

УДК: 553.062/С67

В. Е. ВАРТАНЕСОВ

ЭНДОГЕННЫЕ ОРЕОЛЫ ШТОКВЕРКОВЫХ РУД
КАДЖАРАНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

На основании проведенных исследований приводятся данные о распределении рудных элементов в породах Каджаранского рудного поля, о величине геохимического фона и аномальных концентрациях индикаторов оруденения, а также выделяются эндогенные ореолы скрытых рудных тел на участках Давачи, Кармир-кар, Аткиз и Шлоркут. Рассчитаны корреляционные связи отдельных пар элементов-индикаторов (*Си-Мо*, *Си-Аг*, *Pb-Zn* и т. д.) и установлена их вертикальная и горизонтальная зональность по 26 разведочным скважинам, пройденным на участке на глубину 520 метров.

Геохимические исследования последних лет в Агаракском рудном поле и положительные результаты по обнаружению скрытого оруденения по эндогенным ореолам позволили продолжить подобные работы и на других месторождениях Дебаклинской приразломной полосы, в частности, на Каджаранском месторождении.

Для выявления скрытого оруденения на периферии Центрального участка было проведено геолого-геохимическое картирование отдельных площадей в масштабе 1 : 5000, результаты которого легли в основу настоящего сообщения.

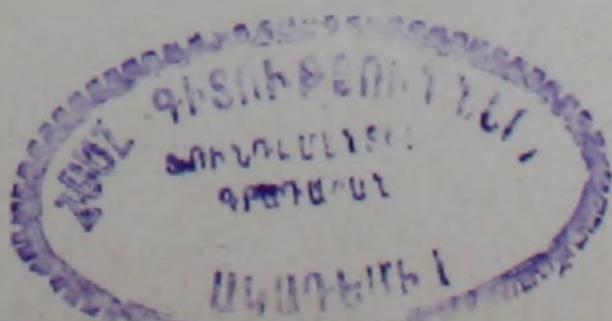
Работы проводились по хорошо разработанным ранее методикам [3, 4], применявшимся в Агараке, и следует только добавить, что приближенно-количественное определение содержаний химических элементов проводилось в лаборатории спектрального анализа Управления геологии Арм.ССР и полученные результаты обрабатывались в ИГН математическими методами.

Основные черты геологического строения рудного поля

Рудное поле Каджаранского месторождения охватывает территорию около 20—25 км². Район месторождения сложен интрузивными и вулканогенными породами среднего эоцена. Последние представлены туфами и подчиненными им туфобрекчиями и туффитами.

Интрузивные породы представлены монцонитами, с подчиненными им сиенито-диоритами, сиенитами, диоритами, кварцевыми монцонитами, а также порфиroidными гранодиоритами. Интрузивные породы прорывают вулканогенную толщу и в контакте с вулканогенными породами образуются роговики.

Рудное поле сложено в основном монцонитами. Порфиroidные граниты и гранодиориты отмечаются в западной части месторождения. Контакт между монцонитами и порфиroidными гранитами, являющи-



мися образованиями двух различных интрузивных комплексов, в районе месторождения — тектонический.

Границей является крупный Дебаклинский разлом, имеющий северо-западное простирание ($320\text{--}340^\circ$) при падении на северо-восток $< 50\text{--}60^\circ$. Вдоль линии разлома породы сильно перемяты и гидротермально изменены.

В строении участков месторождения важную роль играют жильные породы, среди которых выделяются аплиты и пегматиты, лампрофиры, диорит-порфиры, гранодиорит-порфиры и др.

Широко развиты на месторождении мелкие дизъюнктивные нарушения с преобладающим направлением на северо-восток, связанные с образованием разломов и других крупных нарушений, к которым они в целом приурочены.

Основное медно-молибденовое оруденение связано с монцонитами, которые в пределах Каджаранского месторождения испытали сильное гидротермальное изменение. Степень и характер изменения пород самые различные на разных участках месторождения.

Оруденение прожилково-вкрапленного типа, характеризующееся неравномерным развитием мелких рудоносных прожилков и вкрапленников рудных минералов в монцонитах. Более крупные жилы имеют подчиненное значение.

