

**ОПЫТ И МЕТОДИКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ  
ПОИСКОВ СКРЫТЫХ РУДНЫХ ТЕЛ НА  
ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ И ФЛАНГАХ  
РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАВКАЗА**

(ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ СЕМИНАРА, г. ЕРЕВАН  
13 НОЯБРЯ—17 НОЯБРЯ 1979 г.)

Е Р Е В А Н

Министерство Высшего и Среднего специального образования  
Армянской ССР  
Ереванский ордена Трудового Красного Знамени государственный  
университет  
Геологический факультет

Кавказская геохимическая секция Межведомственного Совета  
Министерства геологии СССР и Академии наук СССР по пробле-  
ме: "Научные основы геохимических методов поисков месторож-  
дений твердых полезных ископаемых"

550.4. 1063/

ОПЫТ И МЕТОДИКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ СКРЫТЫХ  
РУДНЫХ ТЕЛ НА ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ И ФЛАНГАХ  
РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАВКАЗА

( тезисы докладов семинара, г. Ереван  
13 ноября - 17 ноября 1979г. )

Издательство Ереванского университета

Ереван - 1979



3063

© Издательство Ереванского университета, 1979

## В В Е Д Е Н И Е

Геохимические методы в настоящее время являются составной частью общего комплекса поисковых работ на твердые полезные ископаемые.

Практика поисковых работ во многих рудных районах убедительно доказала высокую геологическую и экономическую эффективность использования геохимических методов при поисках рудных месторождений.

В последние годы значение геохимических методов особенно возросло в связи с проблемой поисков скрытого оруденения, в решении которых значение геохимических методов, как показали исследования последних лет, трудно переоценить. Эта проблема является особенно актуальной для освоенных горно-добывающих промышленностью районов, где в связи с истощением фонда выходящих на поверхность легкооткрываемых месторождений основным источником прироста запасов действующих предприятий остается оруденение, скрытое на глубине - порой значительной. К числу таких относятся основные рудные районы республик Закавказья, геологическим службам которых предстоит решение многих сложнейших задач поисков и разведки скрытых рудных тел и месторождений различных типов. Успешное решение народнохозяйственной проблемы поисков скрытого оруденения возможно только при условии объединения усилий научно-исследовательских и производственных организаций, направленных на разработку новых, совершенствования существующих методов поисков скрытого оруденения и внедрение их в практику геологоразведочных работ.

Бурное развитие научно-методических работ в области геохимических поисков рудных месторождений, выполняемых различными организациями, требует обеспечения эффективной координации этих работ, постоянного обмена передовым опытом и обобщения результатов методических исследований с целью разработки и внедрения в производство наиболее эффективных модификаций геохимических методов. Именно с этой целью, созданная в 1977 г. Кавказская секция Междуведомственного Совета АН СССР и Министерства геологии СССР по проблеме "Научные основы геохими-

ческих методов поисков месторождений твердых полезных ископаемых" проводит семинар по теме "Опыт и методика геохимических поисков скрытых рудных тел на глубоких горизонтах и флагах рудных месторождений Кавказа". Материалы этого семинара, включенные в настоящий сборник свидетельствуют о высокой эффективности использования геохимических методов при поисках скрытого оруденения на территории Кавказа и ставят на повестку дня вопрос о резком усилении работ по внедрению в практику геологоразведочных работ геохимических методов с целью скорейшей реализации их значительных потенциальных возможностей.

О р г к о м и т е т

Г. А. Твалчрелидзе

## ГЛАВНЫЕ ПРОМЫШЛЕННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАВКАЗА

Металлогеническая специфика рудных провинций Большого и Малого Кавказа обусловлена длительным, полициклическим геологическим развитием этих складчатых систем. Единым для всего Кавказа является байкальский цикл, ознаменовавшийся почти повсеместным рождением коры переходного типа. На Большом Кавказе четко проявлены также герцинский и киммерийский тектонические циклы, тогда как на Малом Кавказе орогенный этап киммерийского цикла редуцирован и полностью выражен альпийский цикл. В геосинклинальные этапы каждого из тектонических циклов происходила деструкция континентальной коры и зарождение океанических структур, тогда как в орогенные этапы трансформировалась молодая континентальная кора.

Важное практическое значение для Кавказа имеет колчеданный промышленно-генетический тип, характерный как для Большого Кавказа, так и для Малого Кавказа. Он подразделяется на ряд подтипов: уральский, развитый в девонских вулканитах зоны Передового хребта Северного Кавказа, филизчайский, характерный для нижнеюрских черных сланцев Южного склона Большого Кавказа, малокавказский, представленный в кислых вулканогенных толщах средней юры и верхнего мела Малого Кавказа. Вулканогенное происхождение отмеченных месторождений ныне принято подавляющим большинством исследователей. Все они образовались в раннегеосинклинальные стадии развития разнотипных вулканогенных и черносланцевых зон. Другие месторождения данной стадии (хромитовые, титано-магнетитовые, асбестовые, магнетитовые) на Кавказе не имеют промышленного значения.

В позднегеосинклинальные стадии различных металлогенических эпох возникли различные, в том числе крупные, месторождения следующих промышленно-генетических типов: 1) жильный кварцево-полиметаллический садонского типа, все еще имеющий важное значение для горнодобывающей промышленности Северного Кавказа, 2) скарново-магнетитовый, связанный с гранитоидами базальтоидного происхождения позднеюрского и эоценового возраста, 3) медно-

порфиновый, выявленный в последнее время в различных частях Сомхето-Кафанской зоны и пока не нашедший убедительной промышленной оценки.

К месторождениям орогенного этапа относятся небольшие скопления палеозойских пегматитовых жил, по-видимому, значительные по масштабам концентрации шеелита в амфиболитах и кварцевых жилах, также палеозойского возраста, крупные жильные и пластообразные залежи высококачественных баритовых руд, рудопроявления золота, сурьмы и ртути.

Период тектоно-магматической активизации на Большом и Малом Кавказе ознаменовался формированием многочисленных разнообразных, иногда крупных месторождений: скарновых молибденит-шеелитовых тирьнаузского типа, жильных кварцево-арсенопиритовых цанского типа, реальгар-аурипигментовых лухумского типа, метасоматических свинцово-цинковых квайсинского типа, киноварь-двукитовых, сурьмяных и медно-молибденовых зангезурского типа. Принадлежность последних к областям тектоно-магматической активизации аргументируется нахождением их на северной периферии Иранского срединного массива, энергично переработанной молодыми тектоническими движениями и гранитоидным магматизмом.

Не исключена возможность выявления на Кавказе и принципиально новых для этого региона промышленно-генетических типов, в частности стратиформных шеелитовых и колчеданных месторождений в древних метаморфизованных толщах, медистых песчаников в верхнепалеозойских молассах, стратиформных свинцово-цинковых месторождений в меловых карбонатных породах, цветных металлов и золота в активизированном осадочном чехле Предкавказья и других.

К И М С

С.В.Григорян, Л.Н.Овчинников

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РУДОНОС-  
НОСТИ ФЛАНГОВ И ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ  
ЭНДОГЕННЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Актуальность разработки и широкого внедрения в практику геологоразведочных работ эффективных методов оценки перспектив рудоносности флангов и глубоких горизонтов известных рудных месторождений определяется прежде всего настоятельной необходимостью обеспечения перманентного прироста запасов месторождений, как эксплуатирующихся, так и находящихся в стадии разведки.

Основным источником прироста запасов действующих месторождений, как известно, является слепое оруденение, в связи с чем при решении рассматриваемой в настоящем сообщении проблемы приобретают решающее значение первичные геохимические ореолы элементов-индикаторов-эффективные признаки слепых рудных тел и месторождений. Высокая эффективность использования первичных геохимических ореолов при поисках слепого оруденения доказана результатами работ, выполненных в различных рудных районах.

В проблеме геохимических поисков в пределах известных рудных полей и месторождений в методическом отношении удобнее выделить следующие два аспекта:

- а) оценка перспектив глубоких горизонтов месторождений на слепое оруденение;
- б) оценка перспектив флангов месторождений на слепое и слабо-эродированное оруденение.

Успешное использование геохимических критериев при поисках слепых рудных тел на глубоких горизонтах месторождения возможно только при условии систематического геохимического опробования горных выработок и буровых скважин, пройденных на различных гипсометрических уровнях. Результаты геохимического опробования позволяют проследить поведение с глубиной параметров полей литохимических аномалий и на этой основе производить оценку перспектив глубоких горизонтов месторождения на слепое оруденение: последнее обычно фиксируется появлением на глубине

новых "воли" надрудных ореолов, а также отчетливыми "перегибаме" графиков изменения с глубиной величин коэффициентов геохимической зональности первичных ореолов.

В пределах прилегающих к известным месторождениям площадей методика геохимических работ определяется степенью обнаженности этих площадей, а также мощностью и генетическими особенностями развитых в их пределах рыхлых образований. В пределах участков с удовлетворительной обнаженностью производится детальное опробование коренных пород с целью обнаружения надрудных ореолов (поиски слепого оруденения), а также оценки уровня эрозийного среза рудопроявлений (поиски слабоэродированного оруденения).

При поисках слепого и слабоэродированного оруденения по результатам опробования рудомещающих пород на поверхности представляется важным правильное определение уровня эрозийного среза не только конкретного (изолированного) рудного тела, но и рудоносной зоны в целом (в случае кулисного расположения в пределах рудоносной зоны группы рудных тел).

На участках, перекрытых рыхлыми образованиями поиски (в особо благоприятных ландшафтно-геохимических условиях) и оценка уровня эрозийного среза первичных ореолов производятся по результатам геохимического опробования рыхлых образований.

И М Г Р Э

Гулян Э.Х., Варданян К.Р., Карсецян Л.С.

#### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНДОГЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОРЕОЛОВ ОДНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЮЖ- НОЙ АРМЕНИИ

В геологическом строении месторождения принимают участие изверженные породы, представленные монцонитами. Они прорывают вулканогенную толщу нижнего эоцена, представленную порфиритами их туфами и туфобрекчиями.

Структурная позиция месторождения характеризуется блочным строением, расположенным между Дебаклинским и Тейским разломами. Золотое оруденение приурочено к гидротермально измененным, минерализованным зонам смятия. На месторождении выделяются пять

золоторудных зон, мощность которых колеблется от 2-3 до 5-7, иногда до 10м.

В минералогическом составе руд принимают участие: шприт, халькопирит, сфалерит, галенит, блеклая руда, молибденит, самородное золото, арсеношприт, висмутин и другие.

Геохимические исследования были проведены с целью изучения особенностей развития эндогенных геохимических ореолов вокруг отдельных золоторудных зон месторождения данного типа и для оценки перспектив на глубину.

Было опробовано 5 горизонтов (поверхность, шт. 25, 26, 16 и 22) и отобрано 860 геохимических проб.

В качестве индикаторов были выбраны следующие элементы: медь, свинец, висмут, серебро, цинк, мышьяк, молибден, кобальт и вольфрам, содержание которых по мере удаления от рудоносных зон закономерно уменьшается.

Как показали результаты математической обработки данных геохимического опробования, вокруг четвертой и первой золоторудных зон, а также перспективного участка, расположенного в нескольких метрах от четвертой зоны на расстоянии 40м от нее, выявляются отчетливые эндогенные ореолы меди, свинца, серебра, цинка, мышьяка, висмута молибдена, кобальта и вольфрама.

Ореольные концентрации всех элементов-индикаторов вокруг четвертой и первой рудоносных зон месторождения распределяются по разному.

Такие элементы как свинец, серебро, цинк, мышьяк и медь образуют широкие и контрастные ореолы в верхних частях разреза. В отличие от них ореолы кобальта, вольфрама, висмута и в какой-то степени молибдена практически обнаруживаются только в нижней части разреза (шт. 16, 22)

Приведенные выше различия в распределении отдельных элементов или их групп в эндогенных ореолах являются результатом их избирательного накопления на различных уровнях окорудного пространства, что в свою очередь обуславливает зональное строение ореолов.

Существует ряд способов количественной оценки зональности ореолов, используемых как при изучении эндогенных ореолов, так и при интерпретации геохимических аномалий.

Мы в своих расчетах использовали значения показателя зональности.

Проведенные нами соответствующие расчеты выявили следующий ряд элементов-индикаторов зональности ореолов: серебро - свинец - цинк - медь - мышьяк - кобальт - молибден - висмут - вольфрам.

Исходя из этого, нами были выделены две группы элементов индикаторов. В первую группу, характеризующую верхние части разреза (надрудные ореолы), были объединены серебро, свинец и цинк, во вторую (подрудную) - кобальт, висмут и вольфрам.

В соответствии с этим построены суммарные (мультипликативные) ореолы, характеризующие надрудные и подрудные уровни рудоносных зон.

В качестве критерия оценки уровня эрозийного среза ореолов используется их осевая зональность. Для этой цели обычно используются величины отношений средних содержания и продуктивностей частных (мультипликативных) ореолов.

Таким образом, оценка перспектив каждого рудного тела и рудоносных зон с помощью построенных мультипликативных ореолов и рассчитанных их коэффициентов зональности позволила нам прогнозировать на глубину ниже горизонта шт. 22 новые скрытые рудные тела.

С целью проверки выявленных надрудных геохимических аномалий с горизонта шт. № 22 пробурены 2 скважины, которые на глубине 150-200 м вскрыли промышленное золоторудное оруденение и тем самым указали на потенциальные перспективы месторождения на глубину, что дает возможность в значительной степени расширить запасы этого месторождения.

УПРАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ АРМ ССР

Л.Г.Тер-Абрамян, А.З.Адамян

ОСОБЕННОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ  
ОРЕОЛОВ ШАУМЯНОВСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕС-  
КОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Рудные тела Шаумяновского полиметаллического месторождения сопровождаются первичными геохимическими ореолами широкого круга элементов. Наиболее интенсивные и выдержанные ореолы вокруг рудных тел образуют свинец, цинк, серебро, медь, мышьяк, вольфрам, молибден, ванадий, кобальт. Эти элементы рекомендованы в качестве наиболее информативных элементов-индикаторов полиметаллического оруденения применительно к условиям Кафан-Шаумяновского рудного района.

Вертикальная протяженность первичных ореолов над слепыми рудными телами месторождения является значительной (более 200 м), что определяет большое практическое значение первичных ореолов как индикаторов слепого оруденения.

Установлено, что к первичным ореолам применим принцип аддитивности: вокруг сближенных в пространстве рудных тел развиваются более интенсивные и широкие первичные ореолы, что обусловлено совмещением ореолов, сопровождающих каждую из сближенных в пространстве рудных тел.

Вертикальная геохимическая зональность первичных ореолов выражается в развитии интенсивных надрудных ореолов серебра, свинца, цинка и мышьяка. В отличие от этих элементов вольфрам, ванадий, молибден и кобальт образуют наиболее интенсивные и широкие ореолы в нижних частях околорудного пространства. Исходя из этой зональности в качестве оптимальной оценки вертикальной зональности первичных ореолов рекомендуется мультипликативный коэффициент следующего вида:

$$\frac{\text{серебро} \times \text{свинец} \times \text{цинк} \times \text{мышьяк}}{\text{вольфрам} \times \text{молибден} \times \text{кобальт} \times \text{ванадий}}$$

Величина этого коэффициента уменьшается от надрудных сечений к подрудным более чем на три порядка, позволяя тем самым дифференцировать различные уровни первичных ореолов.

Производственный геологоразведочный трест Упр.Цвет.Мет.  
Арм ССР, ИМПЭ

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ КАК ОСНОВА ИНТЕР- ПРЕТАЦИИ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ

Исследования последних лет убедительно показывают, что зональность в распределении элементов-индикаторов в рудных месторождениях является наиболее примечательной и в практическом отношении наиболее важной особенностью сопровождающих эндогенное оруденение геохимических аномалий, развитых в коренных рудо-вещающих породах.

Особенности зонального распределения элементов-индикаторов в пределах аномалий в коренных породах позволяют решать важнейшие задачи интерпретации результатов геохимического опробования, такие как прогнозирование слепого оруденения, оценка уровня эрозийного среза рудопроявлений, идентификация зон рассеянной рудной минерализации и др.

Детальное изучение особенностей зонального распределения элементов-индикаторов различных типов месторождений позволило установить, что критерий геохимической зональности с успехом может быть использован не только для оценки уровня эрозийного среза единичных, изолированных в пространстве рудных тел и их первичных ореолов, но и рудоносных зон в целом. Последние обычно включают группу обликенных в пространстве рудных тел, расположенных кулисно как в плане, так и по вертикали.

Актуальность разработки и внедрения в производство надежных критериев оценки уровня эрозийного среза рудоносных зон определяется как широким развитием подобных зон, так и необходимостью увеличения глубинности прогнозов в связи с постоянным увеличением глубин отработки месторождений.

В результате сравнительного изучения особенностей зонального строения первичных ореолов рудоносных зон и изолированных рудных тел некоторых типов месторождений удалось выделить две группы элементов-индикаторов зональности:

- а) индикаторы зональности первичных ореолов изолированных рудных тел;
- б) элементы-индикаторы зональности рудоносных зон, распределение которых, в отличие от элементов первой группы, индифферентно

к отдельным рудным телам и в целом определяется гипсометрическим положением исследованных уровней.

