

ОБ ИСТОЧНИКАХ РУДНОГО ВЕЩЕСТВА МЕСТОРОЖДЕНИЙ АТАБЕКСКОГО ПЛАГИОГРАНИТОВОГО ИНТРУЗИВА МАЛОГО КАВКАЗА

Г.В.Мустафаев

*Институт геологии НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

На Малом Кавказе Атабек-Славянский плагиогранитовый интрузив мезозойского возраста среди других разновозрастных и однотипных интрузивов отличается не просто своей рудоносностью, а развитием разнородных генетических типов оруденения: медно-молибден-порфирового, гидротермальных гематитового и турмалинового. В статье эти интрузивы впервые рассматриваются как комплекс последовательно образованных месторождений в единой тектоно-рудно-магматической системе. Сочетание указанных оруденений указывает на богатство геологических событий: продолжительность процесса рудообразования и его многоэтапность на примере одного интрузивного объекта. В статье приводится анализ возможных источников вещественного состава указанных типов оруденений по минералого-геохимическим данным.

Введение

Установление источников рудного вещества месторождений – сложная проблема, она имеет многовариантные решения и, естественно, является дискуссионной. Решению этой проблеме посвящена обширная литература, один обзор которой занял бы весь объем статьи. Мы ограничимся освещением этой проблемы применительно к конкретному объекту на Малом Кавказе: рудоносному плагиогранитовому интрузиву мезозойского возраста, в пределах которого установлены медно-молибден-порфировые месторождения, гидротермальные рудопроявления гематита и турмалина (рис.). Все они в той или иной степени достоверности генетически связываются с рудовмещающим плагиогранитовым интрузивом.

В пределах области развития мезозойских магматических формаций северо-восточного склона Малого Кавказа выступает ряд плагиогранитовых интрузивов: Атабек-Славянский, Гильанбирский, Палеклинский, Товузский и несколько мелких штоков. Они размещаются главным образом среди разновозрастных эффузивных аналогов – риолитов (кварцевых плагиопорфиров по Ш.А.Азизбекову), составляя с ними вулканоплутоническую ассоциацию и изучены Ш.А.Азизбековым, Р.Н.Абдуллаевым, Г.И.Керимовым, Г.В.Мустафаевым, М.А.Мустафаевым и многими другими специалистами. Медно-пор-

фировые месторождения изучены Р.Н.Абдуллаевым, А.Дж.Азадалиевым, А.А.Масимовым, В.И.Бабазаде, Г.В.Мустафаевым, В.Г. Рамазановым и др. Турмалиновое проявление подробно изучено В.И.Алиевым, М.А.Кашкаем.

Ниже дается краткая характеристика интрузива, связанных с ним оруденений и высказывается точка зрения автора на возможные источники рудообразования.

Атабек-Славянский интрузив

Геологическими и геофизическими работами МОВ и МРВ (А.Ш.Мамедзаде) установлено, что в осевой части Шамкирского вулканотектонического поднятия, на северо-восточном склоне Малого Кавказа, выделяется горстообразный блок, в пределах которого неглубокозалегающий консолидированный домезозойский фундамент представлен эпоалеозойскими метаморфическими сланцами. К названному горсту приурочены Атабек-Славянский плагиогранитовый и аналогичного состава Гильанбирский интрузивы. Согласно геофизическим исследованиям Никольского Ю.И. и др.(1975), обширная отрицательная аномалия в локальном гравитационном поле свидетельствует о более широком развитии необнаженной части Атабек-Славянского интрузива, уходящего корнями на большую глубину. По многочисленным определениям калий-аргоновым методом возраст его соответствует верхнему байосу средней юры (Абдул-

лаев и др., 1979; Исмет и др., 2003). Интрузив является полифазным (Абдуллаев и др., 1975): первая фаза представлена плагиогранитами, а вторая – лейкогранитами. Среди плагиогранитов по структурным характеристикам выделяются крупнозернистые плагиогранит-порфиры, среднезернистые порфирированные плагиограниты и гранофировые плагиограниты. Хотя четких контактов между перечисленными петрографическими структурами пород не зафиксировано, они плавно переходят одна в другую, тем не менее на обнажениях они различаются довольно зримо. Плагиогранит-порфиры имеют ограниченное развитие и выступают в относительно пониженных участках рельефа (около с. Захметкенд и др.), гранофировые же – на наиболее возвышенных участках (г. Мурухлу, г. Айридаг и др.), приурочиваясь к порфирированным плагиогранитам. Преобладающими минералами всех структурных типов пород являются плагиоклаз (андезин-олигоклаз и альбит) и кварц. В небольшом количестве содержатся роговая обманка и биотит, часто подверженный хлоритизации. Редко встречается калиевый полевой шпат. Весьма характерным является широкое развитие большого количества эпидота, отражающего высокую степень

автометаморфизма, которому подверглись плагиограниты интрузива. Согласно подсчету в шлифах (Азизбеков, 1947), его содержание варьирует от нуля до 10-15 % породы, но в целом составляет 2-3 %. В аксессуарном виде его содержание варьирует от 1493,1 г/т до 11054 г/т (Мустафаев, 1974).

Гранитоиды II фазы представлены мелкозернистыми, розовыми породами с высоким содержанием калия и калиевого полевого шпата, другими словами, типично натриевые плагиограниты первой фазы во времени сменяются калиевыми разностями, однако в пределах развития этих пород рудопроявлений не установлено, либо они на сегодняшний день не вскрыты эрозией. Надо отметить, что в Товузском плагиогранитовом интрузиве еще Ш.А. Азизбековым были установлены гранодиоритовая и даже гранитная фации, т.е. тренд эволюции химического состава интрузива сменялся и в этом интрузиве с натриевого на калиевый, однако в связи с этим рудопроявлений не установлено.

