разлома. По его мнению, такой изгиб можно объяснить только тем, что «...после формирования жил возобновилось или продолжилось действие тангенциальных усилий, вызывающих образование складчатости». Аналогичные изгибы рудных жил еще раньше были отмечены А. Эрном. В рудах Кафана Э. А. Хачатуряном установлены структуры смятия, выражающиеся в изогнутости двойниковых полосок халькопирита и галснита. И, наконец, отмеченное всеми исследователями выполаживание жил с глубиной Ю. А. Лейе склонен объяснить пластической деформацией, вызванной перемещениями типа надвига, получившими развитие в период формирования верхнеюрского-нижнемелового структурного этажа.

Таким образом, из приведенного краткого обзора мы видим, что относительно древний (юрский) возраст оруденения подтверждается не только прямыми данными, но и достаточно четко выраженными следами динамического воздействия на руды после их отложения.

Кафанское рудное поле представляется нам показательным еще и потому, что здесь, хотя и далеко не равнозначно, развиты внешне сходные рудопроявления, возникшие на различных этапах геологического развития района и, следовательно, имеющие различную природу. Недооценка этого положения и стремление объяснить все наблюдаемые фак-

ты с точки зрения одной гипотезы, естественно, приводили к неувязкам, которые использовались сторонниками других взглядов для доказательства своей правоты. Необходимо, однако, подчеркнуть, что главная масса оруденения или, иначе говоря, все промышленное оруденение рудного поля связано единством источника своего образования, в то время как рудопроявления, возникшие в более поздние этапы, представляют скорее минералогический, чем промышленный интерес. Эти рудопроявления, по своему происхождению, делятся на две группы: 1) рудопроявления, связанные с верхнеюрским вулканизмом, и 2) рудопроявления, связанные с меловой интрузивной деятельностью.

Первые тесно связаны с верхнеюрскими основными эффузивами и представлены мелкими, распыленными иногда на значительной площади, проявлениями самородной меди, в тесной ассоциации с цеолитами и реже эпидотом. В районе сел. Хдранц и севернее сел. Норашеник известны значительные по площади малахит-азуритовые поля, возникшие за счет самородной меди. Как медные месторождения, эти проявления представляют ограниченный интерес, хотя на некоторых из этих полей и проводились разведочные работы легкого типа.

Вторая группа рудопроявлений генетически связана с меловыми интрузиями габбро-диабазов и представлена в пределах рудного поля несколькими мелкими проявлениями пирит-халькопиритового состава, отмеченными в контактовых частях указанных интрузий. Эти проявления настолько мелки, что едва ли были бы замечены, если бы по ним в поверхностных условиях не развивался малахит. Все они отмечены только в приосевой, центральной части Кафанской брахиантиклинали непосредственно в контакте указанных интрузий. С этим же периодом минерализации связаны и чисто кварцевые жилы, также распространенные только в приосевой части антиклинали, вблизи выходов габбро-диабазов. Эти жилы, лишенные вкрапленности сульфидов, отчетливо секут дайки микродиоритов, тесно связанных с неокомскими интрузиями или размещаются в их контакте, чем и определяется относительный возраст первых.

Исходя из всего вышеизложенного о возрасте и генезисе месторождения, в значительной степени меняются и представления о характере оруденения и его перспективах.

Это прежде всего относится к общему взгляду на месторождение. Если раньше Кафанское месторождение считалось классическим примером жильных месторождений, то уже с 1945 г. в нем, наряду с богатыми жилами был выявлен новый—штокверковый тип оруденения, имеющий промышленное значение. Разведочные работы последних лет вскрыли другие участки штокверкового оруденения, в связи с чем в общем балансе запасов руд этот тип оруденения в течение последних лет резко преобладает над жильным. Анализ материалов по двум известным в настоящее время штокверкам позволяет говорить об их локализации в структурно-благоприятных участках, которыми являются лежащие крылья крупных разломов. Литологический состав вмещающих по-

род не играет при этом сколько-нибудь значительной роли. Отсюда — наиболее перспективными в смысле нахождения штокверкового оруденения и, следовательно, подлежащими первоочередной разведке, являются участки, прилегающие к крупным разломам со стороны лежащего крыла. К таким участкам должны быть отнесены: северное продолжение зоны Восточно-Саядкарского разлома; лежащее крыло Западно-Саядкарского разлома; участок между Мец-Магаринским и Каварт-Джурским разломами, которые в сочетании образуют грабен, а также лежащее крыло крупного Барабатум-Халаджского разлома, где мы вправе ожидать полиметаллическое оруденение, сконцентрированное по трещинам, сопряженным с этим разломом.