Главными рудными минералами месторождения являются молибденит и халькопирит. Очень распространен пирит. Значительно меньше распространены: галенит, сфалерит, магнетит. Из вторичных минералов — малахит, азурит, повеллит.

Геохимический фон и площади аномальных концентраций

При проведении геохимического картирования Каджаранского рудного поля вопрос выбора элементов-индикаторов оруденения нами не рассматривался, поскольку проведенные ранее исследования на Агаракском [2], Дастакертском [1] и других месторождениях Зангезурского рудного района показали, что наиболее контрастные аномалии в местах нахождения медно-молибденового оруденения устанавливаются по молибдену, меди, серебру, свинцу и цинку. Аномалии других элементов обнаруживаются эпизодически и четкой генетической связи с медно-молибденовыми рудными телами не имеют.

В породах, слагающих Каджаранское рудное поле, — в монцонитах, гранодиоритах и вмещающих их роговиках и порфиритах содержания молибдена, меди, серебра, свинца и цинка близки к кларку и колеблются соответственно в пределах: $1\text{--}4 \text{ } \mu\text{/g}$, $40\text{--}300 \text{ } \mu\text{/g}$, $0,09\text{--}0,18 \text{ } \mu\text{/g}$, $4\text{--}25 \text{ } \mu\text{/g}$, $25\text{--}400 \text{ } \mu\text{/g}$ (табл. 1).

Приведенные в таблице параметры с вероятностью до 95% показывают доверительный интервал фоновых содержаний указанных элементов в породах, не затронутых действием гидротермального рудного процесса. Верхний предел этого интервала (равный $S + 2,96S$) принимается

Таблица 1

Фоновые и аномальные значения концентраций элементов-индикаторов в породах
Каджаранского рудного поля

Пробы	Количество проб	Молибден ($\mu\cdot 10^{-4}$ %)			Медь ($\mu\cdot 10^{-3}$ %)			Свинец ($\mu\cdot 10^{-4}$ %)			Цинк ($\mu\cdot 10^{-3}$ %)			Серебро ($\mu\cdot 10^{-5}$ %)		
		кларк по Виноградову	местный геохимический фон	нижнее аномальное значение	кларк по Виноградову	местный геохимический фон	нижнее аномальное значение	кларк по Виноградову	местный геохимический фон	нижнее аномальное значение	кларк по Виноградову	местный геохимический фон	нижнее аномальное значение	кларк по Виноградову	местный геохимический фон	нижнее аномальное значение
Порфириты	39	2,0	1,16	6,05	5,7	9,11	64,0	20,0	17,49	73,98	8,0	2,5	15,02	1,0	0,95	4,30
Роговики	50	2,0	1,16	6,02	5,7	10,76	83,40	20,0	16,90	69,03	8,0	3,07	15,99	1,0	1,08	5,30
Мошкониты	67	1,1	4,34	46,03	4,7	22,60	147,10	16,0	20,45	98,06	8,3	3,35	23,28	0,7	1,78	11,20
Порфиоровидные граниты	32	1,0	1,04	9,05	2,0	4,43	40,10	20,0	25,67	102,50	6,0	1,43	12,59	0,5	1,0	5,2

нами и как минимально-аномальное содержание, характерное для наложенного рудного обогащения.

Более высокие содержания рудных элементов, превышающие уровень минимально-аномальных, для удобства сравнения сгруппированы в пять отдельных геохимических ступеней (интервалов), характеризующих возрастающую интенсивность их концентраций.

Для молибдена содержания группировались по интервалам (в зависимости от значения S): 1—3 геохимического фона (ГФ); 3—15 ГФ; 15—50 ГФ; и >50 ГФ. Для меди, свинца, цинка и серебра по интервалам: 1—5 ГФ, 5—10 ГФ, 10—20 ГФ и >20 ГФ (табл. 2).

Выделенные интервалы (ступени) принимались нами за основу при составлении мономинеральных и сводных геохимических карт по Каджаранскому рудному полю. Следует однако заметить, что выделенные площади I геохимической ступени могут быть отнесены к аномальным только условно, с вероятностью не более 60%, в то время как площади II и последующих ступеней относятся к аномальным уже с вероятностью 60, 95% и выше, показывая тем самым различную степень достоверности их связи с оруденением.