Химический состав плагиогранитов приводится в табл.1. Химический состав пород Гильанбирского массива приводится для дальнейшего сопоставления с Атабек-Славянским при рассмотрении их рудоносности.

Таблица 1

Химический состав пород верхнебайосской плагиогранитовой формации Малого Кавказа

Окислы	Атабекский-Славянский		Гильанбирский	
	I фаза	II фаза	I фаза	II фаза
	(среднее из 6 анализов)	(среднее из 7 анализов)	(среднее из 3 анализов)	(среднее из 3 анализов)
SiO ₂	75,10	76,57	73,65	76,00
TiO ₂	0,33	0,21	0,47	0,39
Al ₂ O ₃	11,36	11,98	11,41	11,46
Fe ₂ O ₃	2,91	1,49	3,69	2,67
FeO	1,02	0,98	0,88	1,08
MnO	0,04	0,02	0,03	0,02
MgO	1,39	0,45	1,40	1,27
CaO	2,25	0,73	2,45	1,16
Na ₂ O	3,64	4,38	4,65	5,33
K ₂ O	1,21	2,79	0,36	0,45
SO ₃	0,02	0,02	0,02	0,02
P ₂ O ₅	0,08	0,08	0,07	0,07
H ₂ O	0,24	0,22	0,30	0,27
n.n.n.	0,65	0,45	1,65	0,94
Сумма	100,12	100,37	100,45	100,55

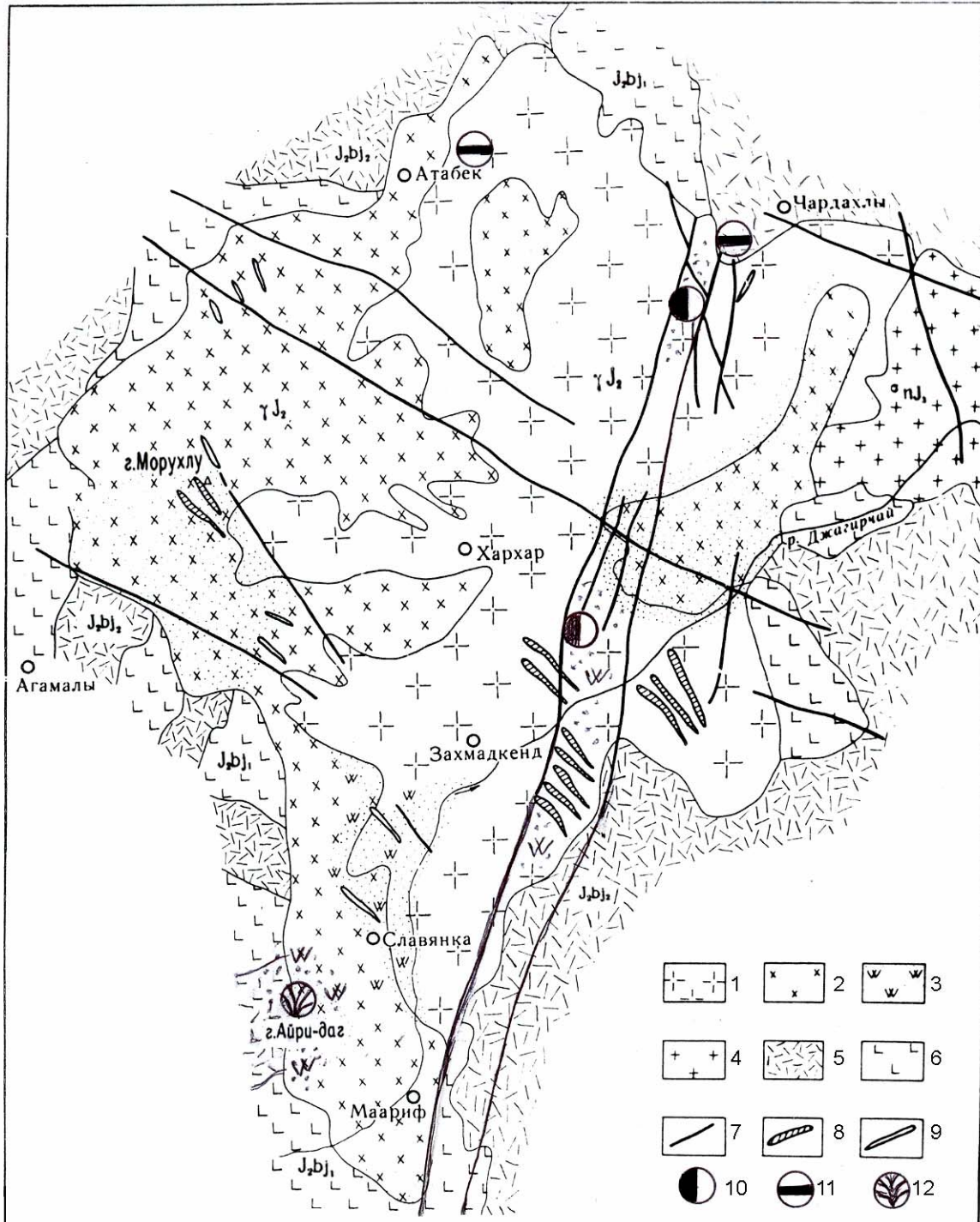


Схема размещения месторождений и проявлений в Атабек-Славянском интрузиве

1-Плагиограниты I Фазы J_2b_2 ; 2-Лейкократовые мелкозернистые граниты II фазы; 3-Зоны окварцевания и грейзенизации. 4-Кварцевые диориты (J_3-K_1); 5-Кварцевые плагиопорфиры (риолиты) J_2b_2 ; 6-Базальты, андезибазальты J_2b_1 ; 7-Тектонические нарушения; 8-Кварцевые жилы; 9-Дайки различного состава; 10-Медно-молибден-порфировые месторождения Хархар, Гарадаг; 11-Гематитовые рудопроявления Атабек, Чардахлы; 12-Турмалиновое проявление г. Айридаг.