В то же время высказанные выше взгляды не только не исключают, но укрепляют и значительно расширяют мнение о перспективах флагов месторождения. Ныне в это понятие необходимо включить не только периферийные участки, сложенные породами средней юры, но и структурно-благоприятные участки, покрытые верхнеюрскими образованиями.

К числу перспективных участков, подлежащих в ближайшие годы детальному изучению, должен быть отнесен также правый берег р. Вохчи. Этот район в геологическом отношении существенно не отличается от собственно Кафанского месторождения. Немногочисленные скважины, пробуренные здесь, вскрыли породы, аналогичные породам левого берега; в них отмечается довольно густая вкрапленность пирита, реже халькопирита, сфалерита и галенита.

Другой пример связи эндогенного оруденения с юрским субвулканическим комплексом относится к району месторождений Ахтала, Алаверди, Шамлуг в северной части Армянской ССР. Связь оруденения с субвулканическими образованиями доказывается здесь: а) тесной пространственной приуроченностью оруденения к субвулканическим кварцевым плагиопорфирам и альбитофирам; б) совпадением фаций глубинности руд и интрузий (и те, и другие представляют образования малых глубин); в) совпадением возраста колчеданного оруденения и субвулканических образований.

Помимо геологических данных, Лабораторией радиогеохронологии ИГН АН Арм. ССР определен также возраст рудовмещающих кварцевосерицитовых пород. По этим данным [2], возраст гидротермально измененных вмещающих пород Шамлугского месторождения составляет 154—160 млн. лет. Таким образом, гидротермальные процессы, вызвавшие изменение рудовмещающих туфобрекчий порфиритов байоса и приведшие к отложению колчеданных руд, тесно взаимосвязаны и имели место в пределах от верхов байоса до низов келловея, что хорошо согласуется с представлением о доверхнеюрском возрасте кислых субвулканических образований Алавердского рудного района, с которыми ряд исследователей парагенетически связывают оруденение.

Возвращаясь от конкретных примеров к вопросу о генезисе колчеданного оруденения в пределах Армении, необходимо отметить, что сторонники «интрузивной» гипотезы в своем стремлении доказать невозмож-

ность связи оруденения с очагом древнего вулканизма, обычно указывают на то, что небольшие по размерам экструзивные тела не могут являться источником значительных скоплений руд, а также выдвигают на первый план вопрос источника оруденения, места и времени его формирования в общем процессе истории геологического развития района.

Относительно первого возражения необходимо отметить, что мелкие экструзивные тела никто не считает источником оруденения. Обычно указывается на их тесную пространственную и временную связь, что позволяет говорить об их парагенетическом родстве. Еще А. Н. Заварицкий, как отмечает С. Н. Иванов [7], подчеркивал, что «связь сульфидных залежей с кварцевыми альбитофирами не следует понимать так, что источник вещества залежей был в веществе тех изверженных масс, которые представляют самые тела кварцевых альбитофиров». К аналогичному выводу пришли и вулканологи, изучающие современный вулканизм [22].

Что же касается остальных вопросов, то они достаточно подробно и убедительно рассматриваются в работах, посвященных вулканизму. Так, А. Т. Асланян [1], исходя из глубины залегания очагов вулканических землетрясений, приводит цифру в 30—70 км для магматических резервуаров, питающих вулканы; Г. С. Горшков [5] на основании интерпретации геофизических данных оценивает глубину залегания магматического очага Ключевского вулкана в 60 км; В. И. Влодавец [4] приводит цифры в 6—60 км, имея в виду, видимо, и промежуточные очаги; В. Н. Котляр [13], исходя из анализа минералогических, геохимических, структурных и геологических особенностей месторождений, связанных с экструзивами, считает, что очаг их должен в ряде случаев располагаться на небольшой глубине.