Аномалии I геохимической ступени на геохимической карте занимают значительную часть изученной территории. Они захватывают площади, примыкающие к контактам интрузии с вмещающими породами, отмечаются в местах развития регионального гидротермального изменения, а иногда и в областях развития дайковых пород и различных метасоматитов.

Аномалии II, III и IV геохимических ступеней по молибдену, меди, свинцу и цинку выделяются в пределах площадей I геохимического уровня и представляют собой отдельные изолированные площади различных форм, с хорошо выраженной вертикальной и горизонтальной зональностью элементов. При наложении моноэлементных карт друг на друга такие аномалии пространственно хорошо совмещаются в узлах развития сульфидного обогащения и совершенно отделены в случае проявления мелких зон рассеянной минерализации мономинерального состава (рис. 1).

В последнем случае наличие аномалий, даже самых высоких ступеней, может быть обусловлено только присутствием отдельных минерализованных трещин, не связанных с конкретными рудными телами.

Перспективными для обнаружения скрытых рудных тел следует, по видимому, признать многокомпонентные, высококонтрастные геохимические аномалии широких зональных форм, тесно связанные с проявлением трещинной тектоники и гидротермальной деятельности. Такие аномалии очень часто оказывались периферийными частями скрытых рудных тел, вышедшими на уровень эрозийного среза.

В Каджаране наиболее контрастная аномалия подобного типа (I) проявляется на площади «Кармир-кар», расположенной на северном (левобережном) фланге Каджаранского месторождения, на участках сильно осветленных и раздробленных пород, местами лимонитизированных и превращенных в сухую глинистую массу

Таблица 2

Геохимические ступени контрастности аномалий рудных элементов в монцонитах
Каджаранского рудного поля

Геохимические ступени (уровни)	Молибден		Медь		Свинец		Цинк		Серебро	
	значение геохимического уровня	концентрация в $\gamma/2$								
1. I геохимическая ступень	1-3 ГФ	4,3-12,9	1-3 ГФ	226-678	1-3 ГФ	20,4-61,2	1-3 ГФ	33,5-99,0	1-3 ГФ	0,18-0,54
2. II геохимическая ступень	3-15 ГФ	12,9-61,5	3-10 ГФ	678-2260	3-10 ГФ	61,2-204	3-10 ГФ	99,0-335,0	3-10 ГФ	0,54-1,8
3. III геохимическая ступень	15-50 ГФ	64,5-215	10-20 ГФ	2260-4520	10-20 ГФ	204-408	10-20 ГФ	335,0-660,0	10-20 ГФ	1,8-3,6
4. IV геохимическая ступень	>50 ГФ	215	>20 ГФ	4520	>20 ГФ	408	>20 ГФ	660,0	>20 ГФ	3,6

Образуются эти участки там, где проходят две наиболее крупные зоны тектонических нарушений с общим азимутом падения $330/70^\circ$, в которых отмечаются многочисленные оперяющие трещины скола и тонкие прожилки кварца. В отдельных местах эти системы пересекаются нарушениями другого направления и создается общая единая сеть дробления и гидротермального изменения. Здесь и выявляется наиболее пол-