Сравнение химизма плагиогранитов Малого Кавказа с таковыми Южного Урала, Западных Саян, Норвегии, а также формационными средними, вычисленными нами с учетом данных по плагиогранитам Малого Кавказа, показало, что в них содержание глинозема и кальция как относительно формационных средних, так и конкретных перечисленных регионов меньше, а содержание натрия одинаково. Высоким содержанием окиси железа характеризуются малокавказские плагиограниты, что, вероятно, объясняется формированием их в близповерхностных условиях. В то же время химизм плагиогранитов Малого Кавказа хорошо согласуется с химизмом пород эффузивной фации, составляющих с плагиогранитами вулканоплутоническую формацию.

По химическому и породообразующему минеральному составу ранние плагиогранитовые фазы Атабек-Славянского и Гильянского интрузивов идентичны, различия касаются только вторых фаз ввиду обогащенности второй фазы Атабек-Славянского интрузива калием и калишпатом. Результаты статистических сравнений многомерных условных средних петроген-

ных компонентов по методу В.Н. Бондаренко (табл.2) также подтверждают эмпирические выводы об однотипности плагиогранитов обоих интрузивов.

Атабек-Славянский интрузив по ряду минералого-геохимических данных отнесен к категории рудоносных массивов (Мустафаев, 1977). Это наглядно видно при сравнении минералого-геохимических данных Атабек-Славянского интрузива с недалеко расположенным в тех же геолого-тектонических условиях Гильяньским плагиогранитовым интрузивом.

В табл.3 приводятся средние содержания летучих компонентов и рудных элементов в породообразующих минералах плагиогранитов. Из таблицы вытекает, что содержание фтора в плагиоклазах почти в 10 раз ниже минерального кларка (748 г/т) по В.В.Ляховичу (1972). Но бор содержится даже в несколько большем количестве относительно минерального кларка в 20 г/т (Мустафаев, 1976). Выше минерального кларка также содержание меди в плагиоклазах, биотите, кварце. Остальные рудные и редкие элементы фемической группы содержатся в разных количествах, меньших кларка.

Таблица 2

Результаты статистических сравнений многомерных условных средних петрогенных компонентов в плагиогранитовых интрузивах Малого Кавказа

Сравниваемые пары интрузивов	Составы пород	Оценки средних содержаний окислов							Статистика Бондаренко, W	Заключение о схожестве различных многомерных условных средних
		TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO+Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O		
Среднеюрский комплекс										
Атабек Iфаза Атабек IIфаза	плагиограниты лейкограниты	1,8	2,9	4,85	5,34	4,46	2,7	4,4	26,45	Отличается
Атабек Iфаза Гильянский, Iфаза	плагиограниты	1,9	0,06	0,28	0,50	1,70	3,97	45,0	13,41	не отличается

Таблица 3

Средние содержания элементов (z/m) в породообразующих минералах Атабек-Славянского и Гильанбирского плагиогранитовых интрузивов Малого Кавказа (по Г.В.Мустафаеву)

Элементы	F	B	Cu	Mo	Cr	Ni	Li	Rb
Плагиоклазы	72,5(5)	27,2(5)	9,7(8)	0,7(8)	22,5(7)	3,0(8)	9,1(5)	16,7(4)
Калишпаты	40(4)	18,2(5)	-	0,5(15)	-	-	1,8(4)	16,0(6)
Кварц	195(16)	-	20,0(16)	0,5(16)	2,9(16)	2,5(16)	-	-
Биотит	2650(14)	-	138,5(14)	1,4(14)	67,0(14)	23,5(14)	-	-
Роговая обманка	-	-	20,0(3)	0,7(3)	50,0(3)	-	-	-

В целом средние содержания элементов хороши для региональных сравнений, но не отражают индивидуальные особенности отдельных массивов. При таком же рассмотрении выявляется, что по содержанию рудообразующих элементов в плагиоклазах и биотитах плагиограниты резко отличаются (табл.4).

В Атабек-Славянском интрузиве, с которым ассоциируются медно-молибден-порфиновые месторождения, в плагиоклазах содержания свинца, меди, а в биотитах свинца, цинка, меди, олова, молибдена в два и более раз выше, чем в тех же минералах нерудоносного Гильанбирского массива, больше также содержания хрома, никеля, ванадия. Но в кварцах из пород указанных интрузивов со-

держания элементов идентичны. Если учесть, что кварц в магматическом расплаве кристаллизуется последним, то можно утверждать, что привнос или дополнительный привнос рудообразующих элементов и их захват при кристаллизации плагиоклаза и биотита при формировании интрузива был завершен до стадии кристаллизации кварца, другими словами, в раннюю, высокотемпературную стадию образования Атабек-Славянского интрузива. Во-вторых, это обогащение не носило повсеместный характер, с охватом всех выходов плагиогранитов, а происходило только в пределах данного интрузива, который стал одним из элементов зарождающейся тектоно-рудно-магматической системы.