Исходя из всех приведенных данных, можно считать, что основной магматический резервуар располагается на глубинах, исчисляемых десятками км, однако по пути следования магматического расплава к земной поверхности, на различных глубинах, в том числе и на глубине в 1—5 км, как считают японские геологи, возникают промежуточные очаги, непосредственно питающие вулканы. Именно по пути следования, т. е. в промежуточных очагах происходит дифференциация магмы, что убедительно показано Г. С. Горшковым и С. И. Набоко [6], которые, ссылаясь на извержения Ключевского вулкана 1938 и 1945 гг., указывают, что «лава, одновременно изливающаяся из кратеров на различных гипсометрических уровнях с разницей в высотах в 4000 м, различалась составом: из нижних кратеров изливалась лава более основная..., из верхних—более кислая...».

Видимо в этих же промежуточных очагах, расположенных в верхних структурных ярусах, на глубинах, исчисляемых первыми километрами, происходит и отделение рудоносных растворов.

В вопросах о том, в каком состоянии находится газовая фаза в вулканических очагах, как происходят ее отделение и формирование гидротермальных растворов, пока нет полной ясности, как впрочем и для гид-

ротерм, связанных с интрузивной деятельностью, однако успехи экспериментальных и теоретических исследований последних лет (Д. С. Коржинский, Н. И. Хитаров, В. А. Николаев, И. А. Островский и др.) и работы, проведенные в областях активного вулканизма (С. И. Набоко и др.), позволяют составить и об этом определенное представление. Опыты Н. И. Хитарова и др. [26] в сочетании с известными данными Р. Горансона показали ограниченную растворимость воды в магматическом расплаве, поэтому более логично говорить о ликвации газовой фазы, как это допускает В. А. Николаев. Отделение газовой фазы определяется прежде всего соотношением внешнего и внутреннего давления, при этом В. А. Николаев [23] указывает, что при относительно низком внешнем давлении, а именно такие условия следует допускать при явлениях вулканизма, отделение газовой фазы «...происходит не в инвариантных условиях ретроградного кипения..., а как процесс магматической дистилляции при охлаждении..., при изменении давления и состава жидкой фазы (расплава) и газовой фазы (газообразного раствора)».

Из изложенных рассуждений видно, что условия для отделения газовой фазы от магматического очага, приводящие к рудообразованию, вполне соответствуют тем, которые возникают при прорыве на поверхность из неглубоко расположенных очагов. Прорывающаяся на поверхность магма не открывает пути для проникновения следующих за нею гидротерм, а «открывает» замкнутую до этого систему, в результате чего происходит отделение газовой фазы. Этим, видимо, и следует объяснить часто наблюдаемую на месторождениях описываемого типа перемежаемость магматических и рудных образований и тот факт, что формирование магматических образований обычно предшествует рудоотложению. Естественно допустить, что прорывавшаяся порция магмы, остывая, залечивает трещины, открывшие систему, и тем самым «закрывает» ее. В магматическом очаге, перешедшем к состоянию относительно закрытой системы, происходит накопление магматического расплава и газовой фазы, которая в значительных количествах выделяется только после очередного «открытия» системы. В закрытых системах, как известно [23], также происходит отделение газовой фазы, но оно подчинено несколько иным законам и в данном случае, видимо, не играет существенной роли.

Эволюция рудообразующих растворов трактуется различно. В. А. Николаев придает большое значение конденсации газовой фазы и ее постепенному и непрерывному переходу в состояние сжатого гидротермального раствора. Эти представления, вполне соответствующие формированию гидротермальных растворов в связи с интрузивами, едва ли могут быть перенесены на близповерхностные условия вулканизма. Н. И. Хитаров [27], рассматривая вопрос формирования гидротермальных растворов, большое значение придает водам вмещающих пород, подчеркивая при этом, что с глубины в 10—12 км и выше, т. е. до границы исчезновения трещин в связи с вхождением в зону пластичности, в кислую магму допустимо вхождение воды в более заметных количествах, чем для основного расплава. Главное участие магматического источника в формировани-

нии гидротермальных растворов названный исследователь видит в подаче тепла в прилегающие участки. Летучие, по его мнению, поступают преимущественно в период извержения.