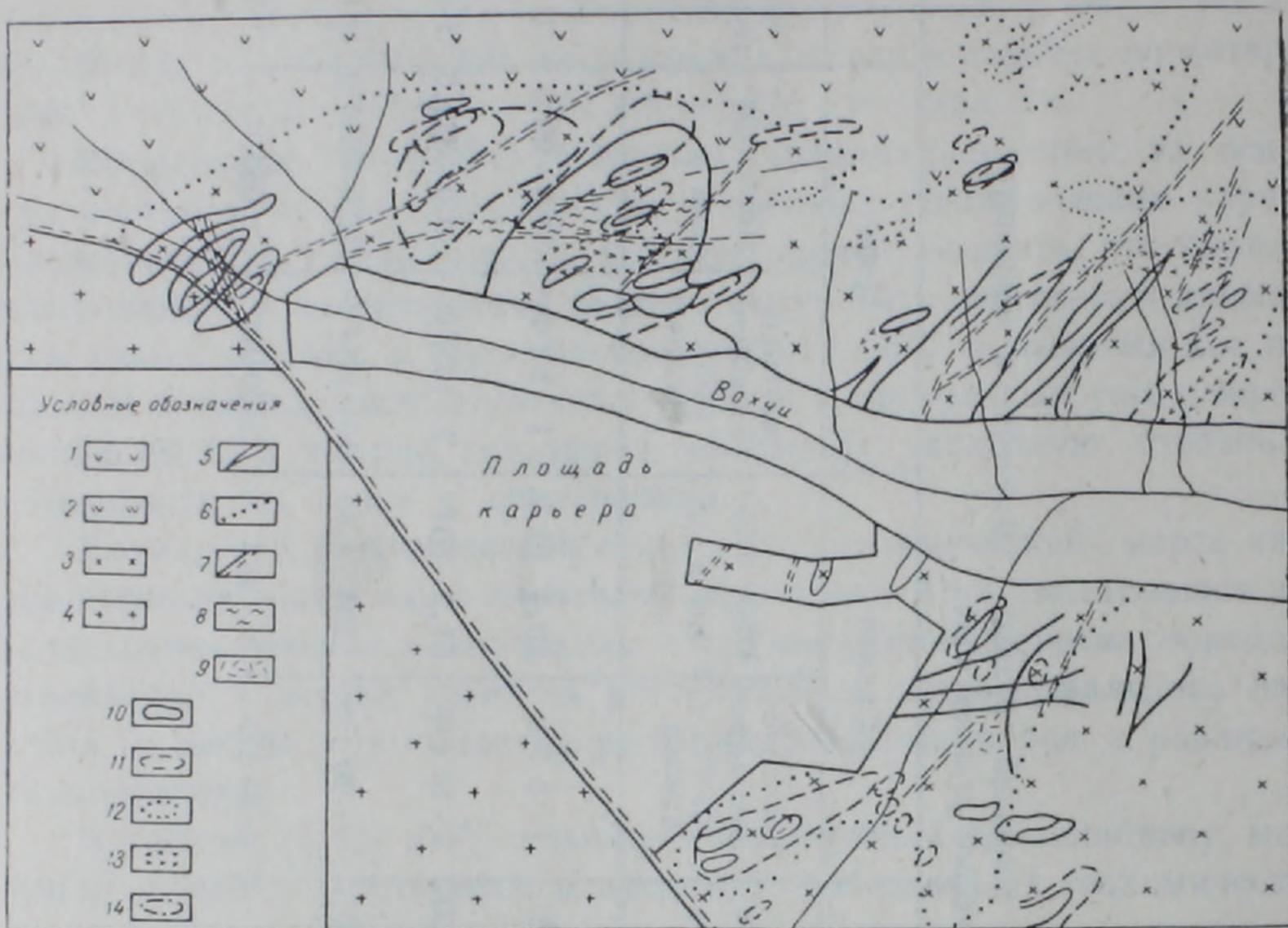


Рис. 1. Схема размещения эндогенных ореолов в Каджаранском рудном поле. 1. Порфириты. 2. Роговики. 3. Монциты. 4. Порфиroidные гранодиориты. 5. Дайки гранодиорит-порфира. 6. Граница вмещающих пород. 7. Тектонические нарушения. 8. Зоны серицитизации. 9. Зоны окварцевания. 10. Ореол молибдена. 11. Ореол меди. 12. Ореол свинца. 13. Ореол серебра. 14. Ореол цинка.

ная по составу индикаторов комплексная аномалия II, III и IV ступеней с характерной зональностью.

Комплексная аномалия участка Давачи (II) приурочена к висячему боку Дебаклинского разлома, где, как и в первом случае, отмечается развитие в породах трещинной тектоники с определенной ориентацией крупных зон и трещин в близширотном или северо-восточном направлении. Именно в этом направлении и вытягиваются геохимические аномалии элементов-индикаторов наиболее высоких геохимических уровней.