Таблица 4

Содержание элементов (z/m) в породообразующих минералах рудоносных и безрудных плагиогранитов Малого Кавказа (по Г.В.Мустафаеву)

Интрузивы	Число проб	Pb	Zn	Cu	Sn	Mo	Cr	Ni	Co	V
ПЛАГИОКЛАЗЫ										
Атабекский рудоносный	9	3	-	15,0	1,5	0,7	25	1	-	1,5
Гильанбирский безрудный	8	1	-	4,5	1,5	0,7	20	1	-	1,5
БИОТИТЫ										
Атабекский рудоносный	8	47	717	235	27,0	2	30,0	28	69	200
Гильанбирский безрудный	6	9	98	42	12,5	0,9	6,3	19	65	114
КВАРЦ										
Атабекский рудоносный	8	2	28,3	20	1,5	0,5	3,3	2,5	1,5	1,5
Гильанбирский безрудный	8	2	27,0	20	1,5	0,5	2,5	2,5	1,5	1,5

Медно-молибден-порфиновые месторождения

В пределах Атабек-Славянского интрузива исследованы и разведаны Хархарское и Гарадагское месторождения. Установлены также многочисленные небольшие рудопроявления, не имеющие практического значения, поэтому на них мы не остановимся. Месторождения приурочены к Хархарской зоне разлома шириной около 1 км, пересекающей интрузив в субмеридианальном направлении во всю его длину (Абдуллаев и др., 1975). Характерно, что оруденения за пределы интрузива не выходят. В пределах рудного поля массив прорывается малыми интрузиями и дайками различного петрографического состава: преобладающе ранними гранодиорит-порфирами и поздними и пострудными диабазами. В пределах рудного поля дорудные дайки, малые дайкообразные тела и плагиограниты главного массива подвержены метасоматическим преобразованиям и сульфидной минерализации. Согласно исследованиям Дж.А.Азадалиева (1981, 1989), метасоматиты рудного поля представлены двух и трехформационными комплексами, по характерным признакам обнаруживают сходство с грейзенами, сопряжены со вторичными кварцитами, на которые наложена аргиллизация, другими словами, имеет место телескопированность метасоматитов. По разведочным данным Хархарское месторождение имеет штокверковую морфологию. Четко выделяются два главных типа руд: рассеянно-вкрапленный и прожилково-вкрапленный. Главными рудными минералами являются халькопирит и молибденит. Рудные жилы и трещины северо-восточного направления наиболее обогащены халькопиритом и молибденитом. Широко распространены раздувы в рудных жилах размером от 1 до 10 см, которые часто имеют макроскопически наблюдаемые подводящие каналы – трещины в несколько миллиметров, по которым продвигались гидротермальные растворы. Широко распространены также участки, обогащенные пиритом, но бедные полезными компонентами. Установлено три генерации халькопирита, две генерации молибденита, а пирита – аж пять генераций, которые указывают на пульсационное поступление гидротермальных растворов, соответственно, не на

одноактное, а на более длительное время формирования месторождения, обусловившее образование следующих парагенетических ассоциаций минералов: 1) кварц-пиритовой, 2) кварц-магнетитовой, 3) кварц-молибденитовой, 4) кварц-молибденит-халькопирит-пиритовой, 5) кварц-пирит-гематитовой, 6) кварц-пирит-серицитовой.

Исследование химического состава газовой-жидких включений из различных уровней среза Хархарского месторождения и из различных типов руд, проведенных в ИГЕМ (г. Москва) Л.Вяльцевым (Абдуллаев и др., 1979; Мустафаев и др., 1990), показали следующее. В кварце из кварц-халькопиритовых прожилков южного фланга месторождения установлены газовые, жидкие и твердые включения с соотношением $г : ж : тв = 1 : 5 : 1$. При этом твердая фаза представлена галитом, который растворяется (после исчезновения газового пузырька) при температуре 200-220°C. В составе газовой фазы первичных включений присутствует углекислота. Содержание ее – 5-7 моль.%, общая минерализация (относительно NaCl) составляет примерно 200 г/л.

В кварцах из прожилков с пиритом и молибденитом в центральной части месторождения многофазные включения уже существенно газовые – $г : ж : тв = 1 : 1 : 2$ или $1 : 2 : 1$. Эти включения гомогенизируются уже при более высоких температурах (250 -270°C), чем на флангах, а твердая фаза исчезает при температуре 280-290°C, в ряде случаев температура гомогенизации еще выше – 320-340°C. Они установлены в кварц-молибденитовых прожилках. В них присутствуют также существенно газовые включения, содержащие фазу жидкой углекислоты, а твердые фазы представлены не только галитом, но и гематитом, который при этих температурах остается неизменным.

Исследования газовой-жидких включений показали, что: 1) месторождение формировалось при температуре 290-310°C, т.е. относится к среднетемпературным, 2) в целом при миграции элементов большую роль играл хлоридный раствор, 3) для гидротерм был характерен избыток железа. Следует отметить, что в эндо- и экзоконтактах Атабекского плагиогранитового интрузива известны и самородные гема-

титовые рудопоявления в виде жил и прожилков мощностью до 1 м (Атабекское, Чардахлинское и др.). Избыточное содержание железа в растворах, связанных с плагиогранитовым магматическим расплавом, могло отложиться в трещинах, образуя указанные гематитовые проявления. Это может служить также дополнительным признаком фемического профиля рудоносности плагиогранитов, как дифференциатов базальтовой магмы.

Гематитовые рудопоявления

На Малом Кавказе широко известно гематитовое месторождение Алабашлы вулканогенно-метасоматического генетического типа. Однако в пределах Атабек-Славянского интрузива и в генетической связи с ним известен ряд гидротермальных проявлений гематита, исследованных Р.Н.Абдуллаевым (Абдуллаев, 1961; Кашкай и др., 1976).

Чардахлинское рудопоявление находится в 3 км западнее одноименного селения, на северном экзоконтакте интрузива, среди вмещающих кварцплагиопорфиров (риолитов). Рудопоявление представлено 10 гематитовыми жилами различной мощности, не превышающими 1,5 м. Жилы характеризуются раздувами и утонениями, простираясь в северо-восточном направлении параллельно контактовой зоне интрузива. Морфология руд предопределена трещинной тектоникой. В тонких трещинах, на плоскостях трещин гематит имеет дендритовую форму, так характерную для марганцевых проявлений. Околорудные изменения выражены слабой каолинизацией.