К выводу о большой роли вадозовых вод в формировании гидротермальных растворов приходит также С. И. Набоко [22]. Приведенные ею данные показывают, что формирование вулканогенных месторождений является результатом сложного взаимодействия глубинных растворов с подземными водами. Эти растворы имеют агрессивные свойства в связи с растворением в них летучих—Cl, F, B, P, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> и др. С. И. Набоко пишет, что «гидротермы формируются в результате конденсации и растворения в вадозовых водах магматических летучих... Зарождение гидротерм на поверхности Земли происходит при растворении вулканических газов в грунтовых водах и на глубине—при растворении магматических газов в подземных водах. Глубинность зарождения гидротерм обусловлена степенью прогрева пород и их трещиноватостью». В дальнейшем, в связи с падением давления смешанные растворы вскипают, что ведет к выпадению высоко- и среднетемпературных минеральных ассоциаций на глубине около 1 км [10]. Последующий ход процесса связан с отложением руд из низкотемпературных конденсатов. Такие термальные растворы С. И. Набоко предлагает называть «субгидротермами», подчеркивая их возникновение в приповерхностных условиях, в отличие от собственно магматических, ювенильных вод. Естественно, что в таком случае движение гидротермальных растворов будет обуславливаться гидрогеологическими условиями, а места разгрузки гидротерм будут совпадать с зонами дренажа подземных вод, т. е. прежде всего с зонами разломов. С этой точки зрения, как отмечает А. М. Овчинников [24], гидротермальные месторождения должны рассматриваться как «...древние очаги разгрузки напорных вод. При отсутствии таких очагов происходит рассеивание элементов, и залежей не образуется». В субмаринных условиях сложные растворы, достигая морского дна, приводят к образованию осадочно-вулканогенных месторождений [14]. Возможное участие вадозовых вод в формировании гидротерм признают также С. С. Смирнов, Д. С. Коржинский, А. Г. Бетехтин, В. И. Смирнов, В. Н. Котляр, В. С. Соболев и др.

В связи с изложенным выше о роли вадозовых вод в формировании гидротермальных растворов, глубине проникновения первых и глубине залегания магматического очага, отпадает потребность в переносе рудных компонентов в газовой фазе на значительные расстояния, возможность чего, как известно, отрицалась А. Г. Бетехтиным. В указанном виде они могут только отделяться от магматического расплава и очень скоро на небольшом удалении от него конденсироваться и поглощаться (растворяться) вадозовыми водами. Последние, как показано С. И. Набоко [22], могут транспортировать растворенные в них вещества на значительные расстояния от мест зарождения субгидротерм к месту их разгрузки. В случае, если таковыми являются зоны разломов, то повышению концентрации растворов могут способствовать не только изменившиеся физико-

химические условия, но и проявленный в этих зонах фильтрационный эффект.

Таким образом, анализ фактического материала по некоторым колчеданным месторождениям Армении и рассмотрение имеющихся в литературе данных по теоретическим вопросам вулканизма и рудогенезиса позволяют источником образования ряда медноколчеданных и колчеданно-полиметаллических месторождений Армянской ССР считать юрский вулканизм.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 12.VI.1972.

Է. Գ. ՄԱԼԽԱՍՅԱՆ, Է. Ա. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

### ՅՈՒՐԱՅԻ ՀՐԱԲԵԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԴԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՄԵՏԱՂԱՄՆՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

#### Ա մ փ ո փ ո լ մ

Կովկասի, մասնավորապես Հայաստանի, կոլչեդանային հանքայնացման ծագման և հասակի հարցերը մինչև վերջերս մեկնաբանվում են տարբեր ձևով:

Մագմատիզմի հետ կոլչեդանային հանքայնացման կապի վերաբերյալ գոյություն ունի երկու հիմնական տեսակետ. հետազոտողների մի մասը հանքայնացումը պարագենետիկորեն կապում է թթու գրանիտոիդների ու նրանց ածանցյալների հետ, իսկ մյուս մասը՝ բվարց պլագիոսպորֆիրային և ալրիտոֆիրային սուբհրաբխային առաջացումների հետ, ընդ որում առաջին տեսակետի կողմնակիցները ժխտում են թթու սուբհրաբխային առաջացումների դերը հանքառաջացման պրոցեսներում կամ այդ պրոցեսներն անջատում են ներփակող ապարների հիդրոթերմալ փոփոխությունից:

Ղափանի և Ալավերդու հանքային շրջաններում վերջին տարիներին կատարված կոմպլեքսային երկրաբանական ուսումնասիրությունների արդյունքները հիմնավորում են կոլչեդանային հանքայնացման սուբհրաբխային տեսակետը: Փաստացի նյութերի և մագմատիզմի ու հանքառաջացման վերաբերյալ գոյություն ունեցող տեսական տվյալների վերլուծությունը թույլ է տալիս Հայկական ՍՍՀ մի շարք պղնձակոլչեդանային և կոլչեդանաբաղամետաղային հանքավայրերի առաջացման ազդյուր համարել յուրայի հասակի հրաբխականության օջախները:

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асланян А. Т. Исследование по теории тектонической деформации Земли. Изд. АН Арм. ССР, 1955.
2. Багдасарян Г. П., Гукасян Р. Х., Налбандян Э. М. О возрасте колчеданного оруденения Алавердского рудного района Армянской ССР. ДАН Арм. ССР, т. XXXV, № 2, 1962.
3. Варганетян Б. С. Закономерности распределения медного оруденения на территории Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1965.