ИМГРЭ

С.В.Григорян, Н.В.Резников

### ОСОБЕННОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ОРЕОЛОВ СЕВЕРОКАВКАЗСКИХ МЕДНОКОЛЧЕДАНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ИХ ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

1. Образование промышленного колчеданного оруденения на Северном Кавказе связано с двумя металлогеническими эпохами: раннегерцинской и киммерийской. Раннегерцинские месторождения пространственно и генетически связаны с вулканитами девонского возраста в структурно-формационной зоне Передового хребта. Основным процессом, определяющим металлогеническое содержание данной зоны, является вулканогенно-осадочное рудообразование (Смирнов, 1964). Подчиненную роль в общем балансе разведанных колчеданных руд месторождений Передового хребта составляет гидротермально-метасоматическое оруденение (около 5%). Киммерийские месторождения (Кизик-Дере, Филизчай, Лаурское и др.) формировались в Приводораздельной металлогенической зоне — узком прогибе, в котором накопилась толща аспидной формации юрского возраста. Генезис юрских месторождений дискуSSIONЕН.

2. Колчеданные залежи гидротермально-осадочного генезиса (Урупская, Худеская, Власенчихинская, Первомайская и др.) имеют гетерогенные первичные ореолы, типоморфного для данного оруденения комплексам элементов-индикаторов и марганцем. Они осадочные в кровле и гидротермально-метасоматические, тесно сопряженные с метасоматитами, в подошве рудного тела. Зональность ореолов в плоскости залежей симметричная (радиально-концентрическая) и асимметричная в поперечном сечении. Асимметричность гетерогенных геохимических ореолов подчеркивается: а) четко выраженной осевой зональностью ореолов левачного бока залежей и б) наличием в кровле залежей первичных ореолов марганца. Установленная на Урупском месторождении форма нахождения марганца (браунит, пиролюзит, пьомонит, родохрозит), зональное строение его конкреций, изменение минерального состава обособлений под влия-

нием регионального метаморфизма - все это указывает на свинцово-вулканический возраст первичных ореолов марганца. Присутствие в марганцевых концентрациях элементов-индикаторов колчеданного оруденения, зональное распределение свинца в них свидетельствует о генетической связи колчеданного и марганцевого оруденений. (Резвиков, 1978). Наблюдаемая на флангах месторождений (Урупское, Худесское, Быковское и др.) разобщенность рудных тел, в кровле которых осадочные ореолы, с гидротермально-метасоматическими первичными ореолами (метасоматитами) - признак формирования колчеданных залежей в палеодепрессиях. Описанная зональность первичных ореолов согласуется с представлениями В.И.Смирнова (1960) о вулканогенно-осадочном происхождении рассматриваемых месторождений.

3. Девонские гидротермально-метасоматические залежи (Слабостое, Верхнее, Даутское) окаймлены первичными ореолами, тесно сопряженными с околорудноизмененными породами. По набору элементов-индикаторов ореолы этого типа аналогичны описанным выше, но в них отсутствует марганец. Зональность ореолов в плоскости залежей асимметричная в поперечном сечении, т.е. аналогична зональности первичных ореолов субвулканических гидротермальных колчеданных месторождений Урала, Горного Алтая, Кавказа (Обчинников, Баранов, 1970).

4. Юрское месторождение Кизил-Дере сопровождается первичными ореолами, которые по набору элементов-индикаторов отличаются от палеозойских присутствием в них олова. Зональность геохимических ореолов асимметричная в плоскости залежей и симметричная по нормали к рудным телам, т.е. она аналогична зональности первичных ореолов гидротермальных месторождений. Отличительная особенность геохимических ореолов месторождения Кизил-Дере - наличие ореолов вокруг залежей продуктивных руд, практически отсутствие их около линз серноколчеданных руд и этапная зональность (дважды повторяются по падению ряды элементов-индикаторов). Двухэтажная зональность установлена и в рудных телах по морфологии, текстурно-минералогическим и температурным признакам. Подобное строение геохимических ореолов месторождения Кизил-Дере согласуется с представлениями В.И.Смирнова (1976), Г.А.Твалчрелидзе и В.И.Буадзе (1972) и А.Г.Жабина (1971) о двухэтажности

формирования месторождения.

5. Изложенные особенности строения геохимических ореолов могут быть использованы при поисках и разведке для решения следующих задач: а) установления генезиса оруденения; б) определения местоположения и сохранности прогнозируемого оруденения; в) определения средней мощности прогнозируемого рудного тела. При этом необходимо учитывать, что глубинность рассматриваемого метода определяется формационной принадлежностью вмещающих оруденение пород: в вулканогенной формации глубинность метода 250-300м, а в сланцевой - 100-150м.

ИМГРЭ, КИМС

З.Я.Церквадзе

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЭНДОГЕННЫХ ОРЕОЛОВ ДЛЯ ПРОГНОЗА РТУТНОГО, МЫШЬЯ-  
КОВОГО И СУРЬЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ МЕ-  
ТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ЗОНАХ КАВКАЗА

Для выявления слепого ртутного, мышьякового и сурьмяного оруденения как на Кавказе, так и в других регионах, одной из основных задач является оценка и разбавка геохимических аномалий ртути, мышьяка, сурьмы и их элементов спутников.

Проведенные нами исследования в пределах рудных полей известных ртутных, мышьяковых и сурьмяных месторождений Грузии и смежных районов показали, что с помощью комплекса геохимических критериев возможно более достоверно оценить рудные геохимические аномалии, определить примерную глубину рудной зоны и её вещественный состав.

В комплексе с изучением эндогенных ореолов ртутных, мышьяковых и сурьмяных месторождений исследования проводились по изучению ореолов пропаривания рудовмещающих пород гидротермальными растворами с помощью декрептофонического метода и по изучению морфологии и типов околорудного изменения одновременным исследованием зонального ряда распределения парагенезисов минералов в рудовмещающих породах. Полученные результаты комплексных гео-

химических исследований были использованы для оценки глубоких горизонтов и флангов ртутных, мышьяковых и сурьмяных месторождений.

Детальным изучением первичных ореолов многих ртутных, мышьяковых и сурьмяных месторождений Кавказа установлено, что высококонтрастные ореолы образует ртуть, мышьяк, сурьма и в отдельных случаях свинец и цинк. Остальные элементы: медь, серебро, вольфрам, молибден, барий, никель, кобальт, висмут и др. вокруг рудных тел формируют мало контрастные ореолы.

Учитывая универсальную зональность первичных ореолов и необходимость выявления для эффективного глубинного прогнозирования устойчивых геохимических параметров монотонно меняющимися значениями с глубиной, изучение широкой гаммы химических элементов проводили на Ахейском, Авадхарском, Духумском, Квардзахетском, Перевальном, Агятагском месторождениях и на Гомском, Циталикхевском, Вазисхевском и др. рудопроявлениях.

Подсчитав количество металла в метропроцентах на разных уровнях вертикальных разрезов на всю ширину ореола, включая рудные интервалы, установили, что по всем указанным месторождениям и рудопроявлениям зональные ряды распределения химических элементов в вертикальном разрезе очень близкие.

Анализ распределения максимальных концентраций элементов в вертикальном разрезе рудоносных зон показывает, что зональность ореола сверху вниз может быть представлена следующим рядом элементов: ртуть, мышьяк, барий, серебро, цинк, сурьма, свинец, медь, вольфрам, молибден, кобальт, никель. Первые пять элементов в этом ряду образуют интенсивные ореолы в надрудных и верхнерудных уровнях, а сурьма, свинец, медь, вольфрам, молибден, кобальт и никель в нижнерудных и подрудных уровнях рудоносных зон.

С целью выявления геохимических критериев монотонно изменяющимися значениями с глубиной подсчет величины отношений и корреляционной связи между содержаниями химических элементов производился на ЭВМ "Минск-22" по программам "012" и "061", разработанным А.П. Соловьевым и А.В. Гараниным.

Рассматривая отношения химических элементов, полученных по программе зональности "061" устанавливаем, что монотонно убывающими величинами с глубиной на всех изучаемых месторождениях характеризуется отношение следующих химических элементов

$\frac{Hg \cdot As}{Pb \cdot Cu}$ . Этот показатель зональности контрастно различает-

ся на всех уровнях рудоносных зон.

Характерным показателем зональности, монотонно убывающими также с глубиной в рудоносных зонах Ахейского и Авадхарского месторождений, являются следующие отношения элементов:

$$\frac{Hg \cdot As}{Pb \cdot Sb} ; \frac{Hg \cdot As}{Pb \cdot Co} ; \frac{Hg \cdot Zn}{Pb \cdot Co} ; \frac{Hg \cdot Ag}{Cu \cdot Mo}$$

Таким показателем зональности на Духумском мышьяковом месторождении является  $\frac{As \cdot Sb}{Pb \cdot Cu}$  ; на Гомском ртутно-мышьяковом

рудопоявлении  $\frac{Hg \cdot As}{Pb \cdot Cu}$  ; а на Вазискевском ртутном рудо-  
пооявлении  $\frac{Hg \cdot Zn \cdot Ba}{Pb \cdot Cu}$ .

Кроме величин отношений химических элементов и количества металла М% на разных уровнях рудоносных зон ряда месторождений изучена также корреляционная связь между парами элементов и подвижность химических элементов, что в комплексе дало возможность определить характерные надрудные, рудные и подрудные геохимические показатели.

В результате комплексного изучения эндогенных ореолов и ореолов пропаривания ртутных, сурьмяных и мышьяковых месторождений, устанавливается:

1) Морфология ореола пропаривания и эндогенного ореола ртути, мышьяка, сурьмы и их элементов-спутников в основном повторяет морфологию рудных тел "Эффективная" ширина ореола пропаривания и эндогенного ореола во много раз превышает мощность рудной зоны.

2) Интенсивность пропаривания по вертикальным разрезам изучаемых месторождений с глубиной уменьшается.

Отношения интенсивности пропаривания и интенсивности прогрева  $\frac{J}{Mt}$  (отражающая собой температурный градиент интенсивности пропаривания), с глубиной, также уменьшается.

3) Интенсивные ореолы пропаривания на ртутных, мышьяковых и сурьмяных месторождениях в большинстве случаев формируются в низкотемпературном интервале свыше 300-400°C.

На изучаемых месторождениях выделяются следующие наиболее характерные типы околорудных изменений пород, - окварцевание, карбо -

натизация, диккитизация, серицитизация, хлоритизация, пиритизация, битуминизация, перекристаллизация и осветление.

В результате детального изучения околорудных метасоматитов на некоторых месторождениях устанавливается метасоматическая зональность распределения минералов, характерная для процессов аргиллизации и пропилитизации. Внутренние метасоматические зоны при этом сложены преимущественно кварцем и диккитом, а внешние - серицитом.

Во внешних серицитизированных зонах устанавливается характерное повышение  $K_2O$  и значение отношения  $Na_2O/K_2O$ .

В зонах метасоматических изменений пород часто выявляются следующие парагенетические ассоциации минералов: в глинистых сланцах и песчаниках - кварц+серицит+кальцит+пирит+хлорит; кварц+серицит+карбонат+пирит; кварц+диккит; в порфиритах - хлорит+пирит+цеолит+карбонат; хлорит+альбит+серицит.

С использованием указанного комплекса геохимических критериев нами было высказано предположение о рудоносности глубоких горизонтов западного фланга Ахейского ртутного месторождения и центральной части уч. Чаманха этого же месторождения. Последующими геологоразведочными работами наши рекомендации подтвердились. Буровые скважины пробуренные по разведочным профилям П-п', Ш-ш', IV-IV', XVI-XVI', XVII-XVII', пересекли ртутносные зоны

В результате проведенного комплекса площадных геолого-геохимических работ в пределах Дино-Осетинского рудного района, нами были обнаружены Звиадис-Хевская группа мышьяковых рудопроявлений и Арамендское ртутное рудопроявление. Все выделенные участки рекомендуются нами для дальнейшего детального изучения на поисково-оценочные подэтапы.

Управление геологии Грузинской ССР.

Судов Б.А., Даниелян К.А.

## ПОИСКИ СКРЫТЫХ РУДНЫХ ТЕЛ ПО ПЕРВИЧНЫМ ОРЕОЛАМ ЙОДА НА ФЛАНГАХ И ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ АХТАЛЬСКО- ГО БАРИТ-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АРМЕНИЯ)

1. Поиски скрытых рудных тел на эксплуатирующихся месторождениях являются актуальной геологической задачей, решение которой позволяет расширить минерально-сырьевую базу горнорудных предприятий. Такие поиски обычно выполняются в ходе эксплуатации месторождений и требуют высокоэффективных поисковых методов. В качестве одного из таких методов рекомендуется геохимический метод поисков по первичным ореолам йода.

Ранее проведенными работами было показано, что йод фиксируется во внешней зоне первичных ореолов месторождения на расстояниях до 14 м от скрытых рудных тел. В этих же случаях ореолы основных рудных элементов и других элементов-индикаторов обнаруживались на расстояниях до 35 м (Лапп, Судов, 1963, Лапп, Судов, Даниелян, 1965).

Исключительная подвижность йода в первичных ореолах предопределила эффективность их использования при поисках скрытых рудных тел на флангах и глубоких горизонтах месторождения.

2. Ахтальское барит-полиметаллическое месторождение приурочено к контакту кварцевых плагнопорфиров с перекрывающей толщей порфиритов дацитового, андезитового и диабазового составов с прослоями туфогенных пород.

Существенную роль в структуре месторождения играют многочисленные тектонические нарушения, среди которых основное рудоконтролирующее значение имеет "Меридиональный" разлом. Указанные нарушения смещают положение контакта рудовмещающей и перекрывающей толщ с разной амплитудой.

Месторождение представлено линзами, гнездами, жилами, штокверками барит-полиметаллической руды, в которых барит занимает крайнее верхнее положение. Руды содержат (в убывающем порядке) барий, цинк, свинец, медь, кадмий, серебро, золото, селен, теллур, германий, рений, галлий, индий и др.

3. Поиски скрытых рудных тел осуществлялись из разведочных

горных выработок, по скважинам подземного бурения, а также по обнажениям на поверхности западного фланга месторождения. Отбор проб производился ступенным методом с интервалом опробования 10 м в горных выработках, 5 м - по керну скважин и по сети 50 x 50 м на поверхности. Всего было отобрано около 1500 проб. Химическое определение йода производилось по методике А.Д.Миллера и др. (1968). В этих же пробах спектрально методом просеивки определялись основные рудные элементы и другие элементы-индикаторы руд.

Результаты анализа обрабатывались общепринятыми методами.

Сведения о фоновых ( $C_f$ ) и минимально-аномальных ( $C_a$ ) содержаниях (в %) основных рудных элементов и йода в породах месторождения приведены в таблице.

породы	цинк		свинец		медь		йод	
	$C_f$	$C_a$	$C_f$	$C_a$	$C_f$	$C_a$	$C_f$	$C_a$
порфири- ты	0,01	0,03	0,004	0,01	0,003	0,008	$0.2 \cdot 10^{-4}$	$0.3 \cdot 10^{-4}$
кварце- вые пла- гиоцисты	0,05	0,1	0,01	0,03	0,01	0,03	$0.16 \cdot 10^{-4}$	$0.5 \cdot 10^{-4}$

Результаты геохимического опробования горных выработок и керн на скважин подземного бурения, произведенного преимущественно на западном фланге месторождения, показывают: что йод является эффективным элементом-индикатором скрытых руд тел. Развитие первичных ореолов в перекрывающих рудные залежи порфиритах идет почти исключительно диффузионным путем. В этих условиях диффузионная подвижность основных рудных элементов и других элементов-индикаторов ничтожно мала в сравнении с подвижностью йода.

В результате поисковых работ выявлены ряд аномалий йода в порфиритах по штреку № 54, кваршлагу № 12 штольни № 16. Содержание йода (%) в этих аномалиях составляет  $0,48 \cdot 10^{-4}$  -  $1.4 \cdot 10^{-4}$ . Бурение скважин № 302 из штрека № 54 позволило выявить залегающее ниже на глубине 65 м скрытое рудное тело.

В этом же штреке были установлены две аномалии, положение которых совпадало с аномалиями вызванной поляризации, электричес-

ких сопротивлений и ВЗЗ. Бурение скважин на этих аномалиях привело к обнаружению скрытых рудных тел на глубинах 50 м и 60 м.

Были обнаружены также аномалии йода, перспективные для обнаружения скрытых рудных тел в результате геохимического опробования штольни № 28, штрека № 81 штольни № 16.

Наибольший интерес представляла оценка рудоносности всей площади западного фланга месторождения. Такую оценку оказалось возможным провести по обнажениям перекрывающей толщи порфири-тов. На западном фланге толща рудовмещающих кварцевых плагио-порфиритов погружена на глубине не менее 200 м. В результате проведенных работ была выявлена обширная аномалия йода, площадью около  $0,3 \text{ км}^2$ . Содержания йода в пределах аномалии составляли от  $1 \cdot 10^{-4} \%$  до  $2,44 \cdot 10^{-4}$ . На этой же площади были установлены только единичные разрозненные аномалии основных рудных элементов, приуроченные к зонам тектонических нарушений.

Бурением скважины из штрека № 54, располагавшейся в пределах контура аномалии, на глубине более 300 м от поверхности было выявлено скрытое рудное тело.

Наиболее существенные аномалии йода в порфиритах западного фланга месторождения пока еще не проверены горными работами.