Атабекское рудопоявление, находящееся северо-восточнее одноименного селения, также представлено гематитовыми жилами, но меньшей мощности, не превышающей 0,3 м. Гематит заполняет вертикальные трещины северо-восточного простирания (СВ 25-30⁰). В ореоле рудопоявления плагиограниты значительно окварцованы. Незначительная гематитовая минерализация известна и в других местах. Исследователи этих рудопоявлений их генезис объясняют гидротермальной деятельностью Атабек-Славянского интрузива.

Турмалиновое проявление г.Айридаг

Проявление расположено на южной оконечности Атабек-Славянского интрузива,

в контактовой зоне плагиогранитов с кварцевыми плагиопорфирами (риолитами) эффузивной фации. Зона контакта шириной до 200 м подвержена сильному окварцеванию вплоть до образования вторичных кварцитов. Турмалиновое проявление в виде скальных выходов жил, линз и прожилков различной мощности (от 0,1 до 1 м) приурочено к выступу интрузива, образующего довольно высокий (до 100 м) бугор, выделяясь среди окружающего более низкого рельефа. Этот бугор имеет несколько кривую, полукольцевую конфигурацию, что нашло свое отражение в старом и новом названиях участка. Возможно, этот бугор – самостоятельный сателлит главного интрузива, либо его дериват. Он отделен от главного массива глубоким оврагом, по которому проходит разлом. С учетом того, что часть площади задернована, а обнаженная часть сильно гидротермально изменена, четкой границы между интрузивом и вмещающими эффузивами провести не удастся. Гидротермальным изменениям подверглись как плагиограниты, так и кварцевые плагиопорфиры эффузивной фации, что выразилось в грейзенизации, подробно изученной В.И.Алиевым (Алиев, 1959; Кашкай, Алиев, 1961). Согласно В.И.Алиеву, установленные им турмалиновые, кварц-турмалиновые, кварц-слюдисто-андалузитовые и слюдистые кварц-мусковит-биотитовые минеральные типы грейзенов г. Айридаг, последовательно сменяясь, образуют слабо-выраженную зональность. При этом он отмечал, что процесс метасоматических изменений пород был активен также и в период эффузивной деятельности магматизма, особенно в период формирования субвулканических тел, приведшего к образованию мощных зон вторичных кварцитов. В этих породах В.И.Алиевым установлены зунит, флюорит, топаз, которые относятся к фторсодержащим минералам, однако в них присутствие турмалина не отмечено. В последствии, в период становления интрузива, имели место интенсивный привнос бора и грейзенизация с образованием турмалинового проявления. Сопоставление химических анализов турмалинов г.Айридаг (табл. 5) с таковыми Урала, Украины, Забайкалья, проведенное В.И.Алиевым, показало, что Айридагские турмалины характеризуются более высокими содержаниями

MgO (8,28 – 8,94%), превышающими таковые сравниваемых турмалинов от 2-х до 8 раз. В Айридагских турмалинах наблюдается более высокое содержание окиси железа, а закиси железа – в несколько раз более низкое, низки также содержания глинозема и воды. Но по содержанию бора сравниваемые турмалины не различаются. Вывод В.И.Алиева заключается в том, что привнос фтора и бора постмагматическими растворами был из единого магматического очага и происходил в разные стадии его деятельности. Интересно, что скважина, пробуренная Азгеолуправлением в 50-х годах прошлого века на южном участке оруденелой зоны на глубинах 90 и 114 м, вскрыла сильно обогащенные черным турмалином участки. Вероятно, скважина вскрыла канал, по которому поступали на поверхность пневматолиты. Одновременно это свидетельствует об пульсационном поступлении вещества из глубин. Следует отметить, что в пределах Атабек-Славянского интрузива и его обрамления, а также далеко за пределами интрузива кислые вулканы верхнего байоса вдоль

зон разломов широко интенсивно окварцованы. Это процесс кислотного выщелачивания (метасоматоз), который сопровождается привнесом ряда элементов, в том числе бора, причем привнос бора довольно интенсивный, имел место только в одном месте – на г.Айридаг. Турмалиновое проявление В.И.Алиевым генетически связывается с постмагматической пневматолито-гидротермальной деятельностью плагиогранитов Атабек-Славянского интрузива. Следует отметить, что маломощные кварц-турмалиновые жилы, по В.И.Алиеву, установлены также в районе Гядабейского месторождения, в районе Карл-штолен и недалеко от штольни Зеленый родник. В Карл-овраге В.И.Алиевым и в Дашкесане М.А.Кашкаем установлены кварц-слюдистые грейзены. Но эти проявления не могут быть сравнены с мощными проявлениями турмалина на г.Айридаг. Кроме того, они не имеют отношения к Атабек-Славянской тектоно-рудно-магматической системе как по возрасту, так и по геолого-структурному положению.