От вышеописанных значительно отличается комплексная аномалия довольно высоких геохимических ступеней, расположенная в районе с. Аткыз (III). Слагается она аномальными концентрациями *Cu*, *Pb*, *Zn* и вытягивается в северо-восточном направлении вдоль небольшой полосы тектонических нарушений. Здесь последняя состоит из серии небольших по мощности (4—5 м) зон гидротермального изменения, развивающихся по трещинам смятия и сдвига и располагающихся с проме-

жутками 15—20 м друг от друга. Породы в зонах сильно перемяты, лимонитизированы и содержат в себе мелкие прожилки кварца с включениями сульфидных минералов. Кварцевые жилы отрыва характеризуются относительно небольшими размерами (10—20 см мощности и 10—20 м по протяжению), наличием пережимов и раздувов, а также многочисленных апофиз, отходящих от основной жилы. Далее эти зоны расходятся и, значительно уменьшаясь в мощности, прослеживаются за пределами Каджаранского рудного поля.

Помимо описанных выше комплексных аномалий, в пределах левобережья обнаружен ряд небольших, но довольно контрастных аномалий меди и молибдена, связанных с проявлением трещинной тектоники, часть которых тяготеет к зоне Дебаклинского разлома, а другая—к отдельным зонам широтного и северо-восточного простираний. Они располагаются в северо-восточной части изученной территории и между участками Кармир-кар и Аткыз.

Две небольшие комплексные аномалии выделяются на правом берегу р. Вохчи, в пределах участков Шлоркут и верховьев Ширин-су и на южном фланге месторождения.

Анализ и сравнение контрастности, формы и пространственного положения аномалий меди, молибдена, свинца и цинка показывает, что их образование тесно связано главным образом с характером развития в данном районе трещинной тектоники и интенсивности проявления гидротермальной деятельности. Именно эти факторы определяют благоприятные условия для образования рудопроявлений и связанных с ними эндогенных ореолов. К таким в первую очередь следует отнести и эндогенные ореолы рудных участков Кармир-кар, Аткыз и Шлоркут.

Состав и строение ореолов

Геохимическое картирование Кармиркарского участка, проведенное в последние годы, позволило установить здесь интенсивные ореолы молибдена, меди и менее интенсивные—свинца и цинка.

Ореолы молибдена с содержаниями, относящимися ко II геохимической ступени (3—7 ГФ), располагаются на довольно значительной площади (950×750 м) в виде неправильной изометрической фигуры, основание которой по р. Вохчи протягивается в широтном направлении на 1,0—1,1 км. Вплотную примыкая к Центральному участку, эта площадь к северу постепенно сужается и по «овалу» замыкается по границе монзонитов с порфиритами (аномалия II). Более контрастные ореолы молибдена III и IV геохимических ступеней (7—50 ГФ) обнаруживаются в той же площади на трех сравнительно небольших участках (250×75 м) и (300×125 м), вытягивающихся в близширотном направлении, вдоль отдельных зон гидротермального изменения.

Аномальное поле *медного* обогащения II геохимической ступени отмечается в пределах того же участка, однако располагается несколько восточнее аномалии молибдена и имеет значительно меньшие размеры (475×22,5 м). В его пределах, в виде отдельных небольших островков

выделяются более контрастные ореолы *Сu* III и IV геохимических ступеней.

Ореолы молибдена и меди одинаковых геохимических ступеней в пространстве не совпадают друг с другом, однако в площади ореола одного элемента располагается ореол другого, хотя и в других концентрациях. Аналогичное строение, но несколько меньшие размеры имеют и ореолы Шлоркутского участка, где еще в 1962 г. были обнаружены и разведаны небольшие запасы меди и молибдена.

Площадные ореолы *свинца и цинка* в пределах участка Кармир-кар как таковые отсутствуют, однако аномальные концентрации их в виде отдельных «пятен» встречаются по внешнему кольцу на периферии. Несколько отчетливее «линейные» ореолы свинца и цинка проявляются на участке с. Аткиз, где уже давно было известно небольшое скопление кварц-сульфидных жил и по пройденной здесь штольне проводилась опытная добыча меди и полиметаллов.

Поисково-разведочное бурение, проведенное на участке Кармир-кар, и геохимическое опробование керна 26 скважин позволили установить примерные размеры скрытых на глубине рудных тел, характер распределения содержаний, а также выявить *вертикальную* зональность распределения элементов-индикаторов (как прямых, так и косвенных).