6. Таким образом, геохимический метод поисков по первичным ореолам йода оказался эффективным средством обнаружения скрытых рудных тел в геологических условиях Ахталского барит-полиметаллического месторождения. В подземных горных выработках в комплексе с геофизическими методами, он позволяет выявлять скрытые рудные тела, залегающие на глубине до 65 м под горизонтом исследованных выработок.

Особое значение имеет метод при поисках скрытых рудных тел, залегающих на глубинах более 300 м от уровня исследования, когда другие поисковые приемы оказываются малоэффективными.

Геохимический метод поисков по первичным ореолам йода следует включить в комплекс поисковых работ на флангах и глубоких горизонтах месторождений аналогичного типа.

Безирганов Б.Г., Тер-Абрамян Л.Г., Оганесян Р.Г.

### ЛИТОХИМИЧЕСКИЕ ПОИСКИ СКРЫТЫХ РУДНЫХ ТЕЛ НА ШАУМИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

С целью разработки методики оценки перспектив рудоносности глубоких горизонтов и флангов месторождения по первичным ореолам, были проведены опытно-методические исследования по изучению особенностей первичных геохимических ореолов, развитых вокруг известных рудных тел (детально разведанных), а также площадное геохимическое опробование коренных пород как на Центральном, так и на прилегающих к месторождению участках - Бендик, Бугаяр.

Было отобрано более 4000 геохимических проб. Установлен следующий комплекс элементов-индикаторов: медь, цинк, свинец, серебро, барий, мышьяк, висмут, кобальт, никель, молибден, олово и вольфрам.

Объемное изучение первичных ореолов позволило установить основные закономерности в их формировании.

Вертикальная зональность выражается следующим рядом: цинк-свинец-мышьяк-серебро-медь-(барий-висмут-олово) - молибден-(кобальт-вольфрам) и в общих чертах согласуется с единой зональностью первичных ореолов гидротермальных месторождений.

Использование особенностей состава и строения первичных геохимических ореолов позволило достоверно оценить перспективы рудоносности как глубоких горизонтов, так и флангов месторождения.

В настоящее время проверен ряд признанных перспективными геохимических аномалий: наличие скрытого эндогенного оруденения подтверждено поисково-разведочным бурением на юго-восточном фланге месторождения (скважины № 381, 405); на глубине 200 м от разведочного горизонта 305 м.

Ереванский госуниверситет  
Производственный геологораз-  
ведочный трест Упр.цвет.мет.  
Арм ССР , И М Г Р Э

Дж. Азадалев, Н. А. Курбанов, М. М. Самедов, З. Б. Абдуллаев

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЛЬФРАМА, МОЛИБДЕНА И  
МЕДИ НА ФЛАНГАХ И ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ КЫЗЫЛЧЫНГЫЛ-  
ЛИНСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ

(юг Малого Кавказа)

Выяснение особенностей распределения и формы нахождения вольфрама, молибдена, меди, а также ряда редких и рассеянных элементов в метасоматических образованиях, получивших весьма широкое развитие в контактовой и приконтактной полосе Мегри-Ордубадского плутона, позволяет выявить основные закономерности их геохимической эволюции в ходе развития постмагматического метасоматоза и, самое главное, может явиться важным дополнительным критерием металлогенической и геохимической специализации метасоматических формаций, их рудоносность на флангах и глубоких горизонтах. Кызылчынгыллинское же рудопроявление площадью около 2,5 кв. км. охватывает юго-западную часть юго-восточного окончания приконтактной полосы. Отдельные благоприятные в литологическом отношении пласты карбонатно-терригенных отложений нижнего турона преобразованы в скарны. Кислотной стадии метасоматоза отвечают частичное метасоматическое изменение роговиков с "пропластками" скарнов и формирование в них кварцевых жил и прожилков с вкрапленным оруденением.

Исследование богатого фактического материала (с использованием громадного количества аналитических фондовых данных и опробованием различных метасоматических образований - скарнов, "метасоматических" роговиков, кварцевых жил и прожилков, мономинеральных фракций и т. д.) из естественных выходов и керновых материалов скважин позволило установить ряд критериев поисков скрытых рудных тел. По характеру распределения вольфрама, молибдена и меди, а также пространственного размещения рудной минерализации четко обособляются восточный (вольфрамоносный) и западный (медно-молибденоносный) фланги Кызылчынгыллинского рудопроявления и одновременно выделяются перспективные горизонты на глубине.

Результаты многочисленных спектральных определений и химических анализов скарнов, "метасоматических" роговиков, кварцевых

ки и др. метасоматитов на вольфрам, молибден и медь статистически обработаны на ЭВМ, установлены виды распределения и выявлены закономерности распространения этих элементов на флангах и глубинах. Так, на восточном фланге среднее содержание вольфрама по всему флангу из 128 анализов различных метасоматитов и кварцевых жил составляет  $1468 \pm 254$  г/т, что в 1129 раз превышает его кларковое содержание. Распределение его в скарнах ( $\bar{X} = 420 \pm 88$ ,  $n = 38$ ) соответствует логнормальному закону, в "метасоматических" роговиках и особенно в кварцевых жилах - нормальному. Особенностью восточного фланга является присутствие в кварцевых жилах ассоциаций вольфрамовой минерализации (вольфрамит и шеелит, редко гюбнерит) с мелкими вкраплениями молибденита и халькопирита, а другие минералы (пирит, галенит, реже сфалерит) пронизывают и обволакивают зерна вольфрамитов или же цементируют их. Судя по коэффициенту вариации, вольфрам в кварцевых жилах распределен равномерно, что, по-видимому, связано также с равномерным распределением его собственных минералов в этих анализированных кварцевых жилах.

Характерной особенностью западного фланга является отсутствие вольфрама и высокое содержание молибдена и меди в различных метасоматитах и кварцевых прожилках. Средние содержания молибдена и меди по всему флангу составляют  $456 \pm 114$  ( $n = 249$ ) и  $20198 \pm 416$  ( $n = 282$ ) с коэффициентами концентрации 415 и 42 соответственно. Виды распределения их логнормальны. Здесь медно-молибденовое оруденение (молибденит, халькопирит с пиритом и пирротинном) в виде тонко рассеянных вкраплений приурочены к многочисленным кварцевым прожилкам, "метасоматическим" роговикам, скарнам и др.

Относительно распределения рассматриваемых элементов на глубоких горизонтах следует отметить, что по данным скважины на определенной глубине преимущественно в скарнах и скарнированных породах содержания меди, отчасти молибдена и вольфрама резко увеличивается. Методом математической статистики (Д.А. Родионов, 1972) выделены аномальные участки интервалов по глубине. На основании разработанных научных критериев рекомендуется постановка поисково-разведочных работ с целью вскрытия скрытых

рудных тел на глубоких горизонтах и флангах.

ИГ АН Азерб.ССР,  
Управление СМ Азерб.ССР по  
геологии, ИНФХ АН Азерб.ССР.

С.А.Агаев, Н.А.Новрузов

### ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ЗОНАЛЬНОСТИ РУДНОЙ ЗАЛЕЖИ ФИЛИЗЧАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Пластообразная рудная залежь филизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения (Белокано-Закатальский рудный район) приурочена к одноименному разлому взбросо-надвигового характера. Особенности вклинивания разлома на флангах и на глубину полностью не выяснены.

Колчеданно-полиметаллические руды месторождения характеризуются разнообразием текстурных типов, занимающих закономерное положение в составе единой рудной залежи. Последняя почти не сопровождается дополнительными сульфидными линзами и рудными апофизами. Лишь на верхних горизонтах восточного фланга рудная залежь вклинивается по простиранию апофизами.

На восточном фланге месторождения фиксируется поперечная флексура и рудная залежь образует перегибы, обусловленные данной флексурой. Далее к востоку от этой флексуры полосчатые и массивные колчеданно-полиметаллические руды исчезают и прослеживаются лишь существенно прожилковые руды. Таким образом, описанную флексуру можно рассматривать как поперечную дорудную структуру, которая ограничивала распространение оруденения по простиранию. Кроме того, размещение оруденения в пределах самой рудной зоны контролируется поперечными флексурами более низкого порядка, делящими месторождение на блоки.

В морфологическом отношении рудная залежь характеризуется невыдержанностью мощностей и элементов залегания с образованием резких флексурных изгибов как в плане, так и в разрезе.

Важной особенностью рудной залежи является закономерное размещение участков и пережимов руд, увеличение мощностей. Участки резких раздувов и пережимов руд сгруппированы в две полосы, составляющие флексурным изгибом. Одна из полос, наиболее мощная и протяженная, прослеживается с юго-западного фланга залежи на северо-восток, обуславливая её устойчивое северо-восточное склонение. Другая, более узкая, отходит от первой на глубине 400м от поверхности в северо-западном направлении, вероятно, обуславливая начало северо-западного склонения залежи. В пределах крупной северо-восточной полосы по мере склонения залежи отмечается закономерное увеличение ширины раздува от 150 до 400м и более. Последнее сопровождается увеличением мощностей силовых полосчатых и массивных руд от 20 до 70м и более. На верхних горизонтах полосы пережимы имеют субширотное простирание, в центральной части намечается область поперечного пережима, глубокие горизонты наиболее устойчивая область пережимов.

Вертикальная продольная проекция контура рудной залежи имеет несколько асимметричное строение, обусловленное тем, что западная и восточная её части имеют заметное склонение, а наиболее протяженный участок на глубину смещен к востоку примерно на 600-700м относительно линии, делящей залежь пополам. Столь же асимметрично и внутреннее строение залежи.

Максимумы мощностей распределены многоэтажно и повторяются на нескольких геосинклинальных уровнях, довольно выдержанных для рудной залежи в целом. Неоднородно и пространственное распределение концентрации главных рудообразующих компонентов (цинк, медь, свинец).

Особенности внутреннего строения рудной залежи Флизицкой месторождения заключается в проявлении ярковыраженной зональности вертикального типа. Так, глубокие горизонты западного и, особенно, восточного флангов залежи сложены преимущественно шпритовыми рудами, а верхние горизонты обогащены сфалеритом и галенитом, т.е. устанавливается закономерная тенденция в пространственном размещении продуктов ранней сернокислотной и более поздней полиметаллической стадий минерализации. Наиболее четко эта тенденция выражена в относительном распределении зон

серноколчеданной и свинцовой минерализаций. Для цинка, несмотря на наибольшую концентрацию его на верхнем горизонте, в целом устанавливается сквозной характер распределения на гипсометрических уровнях минерализации. Повышенные концентрации меди наблюдаются в нижней и средней части залежи. При этом максимумы концентраций элемента проявляются как в шарнирах, так и на крыльях флексур и в соответствии с этим в раздувах и перегибах рудной залежи. Однако, следует подчеркнуть, что рассмотренные тенденции относительно максимумов концентраций усложняются многоэтажно-ритмическим распределением.

В целом, результаты изучения особенностей морфологии залежи и пространственного распределения концентраций главных минералов и рудообразующих компонентов дают основания более целенаправленного проведения геологоразведочных работ в процессе дальнейшей разведки глубоких горизонтов филизчайского месторождения.

Управление Совета Министров Азерб. ССР  
по геологии  
Институт неорганической и физической  
химии АН Азерб. ССР

Р. А. Мартиросян, А. А. Алiev, М. М. Мамедов

ПРИМЕР ОРЕОЛЬНО-КОНЦЕНТРАТНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РУД  
НА ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ И СЕВЕРНОМ ФЛАНГЕ ФИЛИЗЧАЙ-  
СКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИ КОЛЧЕДАНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(АЗЕРБАЙДЖАН)

1. Эффективность генетических интерпретаций и использования эндогенных ореолов для прогнозирования глубинных поисков руд во многом зависит от оценки связи ореолообразующих элементов с таковыми в рудном теле. Имевшиеся такого рода определения сводятся к частным корреляционным величинам между концентрациями этих элементов в ореолах и рудном теле. Они скорее носят статистический характер, чем геохимический, этим и объясняется отсутствие однозначности. По представлениям одних ореолы рас-

считаются как производные рассеяния рудоиндикаторных элементов от рудного тела. Другие связывают ореолы с повышенным содержанием химических элементов, привнесённых рудоносными гидротермальными растворами.

В обоих случаях совершенно упускается ореолоконтролирующая роль метасоматитов. Поэтому, выявление ореолов ограничивается геометрически-количественной процедурой их очерчивания на основе статистических параметров. Между тем рассеяние ореолообразующих элементов вокруг рудного тела тесно связано со становлением всей металлоносной колонки включая самого рудного тела. Поэтому оконтуривание ореолов должно быть подчинено метасоматическим фациям, образовавшимся в дорудный, рудный и пострудный периоды, что во многом усилило бы действенность ореольного способа прогнозирования руд. Без учета этого генетического фактора существующие представления об ореолах сводятся лишь к статистически-геометрическим построениям.

2. Для представительной оценки связи рудоиндикаторных элементов в ореолах с таковыми в рудном теле, наряду с последними по разведочной линии  $VI^a - VI^a$  через Центральный блок Флизишайского месторождения в пределах рудного тела были построены концентры (изолинии содержаний) рудоиндикаторных элементов - меди, цинка и свинца. Как концентры, так и ореолы этих элементов строились по правилам экстраполяции, что во многом придало им относительную достоверность. Анализ поведения ореолов и концентров рудоиндикаторных элементов выявил ряд важных закономерностей на основе которых удалось выработать надежные критерии прогнозирования глубинных поисков руд.

Концентры цинка (1-8,9%) в своем распределении обнаруживают определенную избирательность. Высокопроцентные из них тяготеют к глубоким горизонтам; лежащему боку рудного тела, а низкопроцентные - к верхним и средним. Концентры свинца (0,5-3,2%), особенно, высокопроцентные в отличие от цинка занимают сравнительно верхние части рудного тела, близкие к лежащему боку последнего. Концентры меди (0,4-1,2%) и чаще их высокопроцентные тяготеют к участкам, расположенным между концентрирами цинка и свинца.

3. Особенности ореолов являются значительно большая, чем

рудного тела площадь их, морфологически, особенно, высокопроцентные ореолы сходны с конфигурацией рудного тела, концентрация ореолообразующих элементов убывает в сторону рудомещающих пород. В распределении ореолов отчетливо подчеркивается их вертикальная зональность, что связано с зональностью становления всей металлоносной колонки. Ореолы с высоким содержанием свинца большей частью размещаются со стороны всякого бока рудного тела, а ореолы цинка и отчасти меди - подрудной и внутрирудной частях металлоносной колонки. Общая вертикальная протяженность ореолов составляет порядка 450 м, причем над рудным телом она колеблется от 35 до 380 м.

Ореолы свинца и меди в надрудной толще обладают несравненно большей площадью. Они обрываются современным эрозийным срезом, что исключает возможность определения истинной величины вертикального размаха ореолов свинца и меди. Ореолы этих элементов в подрудной толще быстро выклиниваются на южном фланге, в то же время на северном фланге наоборот, ореолы получают большое площадное развитие, где обрываются лишь контуром ограниченной экстраполяции.

4. Из анализа поведения концентратов и ореолов рудоиндикаторных элементов видно, что высокопроцентные из них обнаруживают отчетливое пространственное сонахождение. Но, в ряде случаев оно отсутствует. Всё это свидетельствует о том, что ореолообразование протекало в зависимости от рудного тела, посредством, главным образом, диффузионного перемещения рудоиндикаторных элементов. В другом случае, оно происходило в результате просачивания рудообразующих растворов с образованием инфильтрационных ореолов.

5. Изучение распределения ореолов показывает, что на северном фланге месторождения они получают большое площадное развитие сохраняя свойственную им зональность. Это указывает на перспективу возможного продолжения рудного тела в северном направлении, что получило частичное подтверждение данными пробуриваемых на северо-восточном фланге месторождения скважин, вскрывших промышленные полиметаллически-колчеданные руды на больших глубинах (500-600 м). Широкое развитие высокопроцентных ореолов цинка (400 г/т и меди 100 г/т) между скважинами № 336 и 391 с учетом

резкого суживания рудного тела со сложным разветвлением позволяет прогнозировать на глубине между этими скважинами оборванный медно-цинково-колчеданного состава блок.

ИГ АН Азерб.ССР, ЦНИГРИ Азерб.ССР

Рождова Д.А., Хананшев В.Н., Кязимов С.А.

### ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ШЛИХО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО МЕТОДА ПОИСКОВ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

В целях оценки перспектив обнаружения скрытых рудных тел на флангах одного из известных месторождений Малого Кавказа, а также совершенствования геохимического метода поисков рудных месторождений по потокам рассеяния, в условиях Азербайджана опробован шлихо-геохимический метод и проведено сравнение его поисковой эффективности по отношению к методу исследования водных потоков и донных осадков.

Методика исследований — отбор в сопряженных точках водотоков проб донных осадков и шлихов (серый шлик) с последующим их минералогическим и спектральным (приближенно-количественным) анализом на широкую гамму элементов и определение благородных металлов атомно-абсорбционным методом.

Результаты исследований показали:

1. Информативность шлихо-геохимического метода на широкую гамму элементов, включая благородные металлы, мышьяк, сурьму, олово значительно более высока по сравнению с гидрохимическим, литохимическим по донным отложениям и шлихо-минералогическим методами.

2. Информация по донным осадкам искажается влиянием ландшафтных условий.

3. Изучение связи золота с отдельными минералами и минеральными образованиями шлика, а также с химическими элементами показало, что спектральный анализ шлика дает информацию о содержании золота в любом его состоянии (свободное, связанное).