Таблица 5

Химические анализы турмалинов месторождения г.Айридаг (по В.И.Алиеву)

Компоненты, вес %	1	2	3	4
SiO ₂	36,93	35,54	37,83	38,35
NiO ₂	0,70	0,55	0,65	1,17
Al ₂ O ₃	30,97	29,74	29,22	25,29
B ₂ O ₃	10,30	9,28	9,24	8,58
Fe ₂ O ₃	2,80	8,78	7,73	10,31
FeO	4,19	1,93	1,48	1,26
MnO	0,06	сл.	сл.	сл.
MgO	8,28	8,62	8,94	8,23
CaO	1,60	2,08	1,52	1,27
K ₂ O	0,50	0,20	0,17	0,11
Na ₂ O	2,97	1,89	1,87	1,78
Zn ₂ O	не опр.	не опр.	не опр.	не опр.
F	-	-	-	-
H ₂ O ⁺	0,79	1,34	-	-
H ₂ O ⁻	-	0,69	0,08	0,20
Сумма	100,09	100,64	-	-
Авторы	М. А. Кашкай В.И.Алиев	Д.Д.Мазанов		М.А.Кашкай

Обсуждение результатов

Данные по петрологии плагиогранитов Атабек-Славянского интрузива и результаты исследований по сопутствующим интрузиву медно-молибден-порфировым месторождениям, рудопроявлениям гематита и турмалина позволяют заключить следующее.

1. Исходя из геолого-петрографических характеристик и ряда других данных, в свое время был сделан вывод о том, что магма интрузива внедрялась в верхние структурные этажи в частично закристаллизованном состоянии, окончательно затвердев в гипабиссальных условиях (Абдуллаев и др., 1975). Для плагиогранитов характерно широкое развитие полисинтетических двойников по альбитовому закону, гораздо меньше – по карлсбадскому и другим сложным законам. Исследователями отмечалось, что преобладание простых двойников отражает более высокие температурные условия кристаллизации при меньших давлениях, т.е. отвечает гипабиссальным условиям становления интрузивов. Наличие же интрателлурических вкрапленников со следами резорбции указывает на большую глубину зарождения магмы, чем уровень его полной кристаллизации. Для наших целей являются очень важным с одной стороны, большая глубина магматического очага, из которого магма, внедрившись в верхние слои земной коры, обусловила формирование на гипабиссальном уровне Атабек-Славянского плагиогранитового интрузива, с другой – длительность его формирования во времени. О длительности формирования пород свидетельствуют не только смена структур пород, наличие нескольких генераций плагиоклаза, кварца и другие петрографические данные, но и различные минеральные модификации титана – образование ильменита, сфена, рутила, анатаза, указывающие на смену физико-химических условий. Согласно Г.А.Лисициной, для их образования необходимы изменения соотношений титана, железа, кальция. Вполне вероятно, что длительность формирования интрузивов обусловлена большей газонасыщенностью магм, которые уральские геологи (Д.С.Штейнберг, Г.Б.Ферштатер и др.) разделяют на водонасыщенные и маловодные. Следует отметить, что в лейкогранитах второй фазы Атабек-Славянского интрузива указан-

ные выше петрографические признаки весьма ограничены.

2. В результате длительного формирования Атабек-Славянского интрузива и относительного богатства магмы летучими он контрастно дифференцирован. Эта дифференциация носила щелочной характер, с трендом увеличения калия в кристаллизующемся магматическом очаге, что предопределило образование лейкократовых гранитов II фазы. Поскольку плагиограниты I фазы натриевые, бедные калием, можно допустить, что источником калия пород второй фазы были магматические очаги более глубинных слоев земной коры, скорее всего – подкоровые. О глубинности восходящих гидротерм может свидетельствовать также минеральный состав месторождений и рудопроявлений.

3. Плагиограниты Атабек-Славянского интрузива являются вместилищем медно-молибден-порфировых месторождений, размещенных вдоль регионального тектонического разлома, который служил каналом для восхождения гидротермальных растворов. Эту же роль каналов играли контактовые зоны интрузива с вмещающими кварцевыми плагиопорфирами эффузивной фации. Поэтому эндо- и экзоконтактовые зоны интрузива также содержат рудопроявления, но иного минерального состава (гематит и турмалин). Одновременно эти проявления свидетельствуют о дополнительном привносе газогидротерм из более глубинных подкоровых зон, чем уровень кристаллизации плагиогранитов. Об этом же свидетельствуют твердые фазы микровключений в кварце медно-молибден-порфировых месторождений, представленных гематитом. Наличие гематитового оруденения является признаком того, что верхнебайосская кислая вулканоплутоническая формация – результат дифференциации базальтовой магмы, насыщенной железом. Если принять во внимание, что базальтовая магма независимо от глубины формирования (подкоровый или нижний слои коры) могла контаминировать отложения кристаллического фундамента, то состав этих пород мог несколько обогатиться рядом элементов гранитной магмы (молибден, вольфрам, олово), что нашло отражение в наличии небольших количеств аксессуарных минералов – касситерита, шеелита, больше молибденита.

Все же эти породы не отличаются высоким содержанием редких, щелочных и других элементов, характерных для гранитной магмы.

4. Обращает внимания, что все рудообразующие металлы – железо, медь, молибден относятся, согласно В.В.Щербине, к хлоридным комплексам в геохимических процессах, только бор относится к фторидным комплексам. В этом аспекте интересно проследить минеральные формы этих элементов. Среди аксессуаров плагиогранитов минерал фтора – флюорит, хоть и в незначительном количестве, но встречается почти повсеместно, даже в субинтрузивной и эффузивной фациях вулканоплутонической формации. Однако минерал бора – турмалин среди аксессуаров не установлен, за исключением одной пробы, в которую он попал, вероятно, из куска с прожилком турмалина. В последующем новая порция газо-гидротерм обусловила формирование мощных турмалиновых проявлений, но уже без фтористых минералов ввиду резкой смены их состава – обогащенностью бором.

5. Рудообразующая тектоно-рудно-магматическая система функционировала в довольно значительном временном интервале, начиная от стадии формирования интрузива до постмагматических стадий включительно. Формирование месторождений происходило в следующей последовательности: медно-молибден-порфиновые месторождения, образование гематитовых жил и процесс грейзенизации с образованием турмалинового проявления.

6. Касаясь источников вещественного состава руд, необходимо отметить следующее.