Дифференцированность распределения рудных элементов в ореолах проявляется довольно отчетливо, хотя расположение обогащенных зон на поверхности крайне неравномерно. Наиболее контрастные аномальные зоны прослеживаются в местах, где в породе фиксируются собственные минеральные формы эпигенетического обогащения, способные вовлекаться в общее перераспределение элементов.

На глубину эти зоны сменяются собственно рудным телом Кармир-карского участка, в котором также четко устанавливается зональность распределения, выражающаяся в постепенном переходе на глубину от руд сложного медно-серебро-цинк-молибденового состава к преимущественно молибденовым и с запада на восток от молибденового к медно-серебро-цинк-свинцовому.

Были рассчитаны корреляционные связи между содержаниями элементов, руды которых являются главными полезными компонентами месторождения и элементами, присутствующими в рудах в виде примесей и включений. Исходя из зонального распределения элементов на месторождении, для количественной оценки зональности были рассчитаны отношения линейных продуктивностей пар элементов, а также показатели зональности, рекомендованные С. В. Григоряном [3].

Анализ этих данных показал, что почти во всех случаях отмечается положительная корреляционная зависимость между парами *Сu* и *Мо*, *Сu* и *Ag*, *Мо* и *W*, а иногда *Мо* и *Ag* (?). Менее существенная зависимость отмечается между *Мо* и *Сu*, *Сu* и *Со*, *Сu* и *W*, *Сu* и *Zn* и всегда отсутствует в *Мо* и *Zn*, *Мо* с *Pb*, *Сu* с *Pb*.

Положительная корреляционная зависимость названных элементов объясняется главным образом близкими физико-химическими условиями их соосаждения в процессе рудообразования (температура, дав-

ление, кислотность-щелочность, активность ионизированных частиц и т. д.), а отрицательная—стадийностью рудообразования и возможным одномоментным изменением какого-либо физико-химического параметра в определенный временной период. Последнее влечет за собой образование новых минеральных ассоциаций и, как следствие, нарушение ранее существовавших корреляционных связей. Примером может служить распределение в породах Каджарана свинца и цинка, которые, хотя и участвуют в общем гидротермальном процессе, пространственно обособлены и развиваются вне зависимости от локализации медно-молибденового оруденения. Они образовались в отдельные стадии минерализации и образуют, при других физико-химических условиях, самостоятельные минеральные скопления. Этим и объясняется отсутствие корреляционных связей пар: *Mo* и *Zn*, *Cu* и *Pb*. Совершенно по другому следует образование связей: *Cu-Ag* и *Mo-W*, если учесть, что серебро и вольфрам почти всегда в виде примеси присутствуют в главных рудообразующих минералах—молибдените и халькопирите.

Сопоставление графиков линейной продуктивности и показателей зональности $\prod_3 = \sum_{i=1}^n m_i (C_i - C_{\phi})$, подсчитанных на 26 отметках на глубину 520 м показало, что в строении рудного тела и его ореолов на Каджаранском месторождении вертикальная зональность накопления элементов устанавливается по следующему ряду (сверху вниз): *Cu—Ag—Zn—Pb—Mo—W*.

Оценка относительного уровня эрозионного среза на участке, произведенная по коэффициенту зональности K_3 , показала, что в пределах левобережья, до глубины 120 м располагается *переходная надрудная зона* эндогенного ореола (с отношением мультипликативных показателей надрудных элементов к мультипликативным подрудным $K_3 = 2000—1000$) и на 240 м—*основная рудная зона* ($K_3 = 1—0,1$), где содержания рудных индикаторов начинают вновь снижаться. Все это указывает на сравнительно низкий уровень эрозионного среза и близость рудного тела от поверхности.

Как показало бурение, в месте проявления аномалии промышленное оруденение располагается уже на глубине 40—60 м. Более глубокое залегание рудного тела при отсутствии четко выраженных зон тектонических нарушений и гидротермального изменения на поверхности практически не проявляется.

Краткие выводы

1. В Каджаранском рудном поле, как и в Агараке, устанавливаются геохимические аномалии, тесно связанные с участками развития предрудной трещинной тектоники, гидротермального изменения и со скрытыми рудными телами, локализованными на флангах месторождения.