4. Применение метода количественного учета информации по минералам позволило повысить достоверность выявления корреляционных связей золота с минералами шликса.

5. Сопоставлением результатов спектрального анализа шликса на благородные металлы и его отдельных фракционных составляющих (магнитная, электромагнитная, легкая) установлена достаточность для поисковых целей анализа шликса в целом без разделения на фракции.

6. Сопоставление результатов поисков ряда металлов различными методами: шликсо-геохимическим, шликсо-минералогическим и литохимическим по донным осадкам показало сравнительно слабую информативность шликсо-минералогического метода (выявляется свободная составляющая); литохимический метод по донным осадкам надежен в условиях ландшафта горных лугов (преобладание механической составляющей над сорбционной).

7. Шликсо-геохимические аномалии, графически выраженные методом скользящего окна, позволили разбраковать известные (по геолого-поисковым данным) перспективные на различные металлы, участки и выделить наиболее важные из них. В результате выделено три наиболее перспективные площади и отбраковано пять площадей, которые по шликсо-геохимическим данным перспектив на искомое полезное ископаемое не имеют.

8. Высокая эффективность шликсо-геохимического метода поисков рудных месторождений и возможности его использования для широких металлогенических построений диктует необходимость постановки работ по составлению типовых геохимических каталогов для главных и парагенных минералов известных месторождений и рудопроявлений Кавказа, что значительно повысит возможности расшифровки шликсо-геохимических аномалий.

Управление Совета Министров Азерб.ССР

Зауташвили Б.З.

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ГРУЗИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ  
ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ  
НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ

Многолетний опыт исследования гидрогеохимии рудных месторождений Грузии показал, что в горно-складчатых условиях подавляющее большинство месторождений находится в зоне окислений. Изменение химического состава подземных вод под влиянием рудных месторождений в этой зоне выражается в следующем: под воздействием колчеданных, медно-пирротиновых и других сульфидных рудных месторождений в водах происходит резкое увеличение концентрации сульфат-иона, железа, натрия, магния, меди, цинка, свинца, и многих других ионов; рН воды понижается до 2, а Eh увеличивается до + 400 mV. Под влиянием других типов рудных месторождений вышеотмеченные изменения происходят гораздо слабее и характеризуются сравнительно незначительным накоплением рудных и ассоциирующихся компонентов.

В случае глубокого залегания рудных залежей их обнаружение почти полностью зависит от характера глубокоциркулирующих вод. Но ввиду специфичности этих вод, гидрогеохимические показатели рудных месторождений являются совершенно другими, отличающимися от показателей рудных месторождений зоны окисления.

На территории Грузии интересных в металлогеническом отношении регионах Большого и Малого Кавказа почти везде распространены глубокоциркулирующие (углекислые или метановые) воды. Естественно, что эти воды создают резкоотличающиеся друг от друга гидрогеохимические обстановки. В пределах распространения углекислых вод создаются хорошие условия миграции для таких элементов, как вольфрам и мышьяк. Вольфрам, которому свойственна высокая миграционная способность в натриевых углекислых водах, может дать хорошие водные ореолы в очагах разгрузки содовых и солено-щелочных углекислых вод. На повышение содержания мышьяка же могут указать как наличие на глубине мышьяковой минерализации, так и прохождение процессов образования ртутно-мышьяковой минерализа-

ции в очагах разгрузки углекислых вод.

В условиях наличия метановых вод, которым свойственны низкий окислительно-восстановительный потенциал и высокий рН, водные ореолы глубокозалегающих рудных залежей отличаются сравнительно высокими содержаниями элементоорганических веществ. В этом отношении определенным интересом представляет медь, как хороший комплекс-образователь.

ИГ АН Груз.ССР

Аракелян Г.Б., Кирегян Т.Н.

#### ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ ОРЕОЛОВ НА ШАМЛУТСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ И ЕГО ФЛАНГАХ

Геохимические исследования водных ореолов Шамлутского медно-колчеданного рудного поля позволили выявить особенности миграции, распределения, локализации элементов-индикаторов и на этой основе разработать соответствующие методические и практические рекомендации:

1. Интерпретацию фоновых и аномальных содержаний микрокомпонентного состава вод следует вести после того, как проведена термическая обработка сухих остатков (при температурах 300 - 350°C). С помощью предлагаемой методики, в сухих остатках разрушаются аналитически трудно определяемые сложные формы металлоорганических и неорганических комплексов, без существенных потерь валового состава, а в результате выявляется наиболее надежная и полная ассоциация рудных элементов.

2. Установлены поисковые критерии на скрытое рудопроявление по элементам-индикаторам (меди, цинку, свинцу, серебру) в ореольных водах месторождений: а) повышенные концентрации микроэлементов и сульфат-иона на локальном фоне; б) пониженные значения рН ( $< 7$ ) и высокие значения окислительно-восстановительных потенциалов ( $> 0,2$  В); в) повышенные эмпирические коэффициенты корреляции ( $\geq 0,5$ ) элементов-индикаторов.

3. Выявлена вертикальная гидрогеохимическая зональность рудного поля. Последняя подтверждается характерными неорганически-

ми комплексами по каждой зоне, а также уменьшением с глубиной дисперсии и коэффициентов вариации по меди, цинку, свинцу, серебру, стронцию, кадмию и бериллию.

4. Обработка обнаруженных ассоциаций широкого круга рудных элементов по известным месторождениям рудного поля с помощью обобщенных откликов  $Y_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n y_{ij}^2}$ , показала их эффективность и последние явились эталонами для интерпретации вновь открытых аномальных участков. Этот принцип, в комплексе с другими поисковыми признаками, был использован при исследовании фланговых частей Шамлугского месторождения, где впоследствии, на рекомендованных участках, геологоразведочными работами была обнаружена скрытая залежь сульфидной минерализации.

ИГ АН Арм ССР

Гулян Э.Х., Варданян К.Р., Карсецян Л.С., Уликханова М.А.,  
Харатян Э.Г.

#### ПРОГНОЗНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РУДНЫХ ПОЛЕЙ СЕВЕРНОГО СКЛОНА БАРГУШАТСКОГО ХРЕБТА

Начиная с 1966 г., Армянское геологическое управление проводит планомерное изучение территории республики по эндогенным геохимическим ореолам.

Эти работы проводились в первую очередь в пределах площадей действующих горнодобывающих рудных предприятий таких как Шамлуг, Алаверди, Ахтала, Кафан, Дастакерт, Анкадзор и др.

В настоящее время подобные работы продолжаются в Зангезурском и Шамшадинском рудных районах Армении.

В данном докладе приводятся результаты площадной геохимической съемки в М 1:25000, проводимой Геохимической партией Управления геологии на северном склоне Баргушатского хребта, на Сваряцском, Дарабазском, Ларшапенском, Дастакертском и Аравусском рудных полях на площади 285 кв. км. Всего было отобрано 27120 точечных геохимических проб.

Северный склон Баргушатского хребта характеризуется довольно

сложным геологическим строением, что обусловлено большими площадными распространением немых вулканогенно-осадочных и вулканогенных образований, прорванных сложным комплексом интрузивных пород от основного до кислого состава.

В результате статистической математической обработки результатов химического и спектрального анализов отобранных проб, определены основные геохимические параметры йода, меди, цинка, свинца, молибдена, кобальта, титана, никеля, ванадия, хрома для всех разновидностей пород, имеющих распространение на изученной территории.

В результате проведенных работ впервые для данной области составлена геолого-геохимическая карта М 1:25000 с эндогенными геохимическими ореолами меди, молибдена, цинка, свинца и йода, сведения о которых приводятся ниже в таблице № I

Т а б л и ц а I

Рудные поля	Количество ореолов					Всего
	медь	молибден	цинк	свинец	йод	
Сваранцское	2	2	3	4	2	13
Дарабазское	3	4	3	-	1	11
Лернашенское	17	15	28	25	25	110
Дастакертское	27	21	26	31	31	136
Аравусское	32	21	19	24	34	130
<b>Итого</b>	<b>81</b>	<b>63</b>	<b>79</b>	<b>84</b>	<b>93</b>	<b>400</b>

На основании анализа всего фактического материала было выделено 9 перспективных участков, из которых 6 отнесены к категории первостепенной важности, рекомендуемых для постановки дальнейших поисково-ревизионных работ.

В пределах Сваранцкого рудного поля по ассоциации элементов индикаторов, по коэффициентам зональности и контрастности ореолов выделен участок, благоприятный для обнаружения железного и, возможно, медного оруденения.

В Лернашенском рудном поле оконтурен перспективный участок первостепенной важности, представляющий интерес для прогнозирования золоторудного медно-молибденового и, возможно, медного оруденения.

В Дастакертском и Аравусском рудных полях выделено 6 перспективных участков, которые могут быть перспективными для обнаружения медно-молибденового и золоторудного оруденения.

В настоящее время на одном из выдвинутых нами перспективных участков Аравусского рудного поля производятся геофизические исследования методом электроразведки (ВП) с целью подтверждения прогнозов для постановки дальнейших поисково-разведочных работ.

На участке Сварацского рудного поля поисковыми работами подтвердились ранее выдвинутые нами прогнозы относительно наличия на глубине медного оруденения порфирового типа.

Управление геологии Арм ССР

Ананченко А.Д.

#### К ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СВЯЗИ ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРОЗИОННОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА С ПРОГНОЗОМ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Геоморфологический и морфоструктурный анализы рельефа левобережья Пенжины, проводившиеся при групповой геологической съемке масштаба 1:50000 (Сонин И.И. и др.), выявили общую тенденцию территории к воздыманию (Бакай Г.Г.). Основным рельефообразующим фактором территории, вне всякого сомнения, является эндогенный. Количественная оценка энергии эндогенного фактора на современном этапе запечатлена в виде горизонталей и высотных отметок на топографической карте. В самом деле: величина густоты речной сети на единицу площади является количественной оценкой горизонтальной составляющей скорости эрозийного расчленения, а разность в абсолютных отметках превышений на ту же площадь - количественной оценкой вертикальной составляющей скорости денудационного среза. Используя предложенный Э.Л.Якименко (1976г.) коэффициент интенсивности эрозийного расчленения  $Q$ , автором была построена карта интенсивности эрозийного расчленения территории, которая демонстрирует на площади, в целом воздымающейся, участки, различные по интенсивности движения. Участки, испытавшие в новейшее время интенсивные поднятия, характеризуются  $Q \geq 50$ , спокойные

или относительно опущенные участки имеют  $Q \leq 30$ , области со значениями  $30 \leq Q \leq 50$ , по-видимому, являются наиболее сильно испытываемыми деформационные напряжения. Эти участки, несущие наибольшие динамические нагрузки, являются зонами повышенной проницаемости, по которым устремлялись ( и устремляются) рудогенерирующие флюиды, фиксирующиеся нами в настоящее время, как площади развития гидротермально измененных пород, потенциально перспективных на обнаружение полезных ископаемых. Степень гидротермального изменения природных образований в зонах повышенной проницаемости качественно представлена в колонке Л.Н.Пляшкевич (1966г.), отражающей вертикальную зональность завершеного метасоматического ряда "пропилиты-вторичные кварциты" для эпитермального оруденения Северо-Востока. Та же качественная характеристика процесса метасоматических изменений намечается при анализе минералогических ассоциаций в тяжелой фракции шлама в пределах бассейнов водосборов, в которых эти метасоматические процессы проявлены. Количественная характеристика геохимических ассоциаций в тонкой фракции отложений гидросети позволяет объективно оценить положение гидротермально измененных пород в вертикальном разрезе метасоматической колонки. В сочетании с результатами количественной оценки металлоносности территории по геохимическим данным величина коэффициента интенсивности эрозийного расчленения территории рассматривается автором как объективный геоморфологический фактор, позволяющий в сочетании с минералогической геохимической характеристикой уровня эрозийного среза, с большей достоверностью ( при  $Q \geq 30$ ) оценивать перспективы различных частей территории.

Объединение " АЭРОГЕОЛОГИЯ "

Безирганов Б.Г., Отанесян Р.Г., Пономаренко Л.А.  
Сагателян А.К.

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ АНКАДЗОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Анкадзорское рудное поле представляет собой заключенный между региональными разломами блок среднеэоценовых вулканитов, разбитый поперечными разломами на отдельные микроблоки, в пределах которых локализуются все известные месторождения и проявления рудного поля.

Распределение медно-колчеданного оруденения контролируется Анкадзорским и Сисибердским региональными разломами и сопровождается интенсивным окологрудным метасоматозом вмещающих пород.

В результате проведенных геохимических работ составлена прогнозно-геохимическая карта Анкадзорского рудного поля, пространственно увязанная с геологическим строением последнего, позволяющая оценить перспективы как ранее известных объектов, так и новых аномальных участков.

Геохимические аномалии, выявленные в пределах рудного поля подразделяются на следующие группы:

а. Аномалии связанные со скрытым медно-колчеданным оруденением (отношением линейных продуктивностей  $\frac{Pb+Zn}{Cu+Co} = 9,1$ ) - установлены на Назож-Юртском месторождении, у южного подножья г. Шаграбен. Широкое проявление интенсивных ореолов надрудного комплекса, при слабо контрастном подрудном, указывает на перспективы данных аномалий на глубину.

б. Аномалии связанные с верхнерудными частями медно-колчеданного оруденения - установлены на Тлотиджурском проявлении и Антониевском месторождении (отношение линейных продуктивностей  $\frac{Pb+Zn}{Cu+Co}$  составляет 3,5 и 4,1 соответственно).

Аномалия приуроченная к Антониевскому месторождению прослежена в СЗ простирании около 1,3 км при средней суммированной ширине 850 м. Проявление благоприятного уровня среза указывает на наличие концентрированного оруденения на глубинах 200-250 м от дневной поверхности.

в. Аномалии связанные с нижними уровнями медно-колчеданного

оруденения выявлены на Анкадзорском месторождении меди и рудопровлении Дзуктах-тала (отношение линейных продуктивностей  $\frac{Pb+Zn}{Cu+Co}$  составляет 0,6 и 0,4 соответственно). Определение уровня среза данных аномалий полностью подтверждается результатами большого объема геологоразведочных работ, проведенных на этих участках рудного поля.

г. Аномалии связанные с корневыми частями медно-колчеданных рудных тел выявлены в большом количестве на площади исследованной территории. Наиболее крупными являются две аномалии, приуроченные к Баяндурскому участку и аномалия, приуроченная к Южно-Шаграбанскому участку (отношение линейных продуктивностей  $\frac{Pb+Zn}{Cu+Co}$  составляет 0,24; 0,2; 0,05 соответственно).

д. Аномалии связанные с зонами рассеянной рудной минерализации заполняют почти всё промежуточное пространство между описанными выше группами аномалий.

Практический интерес могут представить повышенные содержания молибдена (0,01% и более) связанные с аномалиями Антониевского, Анкадзорского, Южно-Шаграбанского участков, где оруденения представлены штокверками прожилково-вкрапленных руд с содержанием меди 0,5-1%. Частичным подтверждением данного вывода являются результаты бороздowego опробования Антониевского месторождения.

Ереванский госуниверситет, ИМГРЭ

Коновалов Б.Т., Зянгиев К.Б., Коновалов Я.А.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РУДОНОСНОСТИ  
ЗАПАДНОГО ФЛАНГА ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖ-  
ДЕНИЯ ХОЛСТ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)

1. Верхне-Луарский участок западного фланга месторождения Холст сложен хлоритизированными гранитами среднего палеозоя, перекрытыми туфами, лавами порфиритов и альбитофиров плинсибахского яруса, на которых лежат аргиллиты и песчаники домера. С юга перечисленные породы ограничены рудоконтролирующим крутопадающим Садоно-Унальским разломом. В 1975-76 г.г. на нижних горизонтах участка в гранитах была вскрыта группа полиметаллических кил,

уровень пересечения которых был неясен. Обнаруженные сульфидно-кварцевые жилы имеют типичное для рудных жил района северо-восточное простирание и располагаются в поперечном направлении к Садоно-Унальскому разлому. Падение жил крутое под углом 80-90°, мощность 0,5-1,5 м. В жилах широко распространены сфалерит, пирит, галенит, меньше - халькопирит. Пирротин редок. Жильные минералы представлены кварцем, кальцитом, хлоритом.

2. Оценка уровня проведена на основе установленных особенностей строения эндогенных ореолов жил Южная и Верхняя Архон-Холстинского рудного поля. Их эндогенные ореолы имеют развитую инфильтрационную часть шириной до 70 м и узкую диффузионную шириной 1-3 м. Ореолы привноса образуют свинец, серебро, цинк, мышьяк, медь, кобальт, молибден. Породообразующие элементы - титан, марганец, хром, никель, ванадий, олово, галлий, цирконий, иттрий, стронций, барий, фосфор, иттербий - в околорудных участках перераспределены. Часть вынесенных концентраций элементов перерабатываются на этих же горизонтах в краевых участках ореолов выноса, другая перенесена и отложена растворами в околорудных породах верхнерудных участков.