Железо независимо от генетического типа оруденения: медно-молибден-порфинового, гидротермального жильного гематитового и пневматолитового-гидротермального турмалинового во всех их играет либо главную (гематит в жилах), либо достаточно весомую роль (в составе пирита и халькопирита в медно-порфиновых месторождениях, а также турмалина – в железистой разности его – шерле). Повсеместное участие железа, начиная от образования плагиогранитов, и до формирования разнотипного оруденения включительно указывает на мантийное его происхождение и активную роль мантийного вещества в рудообразовании. Определенная доля железа стала составной частью кристаллизующихся плагио-

гранитов. Но процесс формирования медно-молибден-порфиновых руд с обилием пирита и халькопирита в плагиогранитах – продуктах закристаллизованных магм должен был сопровождаться привнесением новых порций железа из глубинных очагов.

Медь – халькофильный элемент, характерный для основной магмы мантийного происхождения. Наглядный пример – ликвационные месторождения Cu – Ni и Cu-Ti руд, образованные в результате глубинной дифференциации основной магмы, приводящей к расслоению ее на силикатную и рудную части. Естественно, что медью могли быть обогащены магмы промежуточных очагов. Обладая высокой миграционной способностью, медь могла выноситься из мантийных очагов в верхние слои земной коры в виде различных комплексов и без участия промежуточных очагов.

Молибден считается характерным элементом гранитоидов. Действительно, в связи с орогенными гранитоидами Малого Кавказа известен ряд крупных и средних по запасам медно-молибденовых месторождений. В месторождениях Хархар и Гарадаг молибден мог оказаться в результате контаминации базальтовой магмой кислых пород кристаллического фундамента. Опираясь на корреляционную связь элементов в некоторых рудопроявлениях в Хархарском рудном поле, мы совместно с М.А.Мустафаевым и Х.М.Шафиевым отмечали о возможном наличии двух источников элементов: коровом для Mo и Sn, мантийном – для Ni и Co. Вследствие сродства с серой, молибден мог быть захвачен уже в верхних слоях земной коры. Известно (Б.В.Некрасов), что важнейшим осадителем молибдена из растворов в форме минерала молибденита служит сероводород, сероводород же является осадителем меди в виде халькопирита и других медных минералов, обуславливая образование медно-порфиновых, медноколчеданных и др. меднорудных месторождений (А.И.Перельман). При смене физико-химических обстановок, с изменением окислительно-восстановительного потенциала и разложения возгонов хлоридных соединений в близповерхностных условиях железо из растворов выпадало в виде гематита, образуя рудные жилы. При этом хлор улетучивается или

частично оседает в других минералах. В таком случае можно рассчитывать на перспективу расширения потенциальной рудоносности интрузий – на формирование в связи с ними золотого оруденения. Золото так же выносится из магмы в виде хлораурата, который быстро распадается на молекулярные соединения.

Бор относится к группе литофильных элементов, поэтому возможным его источником мог быть промежуточный, коровый магматический очаг. Об этом может свидетельствовать также тот факт, что в ареале молодых, кайнозойских субвулканов (Иландаг, Алинджа и др.) кислого состава зоны скарнирования аргиллитов и мергелей характеризуются высокими содержаниями бора (Баба-заде и др., 2005), высоки его содержания также в сопочных брекчиях грязевых вулканов, в нефтяных и газовых месторождениях Абшерона (Н.И.Бабаев) также кайнозойского возраста. И судя по тому, что более нигде среди мезозойских магматических или вулканогенно-осадочных образований такого мощного проявления турмалина, как у г.Айридаг, не наблюдается, то очевидно, это последний импульс активности газогидротерм, приуроченных к Атабек-Славянскому интрузиву.

Сера – один из главных элементов медно-молибден-порфириновых месторождений. В.И.Сотников и А.П.Берзина (1979), анализируя источники флюидов и рудообразующих веществ медно-молибден-порфириновых месторождений по изотопным данным, пришли к выводу о нескольких их источниках, объединив их в две флюидные системы: магматическую, охватывающую конкретные интрузивные тела рудоносных магматических комплексов и их ближайшее окружение, и магматогенную, проявляющуюся вне тесной связи с этими конкретными интрузиями. В первой системе доминирует конкретный магматический источник с проявлениями ювенильной составляющей, во второй – глубинный магматический источник с участием метеорных вод.

В литературе (Л.М.Летников, Н.А.Озеров, Д.Уайт, А.В.Щербаков) приводятся примеры о разобщенности источников металлов и серы. При этом металлы выносятся из больших глубин, а для серы приводятся разнородные источники – от самых глубинных, мантийных до близповерхностных, отмечая, что в

процессе миграции металлов и серы, если пути их пересекаются, то формируются сульфидные руды. Вероятно, в каждой конкретной ситуации превалирует тот или иной источник, и каждый исследователь прав по своему региону. В нашем случае источником серы, вероятно, были глубинные очаги.

Приведенный выше анализ показывает, что вопрос источника элементов должен решаться с охватом всех элементов, участвующих в процессе рудообразования, учитывая, что каждый элемент имеет свою историю миграции и при распаде комплексных анионов эта миграция может завершиться минералобразованием в форме рудных залежей.

Заключение

Полигенные месторождения представляют собой многокомпонентную систему, соответственно, рудообразующие металлы могут иметь и имеют различные источники. В рассматриваемых объектах железо однозначно имеет мантийное происхождение, мантийными, вероятно, являются также медь и сера месторождений. Молибден – результат ассимиляции базальтовой магмой корового материала. Бор в турмалиновом проявлении также корового происхождения, но в его образовании активно участвовало мантийное вещество в виде железа. Таким образом, оруденение в связи с Атабек-Славянским плагиогранитовым интрузивом есть результат совокупности сложных геологических процессов с привнесением ряда компонентов из мантии и освоением части других компонентов из корового материала с образованием месторождений в следующей в последовательности: медно-молибден-порфириновые месторождения, затем гематитовое оруденение и завершающее – турмалиновое проявление.