2. Обнаружение эндогенных ореолов, наряду с другими геохимическими аномалиями, на уже разведанных рудных участках Кармиркар (I), Давачи (II), Аткыз (III) и Шлоркут (IV) подтверждает правильность выбора методики «структурно-геохимических» поисков и

перспективность ее использования на новых, еще не исследованных площадях Зангезурского рудного района.

3. Главными критериями связи геохимических аномалий со скрытыми рудными телами являются: высокая контрастность содержаний рудных элементов, наиболее полный спектр элементов-индикаторов в ореоле, минеральные формы обогащения и площадные зональные формы аномалии. Геохимические аномалии, не связанные с рудными телами, характеризуются меньшей контрастностью, моноэлементным составом и небольшими разноориентированными формами.

4. Установленная в ореолах Каджарана вертикальная и горизонтальная зональность распределения рудных элементов выражается в последовательной смене максимумов концентрации с запада на восток от молибдена к медь-серебро-свинец-цинковому и на глубину: серебро-медь-свинец-цинк-молибден-вольфраму. Отмечается положительная корреляционная зависимость пар: $Cu-Mo$, $Cu-Ag$, $Mo-W$.

5. Определенная разведочным бурением на Кармир-карском участке верхняя граница рудного тела (на 40—60 метров от поверхности) четко фиксируется соответствующим уровнем геохимической аномалии. При более глубоком залегании рудного тела и при отсутствии крупных зон трещиноватости контрастные аномальные зоны на поверхности практически не проявляются.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 10. VI. 1981.

Վ. Ե. ՎԱՐՔԱՆԵՍՈՎ

ՔԱԶԱՐԱՆԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԴԱՇՏԻ ՇՏՈԿՎԵՐԿԱՅԻՆ
ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՆԵՐՄԻՆ ԵԶՐԱՊՍԱԿՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում ի հայտ են բերվում հանքային տարրերի տեղաբաշխման օրինաչափությունները Քաջարանի հանքային դաշտի ապարներում: Տվյալներ են բերվում նաև գեոքիմիական ֆոնի մեծության և հանքայնացման ցուցիչների անոմալ կոնցենտրացիաների վերաբերյալ: Հանքային մարմինների ներքին եզրապսակներ են անջատված հետևյալ տեղամասերում՝ Դավաչի, Կարմիր-քար, Աթքիզ, Շլորկուտ:

Հաշվարկված է ցուցիչ-տարրերի առանձին զույգերի համահարաբերակցական կապ ($Cu-Mo$, $Cu-Ag$, $Zn-Pb$ և այլն) և հաստատված է ուղղաձիգ և հորիզոնական զոնալականությունը 26 հետախույզական հորատանցքերի տվյալների հիման վրա, որոնք միջին հաշվով ունեն 520 մ խորություն:

THE KADJARAN ORE FIELD STOCKWORK ORES
ENDOGENOUS AUREOLES

A b s t r a c t

Data on the elements distribution in rocks of the Kadjaran ore field, on the geochemical background value and anomal concentrations of the mineralization indicators are brought as well as the endogenous aureoles of cocealed ore bodies in Davachi, Karmir-kar, Atkiz and Shlorkut sections are marked out. The correlations between indicator-elements couples (*Cu-Mo*, *Cu-Ag*, *Pb-Zn* e. t. c.) are calculated as well as their vertical and lateral zoning is revealed by means of data of 26 prospecting boreholes with the depths up to 520 meters.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Авакян А. А., Вартанян С. У., Саркисян С. П. Поведение элементов-индикаторов медно-молибденового оруденения в зоне рассеянной минерализации Дастакертского месторождения. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5, 1974.
2. Вартанесов В. Е. Эндогенные ореолы рассеяния Агаракского медно-молибденового месторождения. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 4, 1970.
3. Григорян С. В., Янишевский Е. М. Эндогенные геохимические ореолы рудных месторождений. «Недра», 1968.
4. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. Коллектив авторов, под ред. Е. М. Квитковского и А. А. Ковалевой. «Недра», 1965.