4. Влодавец В. И. Процессы, порождающие пирокластический материал и его первичное перемещение. Сб. «Проблемы вулканизма». Изд. АН Арм. ССР, 1959.
5. Горшков Г. С. О глубине магматического очага Ключевского вулкана. ДАН СССР, т. 106, № 4, 1956.
6. Горшков Г. С., Набоко С. И. Современный вулканизм Камчатско-Курильской дуги. Сб. «Проблемы вулканизма», Изд. АН Арм. ССР, 1959.
7. Иванов С. Н. Обсуждение некоторых современных вопросов образования колчеданных месторождений Урала. Тр. ГГИ УФАН СССР, вып. 43, 1959.
8. Казарян А. Г., Шехян Г. Г. К проблеме генезиса колчеданных месторождений Армянской ССР. ДАН Арм. ССР, т. XXXVII, № 1, 1963.
9. Казарян А. Г. О вторичных кварцитах Армянской ССР. ДАН Арм. ССР, т. XL, № 1, 1965.
10. Коржинский Д. С. Поведение воды при магматических и постмагматических процессах. Геология рудных месторождений, № 5, 1962.
11. Котляр В. Н., Додин А. Л. Зангезурское рудное поле, его структура, оруденение и генезис. Цветные металлы, № 7, 1937.
12. Котляр В. Н. О формах связи оруденения с интрузивами магматических комплексов. Сб. научн. тр. МИЦМЗ, № 3, 1955.
13. Котляр В. Н. Экструзивы, эффузивы, оруденение. Известия ВУЗ-ов. Геология и разведка, № 9, 1960.
14. Котляр В. Н. Проблема рудоносности вулканогенных формаций. Советская геология, № 11, 1967.
15. Лейе Ю. А. Некоторые результаты спектрального анализа рудовмещающих пород Кафанского медно-полиметаллического месторождения. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. XI, № 2, 1958.
16. Лейе Ю. А. Первичные ореолы рассеяния медных и полиметаллических месторождений Кафанского рудного поля. Научные труды НИГМИ, вып. 1, 1960.
17. Магакьян И. Г. Алавердский тип оруденения и его руды. Изд. АН Арм. ССР, 1947.
18. Магакьян И. Г. Основные черты металлогении Армении. Советская геология, № 7, 1959.
19. Малхасян Э. Г. Основные черты юрского вулканизма Армении. Сб. «Вопросы вулканизма», Изд. АН СССР, 1962.
20. Меликсетян Б. М. Акцессорные минералы в породах Мегринского плутона. Известия АН Арм. ССР, сер. геол. и геогр. наук, т. XIII, № 2, 1960.
21. Мкртчян С. С. К проблеме поисков скрытых колчеданных и медно-молибденовых рудных тел на Малом Кавказе. Геология рудных месторождений, № 4, 1960.
22. Набоко С. И. Современные гидротермальные процессы и метаморфизм вулканических пород. Тр. Лаборатории вулканологии АН СССР, вып. 19, 1961.
23. Николаев В. А. К вопросу о генезисе гидротермальных растворов и этапах глубинного магматического процесса. Сб. «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». Изд. АН СССР, 1953.
24. Овчинников А. М. О гидрогеологическом изучении гидротермальных процессов. Тр. Лаборатории вулканологии АН СССР, вып. 19, 1961.
25. Хачатурян Э. А. Некоторые особенности колчеданного оруденения Армении. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и геогр. наук, № 4, 1959.
26. Хитаров Н. И., Лебедев С. Б. и др. Сравнительная характеристика растворимости воды в базальтовом и гранитном расплавах. Геохимия, № 5, 1959.
27. Хитаров Н. И. Вопросы формирования гидротермальных растворов. Тр. Лаборатории вулканологии АН СССР, вып. 19, 1961.