Анализ физико-химических аспектов рудообразования месторождений позволит лучше понять механизм их формирования и научно обосновать прогноз на предмет выявления новых, скрытых рудных залежей.

ЛИТЕРАТУРА

- АБДУЛЛАЕВ, Р.Н. 1961. Чардахлинское проявление гематита. В кн.: *Геология Азербайджана. Рудные полезные ископаемые*. Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 78 – 80.

- АБДУЛЛАЕВ, Р.Н., ИСМЕТ, А.Р., БАГИРБЕКОВА, О.Д., АБДУЛЛАЕВ, И.А. 1979. Возрастное расчленение магматических образований северо-восточной части М.Кавказа по данным К-Аг метода. Элм. Баку. 146.
- АБДУЛЛАЕВ, Р.Н., МУСТАФАЕВ, Г.В., ГАСАНОВ, Р.К., МУСТАФАЕВ, М.А. 1975. Среднеюрская плагиогранитовая формация Малого Кавказа. *Известия АН Азерб. ССР, сер. наук о Земле*, 4, 51-61.
- АБДУЛЛАЕВ, Р.Н., МУСТАФАЕВ, Г.В., МУСТАФАЕВ, М.А., АЗАДАЛИЕВ, Дж.А., ШАФИЕВ, Х.И. 1979. Изучение петрологических особенностей Атабек-Славянской группы гранитоидов и их метасоматитов с целью выявления закономерностей формирования и размещения медно-порфирового оруденения. Отчет за 1977-1979 гг. Фонды ИГНА. Баку. 198.
- АЗАДАЛИЕВ, Дж.А. и др. 1981. Формационный анализ метасоматических образований Хархарского рудного поля (М.Кавказ). В кн.: *Петрология литосферы и рудоносность (Материалы VI Всес. петрограф. совещ.)*. Ленинград, 260-261.
- АЗАДАЛИЕВ, Дж.А. 1989. Геолого-генетическая модель медно-порфировых формаций геосинклинального режима как основа прогноза и поисков скрытого оруденения (на примере Малого Кавказа). *Известия АН Азерб. ССР, сер. наук о Земле*, 4, 64-72.
- АЗИЗБЕКОВ, Ш.А. 1947. Геология и петрография северо-восточной части М.Кавказа. Изд. АН Азерб. ССР. Баку. 300.
- АЛИЕВ, В.И. 1959. Турмалиновые грейзены Кедабекского района в связи с их рудоносностью. Фонды ИГНА. 104.
- БАБА-ЗАДЕ, В.М., МАХМУДОВ, А.И., РАМАЗАНОВ, В.Г. 1990. Медно-молибден-порфировые месторождения. Азерб. Гос. Изд. Баку. 376.
- БАБА-ЗАДЕ, В.М., БЕКТАШИ, С.А., МУСА-ЗАДЕ, Т.М. 2005. Бор. В кн.: *Минерально-сырьевые ресурсы Азербайджана*. Озон, Баку, 667-673.
- ИСМЕТ, А.Р., ГАСАНОВ, Р.К., АБДУЛЛАЕВ, И.А. и др. 2003. Радиогеохронологические исследования геологических формаций Азербайджана. Nafta-Press. Баку. 191.
- КАШКАЙ, М.А. и др. 1976. Железные руды. В кн.: *Геология СССР, т.47, Азерб. ССР. Полезные ископаемые*. Недра, Москва, 221-222.
- КАШКАЙ, М.А., АЛИЕВ, В.И. 1961. Айридагское проявление олова. В кн.: *Геология Азербайджана. Рудные полезные ископаемые*. Изд. АН Азерб. ССР, Баку, 296 -301.
- ЛЯХОВИЧ, В.В. 1972. Редкие элементы в породообразующих минералах гранитоидов. Недра. Москва.
- МУСТАФАЕВ, Г.В. 1974. Акцессорные минералы верхнебайосской кварцпорфировой формации Малого Кавказа. *Известия АН Азерб. ССР, сер. наук о Земле*, 2, 94 -100.
- МУСТАФАЕВ, Г.В. 1976. Рудные и редкие элементы в породообразующих минералах гранитоидов С-В части Малого Кавказа. *Известия АН Азерб. ССР, сер. наук о Земле*, 1, 31- 38.
- МУСТАФАЕВ, Г.В. 1977. Мезозойские гранитоиды Азербайджана и особенности их металлогении. Элм. Баку. 234.
- МУСТАФАЕВ, Г.В., ВЯЛЬЦЕВ, Л., МУСТАФАЕВ, М.А., ШАФИЕВ, Х.И. 1990. Геология и вещественный состав руд Хархарского медно-порфирового месторождения. *Известия АН Азерб. ССР, сер. наук о Земле*, 2, 18 -26.
- НИКОЛЬСКИЙ, Ю.И., МИЛАЙ, Т.А., КОГАН, Л.З. 1975. Геолого- геофизические исследования тектоники, магматизма и металлогении Кавказа. Недра. Москва.
- РАМАЗАНОВ, В.Г. 1992. Медно-порфировая формация Азербайджана. Автореферат докторской дисс. Тбилиси. 45.
- СОТНИКОВ, В.И., БЕРЗИНА, А.П. 1979. Источники флюидов и рудообразующих веществ медно-молибденовых месторождений (по изотопным данным). В кн.: *Природа растворов и источники рудообразующих веществ эндогенных месторождений*. Наука СО, Новосибирск, 15-31.