Характерной чертой ореолов привноса является повышенная, по сравнению с другими элементами, доля свинца, серебра и мышьяка на верхних горизонтах, а меди, цинка и молибдена - на нижних. Логарифм коэффициента  $K = \frac{C_{Pb} \cdot C_{Ag} \cdot C_{As}}{C_{Cu} \cdot C_{Zn} \cdot C_{Mo}}$  в вертикальном разрезе имеет линейную зависимость от уровня пересечения жил. За уровень пересечения  $H$  рудного тела принято расстояние горизонта опробования от его головы в долях вертикальной протяженности усредненного рудного тела, принятой за 1.0. Функциональная зависимость между значением коэффициента зональности и уровнем его положения в разрезе определяется уравнением  $H = 0.476 \lg K - 0.318 (L)$ . Оно позволяет количественно оценивать уровень пересечения отдельных жил по эндогенным ореолам и приближенно отстраивать его вертикальную протяженность в долях усредненного рудного поля.

3. Оценка уровня пересечения группы жил по изложенной методике позволила оперативно получить заключение о расположении жил в вертикальном разрезе. Средняя величина рудоносного интервала, исходя из структурно-геологических условий локализации рудных жил на Архон-Холстинском рудном поле, может быть принята равной

200 м. Уровень пересечения жилы № I определен на 7-ом горизонте как среднерудный ( $H = - 0,6 L$ ), т.е. 0,6 рудоносного интервала находятся выше горизонта опробования, 0,4-ниже. Пройденная в последующем выше в 120 м выработка 5-го горизонта подтвердила выклинивание рудного тела. Здесь пересечена серия прожилков кварц-карбонатного состава в серицитизированных с вкрапленностью пирита горизонтах. Оценка уровня эндогенного ореола  $H = + 0,3 L$ , т.е. указывает на расположение рудного тела ниже 5-го горизонта.

Уровень пересечения жилы № 2 на 7-ом горизонте был определен как нижнерудный ( $H = - 0,98 L$ ), что указывало на расположение всего рудоносного интервала выше. Верхней выработкой 5-го горизонта пересечено ожидаемое рудное тело, оценка уровня пересечения которого  $H = - 0,4 L$ . Расположенная в 100 м выше выработка 3-го горизонта подтвердила отсутствие рудного тела. Здесь пересечена жила кварц-карбонатного состава в слабосерицитизированных гранитах. Оценка уровня эндогенного ореола  $H = 0 L$ , т.е. как и следует ожидать, показывает на расположение рудного тела ниже 3-го горизонта. Аналогично оценены другие жилы. Различие в оценке положения головы рудных жил с уровня верхнего и нижнего горизонтов составляет  $0,3 L$ . В настоящее время методика оценки уровня пересечения жил используется в работе Садонского комбината.

КИМС, Садонский ЦК

Р.Г.Геворкян, Э.И.Саратикян, С.А.Сулейманян

#### ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ СКРЫТОГО ЗОЛОТО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОРУДЕНЕНИЯ

В настоящее время достоверно установлено наличие связи рудных месторождений с повышенным содержанием некоторых химических элементов. При проведении поисков скрытых рудных тел важная роль принадлежит геохимическим ореолам ртути, обладающим широким полем рассеяния в околорудном пространстве.

Исследования, проведенные с целью изучения особенностей пространственного распространения геохимических ореолов элементов-

индикаторов золотополиметаллического месторождения Армянск, показывают, что в строении рудных тел наблюдается отчетливая зональность, выраженная в последовательной смене полиметаллического оруденения медно-полиметаллическим с золотом и последнего - кварц-гематитовым.

Путем статистической обработки данных анализа выделены группы элементов, характеризующихся конвергентностью развития: в первой группе объединяются ореолы ртути, серебра и свинца, наиболее интенсивные и широкие в верхних частях рудных тел, а во второй группе - ореолы цинка, меди и висмута, максимально развитые на нижних и средних уровнях рудных тел. В строении первичных ореолов устанавливается следующий ряд осевой (вертикальной) зональности: ртуть, барий, свинец, серебро, цинк, медь, олово, висмут, молибден, кобальт, никель. Такая последовательность в распространении элементов-спутников оруденения позволяет считать, что ореолы ртути-элемента, не являющегося промышленным компонентом золотополиметаллических руд, занимают самые верхние горизонты околорудного пространства, могут служить эффективным критерием для проведения геохимических поисков.

Результаты настоящих работ, обнаруживших ореолы ртути вокруг эродированного и перекрытого четвертичными сложениями золотополиметаллического рудного тела, подтверждают возможность успешных поисков перекрытого эндогенного оруденения с помощью геохимических ореолов ртути.

Ереванский политехнический институт

Н. А. Новрузов, Н. Р. Ильясов, С. А. Агаев

#### О ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРОЖИЛКОВО-ВКРАПЛЕННЫХ РУД НА ВОСТОЧНОМ ФЛАНГЕ ФИЛИЗЧАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Изучение геолого-геохимических особенностей прожилково-вкрапленных руд на настоящем этапе проведения геологоразведочных работ в пределах Филлизчайского колчеданно-полиметаллического месторождения имеет важное практическое значение. Рассматриваемый тип оруденения широко распространен на восточном фланге месторождения, где отмечается вклинивание и расщепление главной рудной залежи. Здесь верхний контур прожилково-вкрапленного оруде-

нения проходит по лежащему зальбенду главного рудного тела и прослеживается далеко в восточном направлении. Это отчетливо наблюдается на горизонте штоля 14 (восточный шток), 7 и далее к востоку в обнажениях долины р. Карабачай. До настоящего времени нижний контур прожилково-вкрапленного оруденения на глубине не установлен. По данным скважин 311, 313, 315, 318, 325, 338, 344, 352, 387, 399, 401, 415, 416, 439л, 560, 592, 599 и 600, пробуренных на восточном фланге исследуемого месторождения, можно установить условный предел распространения этих руд в интервале глубин от 50 до 950 м. В целом общая площадь распространения прожилково-вкрапленного оруденения по простиранию составляет 1 км, а по падению - 0,6 км. Мощность богатых интервалов местами достигает 3-4 м. Оруденение в виде отдельных линзовидных тел развито в наиболее ослабленных участках, в изгибе мелких складок.

Прожилково-вкрапленные руды представлены: а) рудами преимущественно пиритового состава с кварцем, заполняющим плоскости сланцеватости, реже секущим последние; б) рудами пирит-полиметаллического состава; в) рудами халькопирит-пирротинового состава, образующими штокверки на фоне рассланцовки, которые местами переходят в массивные руды.

Содержание рудосоставляющих компонентов в исследуемых рудах меняется в довольно широком интервале. Установлено, что распределение меди, цинка и свинца в отдельных подтипах прожилково-вкрапленных руд (пиритовом, пирит-полиметаллическом и халькопирит-пирротинном) согласуется с логарифмически-нормальным законом или же близко к этому закону. Положительная корреляция наблюдается только в парах элементов медь-свинец ( $r = +0,59$ ) и цинк-свинец ( $r = +0,66$ ) в халькопирит-пирротинных рудах. В других случаях связь или отсутствует, или же очень слаба.

Выявлено, что среди рудосоставляющих элементов заслуживает внимание уровни концентрации меди в прожилково-вкрапленных рудах, особенно в рудах халькопирит-пирротинового состава, где среднее содержание этого элемента находится почти на уровне такового для промышленных руд Фелизчайского месторождения. Другим важным фактором является увеличение концентрации меди в наиболее глубоких горизонтах, а именно, где прожилковые интервалы вероятно переходят в массивные. Характерными элементами-примесями ис-

следующих прожилково-вкрапленных руд являются кобальт, мышьяк, сурьма, кадмий, висмут, а также селен.

Таким образом, количественные параметры распределения главных и некоторых примесных компонентов позволяют отнести прожилково-вкрапленные руды Филдзчайского колчеданно-полиметаллического месторождения к перспективным на медь и ряд редких элементов.

Институт неорганической и физической химии  
АН Азерб. ССР

Управление Совета Министров Азерб. ССР по  
геологии

Э.Т. Байрамалибегли

### ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И ОБНАРУЖЕНИЕ СКРЫТЫХ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД ШТОКВЕРКОВОГО ТИПА

(на примере Парагачайского рудного поля)

1. Геохимическая специализация геологических комплексов рудных полей базируется на выявлении природных геохимических равновесий рудогенных металлов слагающих пород.

В результате вулканно-плутонических, постгидротермальных и гидротермально-метасоматических процессов природное геохимическое равновесие рудогенных металлов нарушается, происходит генетическая и парагенетическая перегруппировка, резко меняется степень концентрации и характер ассоциации. Вследствие этого возникает дефицитность или избыточность против коэффициентов кларковых концентраций металлов, обладающих соответствующими геохимическими параметрами в геологических комплексах, что и отражает геохимическую зональность рудных полей и эндогенные ореолы скрытых месторождений.

2. Парагачайское жильное кварцево-молибденовое месторождение расположено на контакте Зангезурского поднятия и Ордубадского синклинория. Оно генетически связано с постинтрузивной гидротермальной стадией граносиенитовой фазы Мегри-Ордубадского полифазного гранитоидного батолита и приурочено к ниже-среднеолигоценным кварцевым диоритам.

В связи с ограниченностью запасов промышленных руд данного месторождения и в целях выявления скрытых рудных тел, автором были проведены детальные геохимические исследования эндогенного ореола известных кварцево-молибденовых жил и вмещающих их интрузивно-олигоценых кварцевых диоритов Парагачайского рудного поля.

3. Из 5 известных кварцево-молибденовых жил ("Главная", "Новая", "Средняя", "5<sup>ая</sup>", "5<sup>а</sup>") в настоящее время лишь "Новая" является полностью неотработанной.

Все жилы, приуроченные к дорудным тектоническим перемещениям, раздробленным зонам в кварцевых диоритах северо-восточного простирания мощностью 0,4-1,2 м, создают частые пережимы, незначительные раздувы и характеризуются четковидной морфологией. Дорудные кварцевые жилы представлены плотным, молочного цвета, жильным кварцем, содержащим прожилки и примазки молибденита. Часто встречаются вкрапления пирита, халькопирита, реже галенита и сфалерита.

4. Вокруг кварцево-молибденовых жил четко устанавливается ореол молибдена. Центрами максимальной концентрации его являются сами рудные тела, а также трещины, зоны повышенной трещиноватости и пористости рудовмещающих пород. Наряду с молибденом в рудах установлены элементы-примеси - Cu, Pb, Zn, Co, Ag. В ореолах существенно-индикаторную роль играют лишь Mo и Cu, создающие четкие параметры. Элементы-примеси в рудовмещающих породах и кварцево-молибденовых жилах распространены незакономерно, независимо от Mo и Cu и генетически связаны с непродуктивным пульсационным гидротермальным процессом, поэтому они не являются косвенными элементами-индикаторами. Размеры ореолов Mo и Cu и степень их концентрации в ореоле прямо пропорциональны мощности кварцево-молибденовых жил и контрастности руд. Относительно мощные (0,5-1,2 м) кварцево-молибденовые жилы ("Главная", "Новая", "Средняя") с высоким содержанием в руде Mo ( $> 0,3\%$ ) создают широкие, симметричные ореолы Mo (до 10 м) и Cu (до 40 м), а мало мощные (до 0,5 м) жилы с невысоким содержанием Mo ( $< 0,3\%$ ) - узкие (до 10 м) геохимические ореолы Mo и Cu ("5<sup>ая</sup>" и "5<sup>а</sup>").

5. Результаты детальных геохимических исследований рудовмещаю-

ших кварцевых диоритов и эндогенного ореола известных кварцево-молибденовых жил на 4-х эксплуатационных горизонтах (шт. шт. 16, I, 3 и "Уклонка"), констатируют четко выраженную пространственную зональность Mo и Cu. Их горизонтальная зональность характеризуется равномерным распределением во вмещающих кварцевых диоритах и наличием весьма существенных корреляционных связей между ними. Вертикальная зональность подчеркивает преобладание линейной продуктивности Cu над Mo в верхних горизонтах месторождений (шт. I6 и I), а в нижних (шт. 3 и "Уклонка") - Mo над Cu, что подтверждается уменьшением числовых отношений продуктивности Cu от верхних до нижних горизонтов месторождения. Вертикальная зональность характеризуется также наличием существующих корреляционных связей между этими элементами и увеличением их абсолютного значения от верхних (+0,58) к нижним (+0,72) горизонтам.

6. Отчетливая вертикальная зональность параметров распределения Mo и Cu в кварцевых диоритах Парагачайского месторождения свидетельствует о наличии скрытого молибденового оруденения штокверкового морфологического типа в интервалах 1800-1400 м абсолютной отметки.

7. Известное в Армянской ССР Каджаранское штокверковое молибденовое месторождение расположено на расстоянии 20 км к востоку от Парагачайского жильного месторождения. Эти месторождения по геолого-структурным, геохимическим, генетическим и металлогенетическим параметрам являются идентичными.

8. Необходимость поисков в нижних горизонтах Парагачайского месторождения штокверкового морфологического типа молибденового оруденения требует бурения 3-х структурных скважин проектными глубинами 800 м.

КИМС

Геворкян Г.М., Оганесян Р.Г., Безирганов Б.Г.,  
Овсебян Эд.Ш., Пономаренко Л.А.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ И ПРИНЦИПЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ТЕХУТСКОМ РУДНОМ  
ПОЛЕ (СЕВЕРНАЯ АРМЕНИЯ)

Площадь Техутского рудного поля тяготеет к полосе западного контакта Шнох-Кохобского гранитоидного массива и сложена, в основном, меловыми кварцевыми диоритами и гранодиоритами, прорывающие среднеюрские порфириды и их пирокласты. Интрузивные и вулканогенные образования разбиты разрывными нарушениями (сбросы, сбросо-сдвиги) северо-восточного и меридионального простирания. Одной из важных особенностей разрывных структур является интенсивное раздробление вмещающих пород в последующем заполнившихся кварцем и сульфидной минерализацией.

По минеральному составу сульфидные руды, в основном, представлены пиритом, халькопиритом и молибденитом. Медно-молибденовое оруденение представлено вкрапленным, прожилково-вкрапленным типами, а также брекчиевыми и друзовыми заполнениями.

В пределах Техутского рудного поля к исследованию были подвергнуты отдельные участки, расположенные в полосе гидротермально интенсивно измененных пород, прослеженных в северо-восточном простирании от низовьев до средних частей левых притоков р. Шнох-Дузканидзор, Пиджут и частично Шевут.

Критерий, для геохимического прогнозирования медно-молибденового оруденения, исследованных нами участков Техутского рудного поля, выявлены на Центральном участке месторождения Техут и дополнены уже известными разработанных (Григорян С.В., 1971) на других объектах Советского Союза.

В целом они основаны на составе, строе. ли зональности и морфологических особенностей развития ореолов элементов-индикаторов вокруг рудоносных зон известных объектов.

Состав, строение, зональность и др. особенности развития эндогенных ореолов рассматриваются на разрезах по скважинам, планах поверхности и подземных горных выработок. Их количественно-качественная оценка в объемной интерпретации приводится в диаграммах, таблицах и построенных блок-диаграммах.

Прогнозирование медно-молибденового оруденения в первую очередь сводится к выделению аномальных участков, представляющих надрудные и верхнерудные части медно-молибденового оруденения и их приуроченности к определенным зонам рудоносных тектонических нарушений, а в последующем уточнению морфологических особенностей и сравнительных масштабов ожидаемого оруденения.

По этим принципам, с использованием увязки геохимических данных с геологическими воззрениями на крупномасштабных геологических основах, были составлены прогнозные геолого-геохимические основы участков Крункнер и Шевут, Центральной и Северной частей месторождения Техут.

Проверкой поисково-разведочным бурением аномалии № I на участке Крункнер доказано наличие скрытого медно-молибденового оруденения. На участке Шевут ранее считавшегося, как рудопроявление меди, доказаны перспективы и на молибденское оруденение по результатам опробования поверхности и пройденной на этом участке штольни. Уточнены морфологические особенности и перспективы рудоносных зон на глубину на Центральном участке месторождения Техут.

Необходимо отметить, что данные геохимических рекомендаций в настоящем широко используются при проведении геологоразведочных работ.

Управление геологии Арм ССР, ИМГРЭ,  
Ереванский госуниверситет

Стариков В.С., Ольховский Г.П.

#### ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАРО- МАМИСОНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

1. Наро-Мамисонское рудное поле локализовано в песчано-глинистых отложениях и карбонатном флише от нижнеюрского до нижнемелового возраста. Серией субширотных глубинных разломов рудное поле разделяется на блоки шириной от 1 до 5 км. Ртутная минерализация приурочена к кулисно-перистой системе трещин разрыва, развитой в тысячах боках субширотных разломов.

2. Выделяются три поперечных зоны разрывных нарушений северо-восточного простирания. Все известные месторождения и рудопроявления киноварного и киноварь-реальгар-шеелитового типа приурочены

к узлам пересечения субширотных рудоносных зон с зонами поперечных разрывных нарушений. можно предполагать наличие в этих участках рудных столбов.

3. Комплексные геохимические исследования показали возможность применения геохимических методов для решения целого ряда вопросов, а именно: а) определение благоприятного горизонта и основной фракции рыхлых отложений, в которых концентрируются основные и индикаторные элементы; б) определение наиболее эффективного метода опробования. Ширина первичных ореолов по комплексу элементов-индикаторов колеблется от 60 до 200 м (вторичные ореолы получились более широкими); в) получение геохимической специализации развитых в районе комплексов горных пород; г) определение набора элементов, приуроченных к разрывным нарушениям определенной ориентировки.

Северо-Кавказский горно-металлургический  
институт

Авакян А.А.

#### КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА ПЕРВИЧНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В ПРЕДЕЛАХ БАРГУШАТСКОГО ХРЕБТА

Выделены и изучены первичные комплексные аномалии меди, молибдена, свинца, цинка, серебра и золота в пределах Баргушатского хребта (Зангезурский рудный район Армянской ССР).

Район характеризуется широким распространением медноколчеданного, медно-молибденового, полиметаллического и золото-сульфидного оруденения.

На основании критериев интерпретации и разбраковки выделены три основные группы аномалий и ряд подгрупп, отличающиеся по формационному типу, интенсивности и контрастности входящих в них аномалий.

Первая группа объединяет аномалии с резко ограниченным элементным составом, вторая - широким кругом элементов с коррелирующими содержаниями. Ведущие элементы аномалий этих групп определяют их формационную принадлежность. В их число входят медно-молибденовые, медные, полиметаллические, золото-сульфидные аномалии. Аномалии третьей группы характеризуются большим числом некоррелирующих элементов.

Большинство аномалий первой группы слабы, не контрастны и, видимо, не могут считаться перспективными. Наоборот, преобладающее число аномалий, относящихся ко второй группе, интенсивны и контрастны. В число аномалий этой группы входят заведомые ореолы известных рудных тел и месторождений. К третьей группе принадлежат почти поровну как слабые однородные, так и интенсивные контрастные аномалии.

Таким образом, наблюдается зависимость между составом и интенсивностью, контрастностью аномалий данного района. Наиболее интенсивны и контрастны аномалии, в состав которых входит широкий круг коррелирующих элементов. Этим свойством обладают также первичные ореолы известных месторождений и рудопроявлений района.

На изученной территории выделяются площади, отличающиеся спецификой аномалий.

На площади, охватывающей бассейн верхнего течения р. Сисиан, наиболее распространены аномалии, в составе которых преобладают медь, свинец, цинк и широко распространены золото и серебро.

Район Дастакертского месторождения характеризуется преобладанием аномалий медно-молибденового состава.

Аномалии бассейна р. Шенатаг отличаются в основном полиметаллическим составом, в некоторых присутствует серебро.

Бассейн р. Гехи характеризуется аномалиями медно-молибденового, полиметаллического и более сложного состава, в котором участвуют все рассматриваемые элементы-индикаторы.

Указанная специфика площадей видимо, отражает особенности металлогении изученного района и определяет его практическое значение в отношении скрытого оруденения.

ИГ АН Арм ССР

Оганесян Р. Г., Туманян Г. А.

ПРОГНОЗНАЯ ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА  
УЧАСТКОВ ДЗАГИДЗОРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ  
В СЕВЕРНОЙ АРМЕНИИ

Дзагидзорское рудное поле сложено среднеэоценовыми вулканогенно-осадочными образованиями, которые прорваны более молодыми грабентами.

Характерной особенностью в размещении рудоносных участков данного рудного поля является их приуроченность к узлам пересечения крупных систем разломов близмеридионального (СВ-ЮВ, антикавказского) и близширотного (СЗ-ЮВ, общекавказского) простирания, где получают интенсивное развитие интрузивно-субинтрузивные и даечные образования.

Наиболее интенсивное скопление медно-полиметаллического оруденения и золота в целом устанавливается в отмеченном узловом участке, под экранярующей алевро-песчано-известковистой толщей.

Вопросы, касающиеся генетической связи оруденения и потенциальной рудоносности интрузивных образований до настоящего времени остаются слабоизученными.

В результате проведенных геохимических съемок на площади исследуемого рудного поля в масштабах 1:10000 - 1:25000 были выявлены широкие и интенсивные аномалии меди, цинка, молибдена, вольфрамита и др. элементов, широко накладывающихся и на интрузивные образования.

Последующие геологические исследования в связи с проявлениями аномальных участков, выявили их приуроченность к зонам интенсивно измененных пород, охватывающих приконтактные части гранитоидов с эффузивами.

Типоморфизация выявленных аномалий и их геохимическое прогнозирование согласно известным разработкам (Григорян, 1971), позволяют выделить ряд аномальных участков, являющихся перспективными на глубину для скрытого медно-порфирового и медно-молибденового оруденения.

Вышесказанное частично подтверждается по данным интерпретации результатов хим.анализов проб, взятых из керна ранее пробуренных скважин и подземных горных выработок на Орсидзорском и Туманянском участках Дзагидзорского рудного поля.

ИМГРЭ, Управление геологии Арм ССР

Дулупов В.И., Грабовский Э.Э.

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РУДОНОСНОСТИ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ УРУПСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

1. Разведочным бурением с поверхности по редкой сети скважин на Урупском месторождении были установлены рудные пересечения, расположенные ниже Главной рудной залежи и параллельные ей. Задача геохимических исследований состояла в определении возможных масштабов этих параллельных рудных тел.

2. Урупское месторождение расположено в восточной части одноименного рудного поля и приурочено к южному крылу крупного брахантиклинального поднятия. Структура месторождения моноклиналиная, осложненная системой мелких пострудных складок и сбросов.

Главное рудное тело месторождения представляет собой многократно пережимающуюся согласную пластовую залежь колчеданных руд. Залежь приурочена к приконтактовой части эффузивной кизилкольской свиты и лежащей выше туфогенно-осадочной толщ кардюрской свиты (девон). Руды залежи, в основном, массивные, по составу серные, медно-цинковые и для отдельных участков цинково-колчеданные.

Со стороны лежащего бока Главной залежи развит мощный ореол гидротермально измененных участками спиритизированных пород, представленный рассланцованными кварц-серицитовыми, кварц-серицит-хлоритовыми и кварц-хлоритовыми метасоматитами по эффузивным породам. Промышленные участки в этой толще выделяются в виде согласных линз (в полосе шириной до 30-40 м), примыкающих к лежащему боку рудного тела.

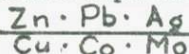
Существует отчетливая связь между рудным телом и ореолами измененных подрудных пород.

В породах кровли рудной залежи оруденение отсутствует. Эндогенные геохимические ореолы месторождения по элементному составу близки составу руд, основными ореолообразующими элементами являются медь, цинк, свинец, серебро, молибден, кобальт, мышьяк, ртуть - ртуть, сурьма, висмут, олово, барий.

Ореол месторождения в вертикальном разрезе резко асимметричен (развит в подрудной части до 200-300 м). В плане он характеризуется концентрически зональным строением с возрастанием к флангам

относительного накопления элементов полиметаллической группы.

3. Оценка рудоносности подрудных горизонтов проводилась на основе выявленной экспериментально геохимической зональности, конечное выражение которой получила в индикаторном отношении



. Значения этого коэффициента колеблются в широких пределах и позволяют четко различать тыловые, рудные и фронтальные зоны ореола.

4. В результате обработки геохимической информации (спробования и документация керн скважин) и минералогических исследований выделены перспективные на обнаружение параллельных рудных тел межскважинные участки на восточном и западном флангах месторождения, расположенные до 80 м и ниже Главной рудной залежи. Большая часть параллельных рудных линз в результате геохимических работ, признана бесперспективной.

5. Тщательный анализ геохимической информации, полученной в процессе разведочных работ позволяет более надежно проводить оценку флангов и различных горизонтов выявляемых рудных объектов и обрабатываемых месторождений.

С К Т Г У

Саботков А.Б., Авдеев Н.С.

ОПЫТ И МЕТОДИКА ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ СКРЫТЫХ  
РУДНЫХ ТЕЛ В ПРЕДЕЛАХ БОЛЬШЕЛАБИНСКОГО РУДНОГО  
ПОЛЯ В ЗОНЕ ПЕРЕДОВОГО ХРЕБТА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

1. В составе рудовмещающей вулканогенной толщи /D<sub>2</sub>/ снизу вверх выделяется 6 пачек, соответствующих самостоятельным фазам вулканизма: 1) эпидотизированных базальтовых порфиритов /D<sub>2</sub> K<sup>I+2</sup>/, 2) лав неоднородного состава /D<sub>2</sub> K<sup>3</sup>/, 3) пятнисто-гематитизированных и эпидотизированных лав основного состава /D<sub>2</sub> K<sup>4</sup>/, 4) туфов и лав кислого состава /D<sub>2</sub> K<sup>5</sup>/, 6) пироксен-плаггиоклазовых порфиритов и их туфов /D<sub>2</sub> K<sup>6</sup>/ и 7) тефроидов смешанного состава /D<sub>2</sub> K<sup>7</sup>/.

2. Известные в рудном поле медноколчеданные месторождения /Быковское и Бескесское/, являющиеся образованиями комбинированного генезиса, а также целый ряд гидротермально-метасоматичес-

ких рудопоявлений и зон колчеданной минерализации характеризуются сравнительно четкой стратифицированностью своего размещения в разрезе вулканогенной толщи: оба указанных месторождения и большинство проявлений колчеданной минерализации локализируются на границе пачек  $D_2K^2 - D_2K^3$  и в никележащих базальтовых порфиритах  $D_2K^{1+2}$  /нижний рудоносный интервал/; второй максимум локализации колчеданных проявлений отмечается на границе пачек  $D_2K^4 - D_2K^5$  /верхний рудоносный интервал/.

3. В результате детального геолого-геохимического изучения отмеченных месторождений и прочих колчеданных проявлений сделан вывод о многоэтапности колчеданного минералообразования на рудном поле. При этом было выделено 4 последовательных этапа, различающихся по минералогическим и геохимическим особенностям, а также по масштабности и интенсивности проявления /см. табл. № I/.

№ п/п	Характерные особенности	Этапы колчеданного минералообразования				
		Первый /серно-колчеданный	Второй /продуктивный	Третий /полиметаллический	Четвертый /сульфидно-кварцевый	
1	2	3	4	5	6	
1	Минеральный состав	пирит, редко халькопирит	пирит, халькопирит, сфалерит, галенит и др.	сфалерит, халькопирит, галенит, пирит	пирит	
2	Коэффициент полиметаллическости /цинк x свинец / медь x кобальт/	много	много I	I-2	10 и более	I
3	Элементный состав геохимических аномалий	много кобальта, мало свинца	много кобальта и свинца	много свинца почти нет кобальта	много мышьяка, свинца, серебра, част. присут молибден, вольфрам	
4	Объекты максимального проявления	I. Гидротермально метасом. зоны колч. минерализ. нижнего рудоноса. интервала.	Наложенное цинковистое и медно-цинковистое руденение Быковского и Бескес-	В верхах вулканогенной толщи в виде слабо проявленных зон и в виде наложения на ранние этапы	Сульфидно-кварцевые прожилки в зонах дробления и смита	

1	2	3	4	5	6
		2. Серно-колчеданная основа залежей Быковского и Бескесского м-ния	окого м-ний		

4. Оба известных в рудном поле месторождения являются полиэтапными образованиями с максимальным проявлением первого и второго этапов колчеданного минералообразования.

5. В соответствии с изложенным в пределах Большие-Лабинского рудного поля считаются перспективными объекты многоэтапного генезиса, сформировавшиеся с участием второго/продуктивного/ этапа рудообразования и стратиграфически располагающиеся ниже урвня или на уровне Быковского и Бескесского месторождений. Такие объекты /зоны колчеданной минерализации/ после их предварительного геохимического изучения рекомендуются к детальному опусканию бурением.

6. В результате проведенных в последние годы поисково-буровых работ на глубоких горизонтах северо-западного фланга Быковского месторождения/ на том же стратиграфическом уровне/ была выявлена новая рудоносная зона с прослоями массивных и вкрапленных медно-цинковистых и серноколчеданных руд мощностью 0,65 - 1,65 м /скв. 161, 164, 170/. Детализация данной зоны с помощью геофизических исследований методом "больших" зарядов /МЗТ/ позволила выявить целый ряд аномалий, с целью проверки которых был пробурен ряд глубоких поисковых скважин / № 165, 168, 169, 170, 172 и др./, в результате чего указанная рудоносная зона была прослежена по простиранию около 1,5 км при ширине 400-500 м.

7. Для дальнейшего уточнения направления поисково-буровых работ проводится оперативная обработка результатов литогеохимического опробования керн скважин по общепринятой методике с определением объемной /вертикальной и горизонтальной/ геохимической зональности участка работ, постоянно уточняемой по мере бурения следующих скважин.

8. Все это позволило выделить в пределах геохимической анома-

лии, сопровождающей указанную стратифицированную рудоносную зону, три подзоны, протягивающиеся в северо-западном направлении северо-восточную, юго-юго-западную и центральную. Первая подзона характеризуется значениями коэффициента зональности менее  $K=1$ , третья значениями этого коэффициента более  $K=1,5$  и вторая со значениями этого коэффициента в пределах  $K=1,0-1,5$ ; по геологическим и геохимическим данным первая подзона, остающаяся неконтурированной с северо-востока, отвечает рудоподводящей /"тыловой"/ части зоны; третья подзона, неконтурированная с юга, соответствует "фронтальной" ее части, а вторая подзона, резко расширяющаяся к западу и северо-западу, оценивается как рудомещающая. В соответствии с этими данными поисковое бурение направлено на потенциально рудомещающую часть геохимической аномалии /зоны сульфидизации/.

9. Таким образом, методика применяемых на Больше-Лабинском рудном поле геохимических поисков медноколчеданного оруденения заключается в установленной этапности /прерывистости/, масштабности, интенсивности, минералогических и геохимических особенностей процесса колчеданного рудообразования, в выделении продуктивности этапов рудообразования, в установлении их геохимических характеристик, в определении их стратиграфической приуроченности, а затем в предварительной площадной разбурке зон и в установлении их геохимической зональности по латерали, с дальнейшим выделением рудоподводящей /"тыловой"/, "фронтальной" и рудомещающей частей стратифицированных зон сульфидизации.

#### Северо-Кавказское ГУ

Аксаментов Е.В.

#### ОПЫТ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ФЛАНГЕ ТЫРНАУЗСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Перспективы расширения минерально-сырьевой базы Тырнаузского редкометального окарнового месторождения связываются, главным образом, с северо-западным флангом рудного поля, где в 60-е годы было открыто два новых рудных тела. Детальное изучение

этого участка позволило установить ряд поисковых признаков редкометальной минерализации, из которых главными являются:

1) Рудоконтролирующее значение крутопадающих разрывных нарушений северо-западного простирания;

2) Пространственная и парагенетическая связь оруденения с дайко- и штокообразными телами лейкократовых гранитоидов эльджуртинского интрузивного комплекса, а также со скарнами и метасоматитами постскарновой стадии метасоматоза;

3) Наличие прямой регрессивной рудной зональности, в силу которой образования более поздних мышьяковой, полиметаллической и сурьмяной стадий оруденения развиты над редкометальными проявлениями.

В связи со слабой обнаженностью северо-западной части Тыры-аузского рудного поля для дальнейшего изучения в качестве основного метода были выбраны поиски по вторичным ореолам рассеяния. Опытными работами была установлена оптимальная глубина отбора проб в 40 см (в процессе опытных работ отбор производился с глубины 20, 40 и 60 см). Металлометрическая съемка проводилась на склонах северо-западной и юго-восточной экспозиций крутизной от 5 до 30. Рыхлые отложения представлены средне-крупнообломочным делювием с 40-50% суглинистого материала. Мощность наносов варьирует в пределах 0,5-10 м. Расчет минимально аномальных содержания производился с учетом среднего квадратичного отклонения, за нижний предел аномальности были приняты концентрации, превышающие фон на тройную величину дисперсии.

В результате проведенных работ были установлены отдельные аномальные значения вольфрама и молибдена, а также выявлены достаточно контрастные комплексные вторичные ореолы рассеяния золота, серебра, мышьяка, олова, меди, свинца, цинка и сурьмы, содержания которых превышали фоновые, как правило, на один-два порядка. Большинство аномалий, в том числе наиболее контрастные и продуктивные, располагались на продолжении Зытыркольской и Хромитовой минерализованных зон северо-западного простирания.

На продолжении Зытыркольской минерализованной зоны на горизонте 2985 м была пройдена штольня суммарной протяженностью 1500 м, которая вскрыта "слепое" скарновое тело с редкометальной и сульфидной минерализацией гнездового типа, с очень высоки-

ми содержаниями полезных компонентов. Кроме того на горизонте штольни были установлены первичные ореолы рассеяния вольфрама, молибдена, золота, серебра, олова, висмута, мышьяка, меди, свинца и цинка, расчет которых производился в соответствии с методикой, принятой для вторичных ореолов. Первичные ореолы вытягиваются вдоль зон разрывных нарушений северо-западной и общекавказской ориентировки, а максимумы концентрации приурочены к участкам пересечения разнонаправленных разломов.

Оценка рудности среза горизонта штольни была произведена по величине отношения линейных продуктивностей частных мультипликативных ореолов  $\frac{Sn \cdot Be}{W \cdot Bi}$ . По данным Абрамова Г.Я. и Григор-

ья С.В. на Тырнаузском месторождении это отношение для рудных срезов устанавливается в пределах от 0,0004 до 0,005; в надрудной части достигает целых единиц и в 150-200 м над рудным телом равняется 5. На горизонте штольни это отношение достигает 6,5 на основании чего делается вывод о расположении основной массы редкометалльного оруденения на этом участке на глубинах порядка 200-300 м.

Таким образом, проведенные работы показали высокую эффективность геохимических методов для поисков редкометалльного оруденения на флангах Тырнаузского рудного поля. В Зытыркольской минерализованной зоне выявлено новое рудное тело, переданное для разведки Тырнаузскому комбинату, который в настоящее время на данном участке ведет проходку штольни на горизонте 2475м.

Северо-Кавказское ГУ

Мягков В.Ф., Мягков П.В.

#### О КОМПЛЕКСИРОВАНИИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ И ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ПОИСКАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

1. При обработке поисковой геохимической и геофизической информации возникают одни и те же задачи: выявления аномалий, усиления "полезного сигнала" для аномалий ослабленной контрастности и разбраковки аномалий.

Решение этих задач принципиально возможно на единой основе

комплексирования информации, так как и геохимические поля рассеяния и изменение геофизических свойств в околорудном пространстве имеют одну и ту же природу. В районе рудного тела в поле комплексного геохимико-геофизического показателя должен иметь место эффект резонансного усиления полезных сигналов.

2. Достижение этого эффекта зависит от способа усиления полезного сигнала, выбор которого определяется пространственным соотношением комплекслируемых геофизических и геохимических полей: применение метода произведений функций, получившим в поисковой геохимии название метода мультипликативных полей, возможно только в случае конкордантного соотношения, а метода отношений - в случае антикордантного соотношения. При дискордантных соотношениях никакие методы не дают усиления полезных сигналов.

3. Пространственное соотношение геохимических и геофизических полей определяется вещественным составом руд, составом парагенезисов, способом минералообразования и содержанием химических элементов и может быть установлен как исходя из априорных соображений, так и аналитически. В последнем случае в качестве оценки используется косинус угла между градиентами, который при известных условиях, в первом приближении, может быть рассчитан по алгоритму коэффициента корреляции. При этом все данные должны быть предварительно пронормированы, например, по максимуму.

4. Аномалии в комплексном поле выделяются как области устойчивого отличия заданной функции от среднего ее значения или, при определенных условиях, в соответствии с "Инструкцией по геохимическим методам поисков рудных месторождений". При этом достаточно вычисления среднего значения и среднеквадратического отклонения. Процедура проверки гипотезы логнормальности и расчет иных статистик никакого принципиального уточнения в решение задачи не вносит.

5. Методика проверена на ряде рудных объектов Урала и Казахстана и дала положительный эффект не только по сравнению с частными результатами изучения геохимических и геофизических полей, но и по сравнению с другими методами, например, В.С. Вахрамеева. При этом наилучшим образом используются известные преимущества каждого из методов: повышенная локализованность аномалий относительно рудного тела для геохимических методов и глубинность ис-

следований, характерная для геофизических методов.

Пермский госуниверситет

Дж. Г. Надарейшвили

**МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПРОЦЕССОВ  
РУДООБРАЗОВАНИЯ В ПРЕДЕЛАХ АДАНГЕЙСКОГО РУД-  
НОГО ПОЛЯ (ГОРНАЯ АБХАЗИЯ)**

1. Адангейское рудное поле расположено в верховьях реки Бзыбь и приурочено к глинисто-терригенным отложениям южного склона Большого Кавказа. С севера рудное поле тектонической зоной отделяется от среднеюрского Бзыбского интрузива, а с юга ограничена областью развития вулканогенных образований байоса. Восточней и западной границами рудного поля являются пер. Аданге и водораздел Чамагвара-Скеу, соответственно.

2. Оруденение является гетерогенным, сформировавшимся в два этапа. На сингенетическом этапе сформировалась стратиформная серноколчеданная залежь в связи с поствулканической активностью позднецинобахранетоарской фазы подводного вулканизма. Во время эпигенетического этапа в результате воздействия гидротермальных растворов происходило перерождение стратиформной серноколчеданной залежи в медно-пирротиново-полиметаллическое тело унаследовано стратиформного типа.

3. В результате воздействия гидротермальных растворов глинисто-терригенные отложения рудного поля претерпевают изменения, выражающиеся, в основном, в раскристаллизации, хлоритизации, сидеритизации и кальцитизации. Закономерная смена, с севера на юг, одного вида гидротермального изменения пород другим, характерна для этого единственного постмагматического процесса, по всей вероятности, связанного с Бзыбским интрузивом, который привел к вышеуказанной минералогической зональности.

4. Элементами-индикаторами рудообразовательного процесса являются цинк, свинец, медь, кобальт, серебро, аномальные содержания которых пространственно четко приурочены к хлоритизированным

зонам, что на наш взгляд, свидетельствует о тесной парагенетической связи процессов хлоритизации и эпигенетического этапа рудообразования.

5. В пределах рудного поля, кроме основной хлоритизированной зоны с аномальными содержаниями цинка, свинца, меди, кобальта, серебра связанной с стратифицированной рудной залежью была зафиксирована на более низком стратиграфическом уровне вторая зона хлоритизированных пород с аномальными содержаниями этих же элементов соответствующая другому более глубокому горизонту рудной залежи.

6. На восточном фланге наиболее богатого рудного участка выявлена зона интенсивной хлоритизации, что наряду с структурно-литологическими факторами, дает основание считать этот участок перспективным на оруденение.

7. Совмещение минералогических и геохимических признаков процессов рудообразования с учетом структурно-геологических исследований на Адагтейском рудном поле позволяет условно проводить поиски скрытых рудных тел на глубоких горизонтах и флангах.

К И М С

Мирзоев Р.Х., Мамедов М.М., Хартенов В.М.

#### ГЕОХИМИЯ ЗОЛОТА В НЕФТЯХ И ВОЗМОЖНАЯ СВЯЗЬ ЕЁ С ЧЕРНОСЛАНЦЕВОЙ ПРОБЛЕМОЙ

В последнее время внимание многих исследователей, занимающихся золотом, было привлечено установлением нового типа золоторудного оруденения, связанного с формацией черных сланцев, представляющей собой толщи осадочно-терригенных часто метаморфизированных пород, обогащенных тонкодисперсным органическим веществом, сульфидами и золотом.

Некоторые исследователи, изучая распределение золота и органического вещества в породах, пришли к выводу, что между концентрацией золота и органического вещества есть прямая зависимость. С другой стороны имеются предположения, что органическое вещество по составу и свойствам имеет сходство с нефтями, нефели с графитом или углями. Поэтому возникла необходимость исследовать нефти различных регионов СССР с точки зрения их золотоносности. Золото в небольших количествах от 0,3г/т до следовых содержаний

Золото в небольших количествах от 0,3г/т до следовых содержания присутствует во многих нефтях мира, в том числе и в СССР. Золотоносность нефтей изучена недостаточно, так как исследовались, в основном, золы нефтей спектральным методом. Изучение зол является несовершенным способом, так как не исключает потерь золота при озолении нефтей. Более прогрессивными методами являются методы, предусматривающие исследование сырых нефтей. К таким методам относятся нейтронно-активационный и атомноабсорбционный методы.

Изучение распространения микроэлементов золота в нефтях позволяет предполагать, что золото чаще всего присутствует в сернистых нефтях. По-видимому, оно входит в состав комплексных сернистых соединений нефтей тиосульфатов, меркаптанов и т.д. Однако не исключено присутствие микроэлементов золота и в несернистых нефтях, где оно может быть в самородной или коллоидной формах, а также в виде несернистых золотоорганических соединений. Происхождение золота в нефтях не выяснено, но не исключено, что оно имеет как первичное, так и вторичное происхождение.

В первом случае золото находится в составе органического вещества, превращающегося впоследствии в нефть. Это подтверждается наличием золота в бурных и красных водорослях и в живых организмах. Во втором случае золото в нефть, вероятно, может поступать из осадочных пород и пластовых вод. В этом случае большое значение приобретает палеогеографическая и палеогеохимическая обстановка накопления осадков нефтематеринских свит, направление сноса терригенного материала, удаленность местоположения этих свит и нефтяных залежей от коренных месторождений золота. В СССР и за рубежом известны мощные толщи осадочных пород, обогащенных органическим веществом и золотом. Эти отложения нередко являются нефтематеринскими и в них присутствуют залежи нефти.

Таким образом изучение состава нефтей с точки зрения содержания микроэлементов золота представляет большой научный, а также практический интерес в связи с извлечением из нефти и природных газов серы, гелия, инертных газов, ванадия и других элементов.

Галакт Ю.Б.

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ БЕЛОКАНО-ШЕКИНСКОЙ  
КОЛЧЕДАНОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ В СВЯЗИ С ВОЗМОЖНОСТЬЮ  
ВЕДЕНИЯ ГАЗОВОЙ СЪЕМКИ

Среди геохимических методов поисков рудных тел, не выходящих на земную поверхность, важное место на современном этапе применения известных методов занимает газовая съемка. Возможности её применения и успех данного метода зависит от знания современного качественного распределения газового поля региона, где ведется поиск.

Исследования природных газов юрских отложений Белокано-Шекинской колчеданноносной провинции южного склона Большого Кавказа показали, что их состав претерпел направленные изменения в геосинклинальный и орогенный этапы развития региона.

Региональное газовое поле геосинклинального этапа характеризуется углеводородно-углекислым составом. В эту стадию было образовано  $214,6 \cdot 10^9$  тн природного газа, состоящего из  $\text{CO}_2$  ( $154,7 \cdot 10^9$  тн), углеводородов ( $46,7 \cdot 10^9$  тн),  $\text{NH}_3$  ( $11,2 \cdot 10^9$  тн),  $\text{H}_2\text{S}$  ( $2,0 \cdot 10^9$  тн).

В орогенный этап происходит инверсионное развитие южного склона Большого Кавказа. Сформировавшийся к началу данного этапа углеводородно-углекислый газовое поле преобразовывается в углеводородноазотное поле, которое существует и по настоящее время.

Поэтому в практике газосъемочных работ возможно использование  $\text{CO}_2$ , который характеризует специфическую газовую обстановку, образованную наличием рудных залежей.

ИГ АН Азерб. ССР

Потапенко Ю.Я., Резников Н.В., Зянченко Б.В.

ОПЫТ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ МЕТАСОМАТИТОВ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ  
ОРБЛОВ ХУДЕССКОГО МЕДНОКОЛЧЕДАНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СЕ-  
ВЕРНЫЙ КАВКАЗ)

1. Теоретические разработки (Н.Л. Овчинников, Н.М. Луков и др.) показывают необходимость единого подхода к изучению метасомати-

тов и связанных с ними эндогенных геохимических ореолов. Метасоматические процессы на колчеданных месторождениях Северного Кавказа обычно приводили к формированию колчеданной кислотного выщелачивания и сопряженного с ним отщепления. При этом в породах происходили необратимые преобразования, влиявшие как на перераспределение порообразующих, так и на концентрацию рудо- и ореолообразующих элементов.

2. Авторами проведено комплексное изучение околорудных метасоматитов и геохимических ореолов на объемной модели Промежуточного рудного тела Худесского месторождения, локализованного в девонских вулканитах зоны Передового хребта. Рудное тело, зоны метасоматитов и вмещающие породы имеют крутое залегание.

3. Метасоматиты по минеральным парагенезисам относятся к серицит-кварцевой формации. В них отчетливо проявлена как продольная (инфильтрационная), так и поперечная (диффузионная?) зональность. В разных сечениях последовательность зон различна. В верхних (западных) сечениях снизу вверх по разрезу в направлении к рудному телу следуют: хлоритовые метасоматиты - серицит-кварцевые метасоматиты - кварцевый штокверк - серный колчедан - медный колчедан. В нижних (восточных) сечениях в области выклинивания рудного тела наблюдаются черты симметрии: центральное положение занимают кварцевый штокверк и кварц-серицитовые метасоматиты, вниз и вверх по разрезу они сменяются хлоритовыми, а по падению - хлорит-карбонатными породами. Рудное тело тяготеет к хлоритовым метасоматитам всяческого бока. Вектор фильтрации при метасоматозе был ориентирован с запада на восток параллельно напластованию вулканитов.

4. Первичные геохимические ореолы Промежуточной залежи гетерогенные. В кровле её фиксируются слабые ореолы типоморфных элементов-индикаторов и интенсивные ореолы марганца и бария. Наличие рудокластов (скв. I47) позволяет считать их осадочными. В лежачем боку первичные ореолы представлены медью, свинцом, цинком, серебром, кобальтом, молибденом и баритом. Они тесно сопряжены с околорудными метасоматитами. Содержания и продуктивности элементов-индикаторов возрастают к рудному телу, но кривая

$$K = \frac{Zn \cdot Pb \cdot Ag}{Cu \cdot Co \cdot Mo}$$
 симметрична относительно рудного тела.

Основная форма рудообразующих элементов в ореолах - сульфидная,

поэтому геохимическая зональность эндогенных ореолов отражает зональное распределение соответствующих минералов-носителей. Халькофильные рудо- и ореолообразующие элементы вели себя по-разному в различных метасоматических зонах: медь и цинк отлагались по всей колонке, молибден как обычно тяготеет к тыловым зонам, а свинец - к фронтальным.

5. Выявленное расположение зон метасоматитов и зональность околорудных ореолов хорошо объясняется с позиций эволюции состава растворов (зональность отложения), чему не противоречит наличие стадий минерализации, фиксируемых под микроскопом. Очевидно отдельные минеральные парагенезисы сменяли друг друга во времени скачкообразно, а в пространстве - с частичным наложением. Формирование кварцевых метасоматитов тыловой зоны могло заканчиваться одновременно и даже позже фронтальных зон.

6. Показана возможность использования объемной модели зональности для реставрации путей движения растворов и локального прогноза колчеданного оруденения. Расположение зон метасоматитов и первичных ореолов позволяет утверждать, что Промежуточное рудное тело первоначально залегало полого или горизонтально. Метасоматиты и ореолы в изученных разрезах образуют не воронкообразное тело, как предполагалось ранее, а двояковыпуклую линзу, являющуюся восточной фланговой частью рудолокализирующей системы. Такой вывод подтверждается анализом зональности Промежуточной залежи. Изменения концентраций металлов и их отношений, как и мощности, тупо выклиниваются на западном фланге. Это позволяет считать западное ограничение рудной линзы не естественным выклиниванием, а тектоническим контактом. Вектор изменчивости коэффициента зональности в рудах, как и в ореолах, указывает на движение гидротерм в направлении с запада на восток от пострудного разлома.

Прогнозирование смещенной части залежи основывается на сходстве геолого-геохимических признаков, установленных во фланговой скважине (подрудная часть Промежуточного рудного тела) и в скважине, расположенной к западу от разлома.

Авакян А.А., Мкртчян Г.М.

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОАНАЛИТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЙ  
ЭЛЕМЕНТОВ-ИНДИКАТОРОВ ЭНДОГЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Изучение специфики изменений, вносимых спектроаналитической оценкой в характер и параметры исходных (природных) распределений элементов, представляет собой актуальную задачу поисковых геохимических исследований, так как основой геохимических построений служат распределения аналитических оценок истинных содержаний.

Целью настоящей работы является выявление степени и характера изменения исходного распределения при наложении спектроаналитической дисперсии. Вместе с тем результаты работы позволяют предложить новый метрологический подход к объективной оценке аналитической дисперсии в условиях, близких к геохимическим исследованиям.

Задача решена путем моделирования процесса аналитической оценки природного распределения, конструирование которых осуществлено с помощью эталонных проб (ГА и СА на гранитной основе) с содержанием элементов в интервале 0,00005-0,01% (Mo, Bi) и 0,0005-0,1% (Cu, Pb, Zn, Ni).

Составлены и рассмотрены исходные нормальные распределения с нижеследующими параметрами:

Элементы	Параметры	Моделированные распределения					
		I	II	III	IV	V	VI
Mo, Bi	$m, \%$	0,005	0,005	0,005	0,005	0,025	0,0085
	$\sigma, \%$	0,0005	0,001	0,0015	0,00165	0,0005	0,0005
Ni, Pb	$m, \%$	0,05	0,05	0,05	0,05	0,025	0,085
Zn, Cu	$\sigma, \%$	0,005	0,01	0,015	0,0165	0,005	0,005

где  $m$  - среднее арифметическое содержание, а  $\sigma$  - стандартное отклонение.

Оценка содержаний никеля проведена методами спектрального анализа с различной точностью (полуколичественный, приближенно-количественный и количественный), а остальные пять элементов - только приближенно-количественным методом.

Полученные данные показывают, что закон и параметры результирующего распределения находятся в сложной зависимости от закона и параметров как исходного распределения, так и распределения аналитической ошибки. В зависимости от соотношения последних исходное нормальное распределение аналитически может быть оценено как нормальное или отличающееся от него. При этом причиной трансформации исходного нормального закона является не только определенное соотношение величин исходной и аналитической дисперсий, но и величина исходной средней. Следовательно, правомерность отождествления законов распределения концентраций и их аналитических оценок должна быть доказана в каждом конкретном случае.

Наблюдается влияние индивидуальных особенностей элементов на характер трансформации их исходных распределений, выражающееся в различной функциональной зависимости результирующих параметров от параметров исходных распределений.

В связи с тем, что полученные количественные соотношения между параметрами исходных и результирующих распределений, проливающие свет на степень информативности спектроаналитического метода, важны как для геохимической, так и для аналитической практики, представляется целесообразным продолжение их изучения в более широком диапазоне химических элементов, их концентраций, исходных законов распределения, методов и лабораторий спектрального анализа. Последнее особенно важно в связи с возможным совместным использованием результатов спектральных анализов, проведенных в различных лабораториях, объединяемых Кавказской секцией.

ИГ АН Арм ССР

Авакян А.А., Бартаев В.Е.

О СВЯЗИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ С  
ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНЫМИ ФАКТОРАМИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ  
В КАДЖАРАНСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ

По данным геолого-съемочных работ и геохимического опробования составлены поэлементные карты геохимических аномалий меди, молибдена, свинца и цинка в пределах Каджаранского рудного поля.

Содержания элементов для выделения аномалий нормированы по средней выборке проб вмещающих пород, отобранных вне рудного поля и не подвергшихся рудной минерализации. В этом случае среднее значение имеет смысл нормального геохимического фона, обусловленного первично-конституционным рассеянием рудных элементов. Содержания элементов, превосходящие по своей величине верхний предел доверительного интервала средней (минимально-аномальное), являются результатом позднего перераспределения элементов, в том числе рудной минерализации.

Нормированные содержания элементов разделены на интервалы, соответственно которым выделены группы моноэлементных аномалий. Интервалы содержаний определяют статистическую достоверность и интенсивность соответствующих групп аномалий. К первой группе относятся аномалии с уровнем значимости менее 0,05. Остальные группы аномалий имеют практически достоверный уровень значимости и определяют интенсивность аномалии.

Приведенное выше статистическое разделение в Каджаранском рудном поле имеет четкий геологический смысл, выражающийся в тесной пространственной связи различных групп аномалий с определенными геологическими факторами.

Аномалии первой группы охватывают контакты разнородных вмещающих пород, участки развития даек, высокотемпературных метасоматитов и площади развития гидротермальных пород.

Аномалии высших групп, как правило, развиты в пределах низших и наследуют характерные для последних геологические факторы.

Характерным для аномалий второй группы является их пространственная связь с интенсивным проявлением разрывных нарушений. Форма и размеры аномалий этой группы определяются конкретными тектоническими элементами.

Аномалии III, IV, V и VI (для молибдена) в дополнение к перечисленным факторам связаны с прямыми или косвенными признаками проявления рудной минерализации. К числу аномалий этой группы относятся и ореолы известных рудных тел.

Обнаруженное соответствие статистических геохимических параметров с геолого-структурными факторами придает первым четкий геохимический смысл и уточняет значение вторых в качестве поисковых критериев медно-молибденового оруденения.

НЕСМЕЩЕННАЯ ОЦЕНКА СРЕДНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА ПО ДАННЫМ ЛИТОГЕОХИМИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ

Известно, что одним из важных этапов геохимического изучения эндогенных рудных месторождений является оценка по данным литогеохимического опробования средних содержания химических элементов в сечениях ореолов рудных тел, в выявленных геохимических аномалиях и т.д. При этом, очевидно, необходимо, чтобы полученные оценки были несмещенными относительно истинных средних содержаний. Задачу получения несмещенной оценки можно сформулировать следующим образом: если  $C$  - случайная величина, конкретные реализации которой соответствуют содержаниям химических элементов в имеющейся выборке литогеохимических проб,  $\bar{C}$  - оценка среднего содержания, полученная по данным выборки, то необходимо, чтобы  $M\bar{C} = MC$ , где  $M$  - символ математического ожидания.

Согласно известной теореме математической статистики несмещенной оценкой математического ожидания случайной величины является среднее арифметическое её выборочных значений. Однако, при этом имеется в виду, что хотя результатом испытания может явиться любое из возможных значений случайной величины, но то её значение, которое получено в результате конкретного испытания, нам известно т о ч н о. Очевидно, что приближенно-количественный метод спектрального анализа сформулированному требованию не удовлетворяет.

Обозначим:  $x_1, x_2, \dots, x_n$  - истинные значения конкретных реализаций случайной величины  $X$ ;  $y_1, y_2, \dots, y_n$  - измеренные значения величин  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , которые будем рассматривать как конкретные реализации случайной величины  $Y$ , связанной с  $X$  зависимостью

$$Y = X + \Delta \quad (1)$$

где  $\Delta$  - случайная величина, соответствующая ошибке измерения.

Согласно приведенной теореме

$$M y_{cp} = M Y \quad (2)$$

где  $Y_{cp} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}$ , Из (1) следует

$$MY = MX + M\Delta \quad (3)$$

Из (2) и (3) вытекает

$$MY_{cp} = MX + M\Delta \quad (4)$$

Отсюда, для того, чтобы  $MY_{cp} = MX$ , необходимо, чтобы  $M\Delta = 0$ . Известно, что при приближенно-количественном методе спектрального анализа ошибки измерения логарифма содержания распределены нормально, причем математическое ожидание этой ошибки равно нулю. Если под  $x_1, x_2, \dots, x_n$  подразумевать  $\lg c_1, \lg c_2, \dots, \lg c_n$ , где  $c_1, c_2, \dots, c_n$  - истинные значения концентраций элемента в имеющейся выборке литогеохимических проб, а под  $y_1, y_2, \dots, y_n$  - измеренные значения логарифмов концентраций в пробах  $\lg \hat{c}_1, \lg \hat{c}_2, \dots, \lg \hat{c}_n$ , то в соответствии с (4)

$$M(\lg \bar{c}) = M(\lg c) + M\delta \quad (5)$$

где  $M(\bar{c}) = \frac{\lg \hat{c}_1 + \lg \hat{c}_2 + \dots + \lg \hat{c}_n}{n}$ ,  $\bar{c}$  - случайная величина соответствующая содержанию химического элемента,  $\delta$  - случайная величина отвечающая ошибке измерения логарифмов содержаний. Так как  $M\delta = 0$ , то из (5)

$$M(\lg \bar{c}) = M(\lg c) \quad (6)$$

то есть, среднее арифметическое измеренных логарифмов содержаний есть несмещенная оценка математического ожидания логарифма содержания. Если под  $X$  и  $Y$  подразумевать непосредственно истинные и измеренные содержания, то  $M\Delta \neq 0$  и  $MY_{cp} \neq MX$ , то есть среднее арифметическое измеренных содержаний есть смещенная оценка математического ожидания содержания. Заметим, что выражение (6) ещё не дает решения стоящей перед нами задачи, так как нас интересует не  $M(\lg c)$ , а  $MC$ . Однако, если мы установим зависимость между  $MC$  и  $M(\lg c)$ , то выражение (6) позволит нам по несмещенной оценке  $M(\lg c)$  дать и несмещенную оценку  $MC$ .

Рассмотрим две случайные величины  $X$  и  $Y = f(X)$ . Воспользуемся известными приближенными равенствами, полученными в результате разложения функции  $f(X)$  в ряд Тейлора:

$$MY = f(MX) + \frac{1}{2} f''(MX) D_x \quad (7)$$

$$D_y = [f'(MX)]^2 D_x \quad (8)$$

где  $D_x, D_y$  - дисперсии случайных величин  $X$  и  $Y$  Полноты

$$y = f(x) = \lg(x) \quad (9)$$

из (7) и (8) получим  $M(\lg X) = \lg(MX) - \frac{1}{2} \frac{D_x}{(MX)^2}$  (10)

$$D_y = \frac{D_x}{(MX)^2} \quad (11)$$

Из (10) и (11) следует

$$\lg(MX) = M(\lg X) + \frac{1}{2} D_y \quad (12)$$

Как установлено, значение  $\lg \bar{c}$  - несмещенную оценку  $M(\lg c)$  мы можем получить непосредственно по данным выборки как среднее арифметическое измеренных логарифмов содержаний. Так как дисперсия  $S^2$  логарифмов содержаний, вычисленная непосредственно по данным выборки, есть сумма дисперсий истинных содержаний в пробах.  $D_y$ , и дисперсии, обусловленной ошибкой воспроизводимости спектральных анализов,  $\sigma_e^2$ , то есть

$$S^2 = D_y + \sigma_e^2 \quad (13)$$

то согласно (12), несмещенную оценку  $\bar{c}$  среднего содержания можно получить по формуле

$$\lg(\bar{c}) = \lg \bar{c} + \frac{1}{2} (S^2 - \sigma_e^2) \quad (14)$$

Если значение  $\sigma_e^2$  неизвестно, то дать приближенную оценку среднего содержания элемента можно исходя из неравенств, вытекающих из (14)

$$\lg \bar{c} < \lg(\bar{c}) < \lg \bar{c} + \frac{1}{2} S^2 \quad (15)$$

Ниже приведен пример расчета оценки  $\bar{c}$  и сравнения её со средним арифметическим значением выборочных содержаний.

Месторождение Архон. Сечение ореола жилы Южной на горизонте штольни Архон. Свинец.

$c_i$ ( $n \cdot 10^{-3}\%$ )	$n_i$	$n_i c_i$	$lg c_i$	$n_i lg c_i$	$lg c_i - \overline{lg c}$	$(lg c_i - \overline{lg c})^2$	$\frac{n_i \cdot x}{(lg c_i - \overline{lg c})^2}$
1,5	1	1,5	0,18	0,18	-0,55	0,30	0,30
2	3	6	0,30	0,90	-0,43	0,18	0,54
2,5	1	2,5	0,40	0,40	-0,33	0,11	0,11
3	3	9	0,48	1,44	-0,25	0,06	0,18
3,5	4	14	0,54	2,16	-0,19	0,04	0,16
4	8	32	0,62	4,80	-0,13	0,02	0,16
4,5	1	4,5	0,65	0,65	-0,08	0,01	0,01
5	7	35	0,70	4,90	-0,03	0,00	0,00
6	2	12	0,78	1,56	0,05	0,00	0,00
10	1	10	1,00	1,00	0,27	0,07	0,07
15	1	15	1,18	1,18	0,45	0,20	0,20
20	1	20	1,30	1,30	0,57	0,32	0,32
30	1	30	1,48	1,48	0,75	0,56	0,56
100	1	100	2,00	2,00	1,27	1,61	1,61
150	1	150	2,18	2,18	1,45	2,10	2,10
$\Sigma$	36	441,5		26,13			6,32

$$\text{Сор} = \frac{\Sigma n_i c_i}{N} = \frac{441,5}{36} \approx 12,3$$

$$\overline{lg c} = \frac{\Sigma n_i lg c_i}{N} = \frac{26,13}{36} \approx 0,73$$

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \Sigma n_i (lg c_i - \overline{lg c})^2 = \frac{6,32}{35} \approx 0,18$$

$$\overline{lg c} + \frac{1}{2} S^2 = 0,73 + \frac{1}{2} \cdot 0,18 = 0,81$$

$$0,73 < \overline{lg c} < 0,81$$

$$5,4 < \bar{c} < 6,5$$

И М Г Р Э

## О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
В в е д е н и е . . . . .	3
Твалчрелидзе Г.А. - Главные промышленно-генетические типы рудных месторождений Кавказа. . . . .	5
Григорян С.В., Д.Н.Овчинников - Геохимические критерии оценки рудоносности флангов и глубоких горизонтов эндогенных рудных месторождений . . . . .	7
Гулян Э.Х., Варданян К.Р., Карсепян Л.С. - Некоторые особенности эндогенных геохимических ореолов одного золоторудного месторождения Диной Армении . . . . .	8
Тер-Абрамян Л.Г., Адамян А.З. - Особенности первичных геохимических ореолов Шаумянского полиметал- лического месторождения . . . . .	11
Григорян С.В., Оганесян Р.Г., Федотова Г.Э. - Геохимическая зональность как основа интерпретации лито- химических аномалий . . . . .	12
Григорян С.В., Резников Н.В. - Особенности первичных оре- олов Северокавказских медноколчеданных место- рождений и их практическое значение . . . . .	13
Церквадзе З.Я. - Методика изучения и эффективность использования эндогенных ореолов для прогно- за ртутного, мышьякового и сурьмяного орудене- ния в различных металлогенических зонах Кавка- за . . . . .	15
Судов Б.А., Даниелян К.А. - Поиски скрытых рудных тел по первичным ореолам йода на флангах и глу- боких горизонтах Ахтальского барит-полиметал- лического месторождения (Армении) . . . . .	19
Безирганов Б.Г., Тер-Абрамян Л.Г., Оганесян Р.Г. - Лито- химические поиски скрытых рудных тел на Шай- лугском месторождении . . . . .	22
Авадалиев Дж., Курбанов Н.А., Самедов М.М., Абдуллаев З.Б. Особенности распределения вольфрама, молибдена и меди на флангах и глубоких горизонтах Кызыл- чынгулинского рудопроявления (юг Малого Кавказа . . . . .	23

Агаев С.А., Новрузов Н.А. - Особенности морфологии и зональности рудной залежи филизчайского месторождения . . . . .	25
Мартirosян Р.А., Алиев А.А., Мамедов М.М. - Пример ореольно-концентратного прогнозирования руд на глубоких горизонтах и северном фланге Филизчайского полиметаллически-колчеданного месторождения . . .	27
Рожкова Д.А., Хананиев В.Н., Кязимов С.А. - Опыт применения штихо-геохимического метода поисков благородных металлов в Азербайджане . . . . .	30
Зауташвили Б.З. - Гидрогеохимические особенности рудных месторождений Грузии и возможности их применения при решении некоторых металлогенических вопросов . .	32
Аракелян Г.Б., Кирегян Т.Н. - Геохимические исследования водных ореолов на Шамдугском месторождении и его флангах . . . . .	33
Гулиян Э.Х., Варданян К.Р., Карсецян Л.С., Улиханова М.А., Харатян Э.Г. - Прогнозная геохимическая оценка рудных полей северного склона Баргушатского хребта . . . . .	34
Ананченко А.Д. - К возможности изучения связи интенсивности эрозийного расчленения рельефа с прогнозом полезных ископаемых . . . . .	36
Безирганов Б.Г., Оганесян Р.Г., Пономаренко Л.А., Сагателян А.К. Геохимическая оценка перспектив Анкадзорского рудного поля . . . . .	38
Коновалов Б.Т., Зангнев К.Б., Коновалов Я.А. - Геохимическая оценка перспектив рудоносности западного фланга полиметаллического месторождения Холст (Северный Кавказ) . . . . .	39
Геворкян Р.Г., Саратикян Э.И., Сулейманян С.А. - Опыт изучения скрытого золотополиметаллического оруденения . . . . .	41
Новрузов Н.А., Ильясов Н.Р., Агаев С.А. - О перспективности прожилково-вкрапленных руд на восточном фланге Филизчайского месторождения . . . . .	42

Байрамалибегли Э.Т. - Геохимическая зональность и обнаружение скрытых молибденовых руд штокверкового типа (на примере Парагачайского рудного поля) . . . . .	44
Геворкян Г.М., Оганесян Р.Г., Безирганов Б.Г., Овсепян Эд.Ш., Пономаренко Л.А. - Геохимические критерии и принципы прогнозирования медно-молибденового оруденения в Техутском рудном поле (Северная Армения) . . . . .	47
Стариков В.С., Ольховский Г.П. - Геолого-геохимическая характеристика Наромамисонского рудного поля . . . . .	48
Авакян А.А. - Классификация и оценка первичных геохимических аномалий в пределах Баргушатского хребта . . . . .	49
Оганесян Р.Г., Туманян Г.А. - Прогнозная геолого-геохимическая оценка участков Дзагидзорского рудного поля в Северной Армении . . . . .	50
Дулупов В.И., Грабовский Э.Э. - Геохимическая оценка перспектив рудоносности глубоких горизонтов Урупского месторождения . . . . .	52
Саботкоев А.Б., Авдеев Н.С. - Опыт и методика геохимических поисков скрытых рудных тел в пределах Больше-Лабинского рудного поля в зоне передового хребта Северного Кавказа . . . . .	53
Аксаментов Е.В. - Опыт геохимических исследований на северо-западном фланге Тырнаузского рудного поля . . . . .	56
Мягков В.Ф., Мягков П.В. - О комплексировании геохимических и геофизических методов при поисках месторождений . . . . .	58
Надарейшвили Дж.Г. - Минералого-геохимические признаки процессов рудообразования в пределах Адангейского рудного поля (Горная Абхазия) . . . . .	60
Мирзоев Р.Х., Мамедов М.М., Харитонов В.М. - Геохимия золота в нефтях и возможная связь её с черносланцевой проблемой . . . . .	61
Галант Ю.Б. - Эволюция природных газов Белокано-Шекинской колчеданосной провинции в связи с возможностью ведения газовой съемки . . . . .	63

Потапенко Д.Я., Резников Н.В., Зинченко Б.В. - Опыт комплексного изучения метасоматитов и геохимических ореолов Худесского медноколчеданного месторождения (Северный Кавказ) . . . . .	63
Авакян А.А., Мкртчян Г.М. - Особенности спектральноаналитической оценки содержания элементов - индикаторов эндогенного оруденения . . . . .	66
Авакян А.А., Вартапетов В.Е. - О связи статистических геохимических параметров с геолого-структурными факторами локализации оруденения в Каджаранском рудном поле . . . . .	67
Скалет А.М. - Несмещенная оценка среднего содержания химического элемента по данным литогеохимического опробования . . . . .	69

Ответственный редактор	Безуганов Б.Г.
Редактор	Авакян С.В.
Контр.корректор	Абрамян А.А.

ВФ 04565. Заказ 229 Тираж 250. Сдано в производство 16.06.79  
Подписано к печати 6.07.79г. Изд. 3,7 лист. Печ. 4,75лист.  
Усл. 4,4 лист. Формат 60.84<sup>I</sup>/16. Цена 20 коп.

---

Изд "Ротапринт" Ереванского государственного  
университета. Ереван 375049, ул. Мравяна, № 1

3063

20 КОП.