

осаждения самородного свинца на перфорации обсадной колонны отдельной скважины на глубине 1,5 км при переходе рассолов из режима поровой фильтрации в песчаной среде в режим массивного потока в открытом канале скважины. Масса свинца, высадившегося в зоне перфорации 30 м составляет 7 тонн за три года (3). Факты этого рода позволили предложить модель пульсационного рудоотложения в зонах сейсмогенного трещинного разуплотнения пород (4). Эта модель объясняет образование как жил с рудно-минеральным выполнением, так и гидрохимических аномалий с повышенным содержанием свинца, цинка и др., вследствие инверсии :твердая фаза - рассол.

Общая модель полиметаллического рудогенеза рассольной системы сочетает в себе схемы нефтегазообразования и происходящего параллельно свинцово-цинкового рудообразования. Первый процесс связан с первичной и вторичной миграцией газо - и нефтеуглеводородов, второй – с подъемом по трещинам вниз и высокопористым песчаным водоводам вверх гидротермальных тяжелых рассолов. Поток тяжелых рассолов на границе красноцветной нефтеродуктивной толщи с залегающей в ее кровле глинистой толщей апшеронского и четвертичного возраста подпруживается и по высоко пористой системе верхней части красноцветной толщи (пористость до 1,2 дарси) мигрирует в высоко трещиноватую апикальную область Челекенской брахиоантиклинали и далее разгружается на современной поверхности.

В рассматриваемой модели потоки миграции углеводородов и тяжелых рассолов определяются как в высокой степени независимые проявления. Потоки тяжелых рассолов сопряжены с субвертикальными глубинными разломами. Энергетика миграции потоков различна. Нефте-газоносные потоки образуются благодаря вplyванию и концентрации в коллекторах по механизмам поровой фильтрации частиц нефти и газа. Потоки тяжелых рассолов с удельным весом значительно выше поровых вод осадков среды могут подниматься только вследствие внутреннего давления, превышающего геостатическое давление. Избыточное давление в тяжелых рассолах обуславливается потоком глубинного тепла мантийной природы. По геофизическим данным (1) глубинный теплогенерирующий этаж Челекенской системы по площади совпадает с восточным склоном мантийного купола Южно-Каспийской впадины. Глубинные разломы, пересекающие поверхность Мохо, являются причиной интенсивного выноса тепла. Этим объясняется высокий тепловой поток (до 70 мВт) на площади Челекенского нефте - и газоскопления. Основным геотектоническим фактором, определяющим генезис Челекенской рудогенерирующей системы следует рассматривать ее положение в системе сутурных линейментов зоны Апшероно-Балханского порога.(1). Такое положение позволяет связать тяжелые рассолы с эвапоритами пермо-триасового комплекса северо-апшеронского прогиба. Мобилизация этих рассолов могла происходить на глубинах 10-15 км в, где температура достигала 500<sup>0</sup>С и более (1).

Минерагеническая «рассольная» модель предполагается нами для полиметаллических месторождений Садонского пояса Северного Кавказа. Этот пояс приурочен к полосе гранито-гнейсовых куполов кристаллического ядра Большого Кавказа: Садонского, Фиагдонского, Дарьяльского. Купола в позднеальпийское время создали субширотный тепловой барьер для потока тяжелых рассолов с Северного Предкавказья, генерировавшихся в гигантской соляной залежи титонского яруса верхней юры. Южный сегмент периметра этой залежи совпадает с полиметаллическим поясом. В предлагаемой гипотезе авторы видят новые аспекты металлогенического прогнозирования на Большом Кавказе

#### Литература

1. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря// И.Ф. Глумов, Я.П. Маловицкий, А.А. Новиков и др.- М.: Недра-Бизнес, 2004.-342 с.
2. Лебедев Л.М. Современные рудообразующие гидротермы. - М.: Недра, 1975.-261 с.
3. Лебедев Л.М., Никитина И.Б. Челекенская рудообразующая система. - М. : Недра, 1983 .-240 с.
4. Скрипченко Н.С. Прогнозирование месторождений цветных металлов в осадочных породах.-М.: Недра, 1989.-208 с.
5. Сонненфельд П. Рассолы и эвапориты.- М.: Мир, 1988.-480 с.

### **Перспективы и направления поисков колчеданных руд на Северо-Восточном участке рудного поля Кизил-Дере в Дагестане**

Н.К. Паливода  
ИГ ДНЦ РАН

#### **I. Состояние проблемы и ключевые позиции в оценке перспектив участка**

Рудное поле Кизил-Дере сложено юрскими песчано-глинистыми отложениями. Непосредственно в районе месторождения преобладают глинистые породы (аргиллиты, алевролиты) с маломощными прослоями песчаников. Довольно монотонный состав пород вмещающих рудные тела, интенсивное смятие отложений, развитие оползней и сильная задернованность склонов, вероятно, побуждала многих исследователей объяснять сложность геологического строения существованием многочисленных разрывных нарушений. В результате на геологических картах участка оказалась четко выражена связь оруденения с региональными разломами и оперяющими их нарушениями. На этом фоне какие либо другие закономерности в размещении оруденения выглядят менее обоснованными.

В наших ранних работах (2,3,5) при оценке перспектив рудного поля мы исходили из осадочного генезиса месторождения Кизил-Дере и антиклинального строения рудного поля. Согласно этим представлениям «Рудовмещающий горизонт в пределах складки вскрыт горными выработками на юго-

западном крыле, северо-восточное же крыло перекрыто аллювиальными отложениями и реки Ахтычай. В пределах рудного поля перспективы открытия новых рудных тел особенно значительны на северо-восточном крыле, поскольку здесь можно ожидать продолжение рудных тел аналогичных по размерам вскрытым залежам юго-западного крыла» (2). Как мы отмечали в последующей публикации (5); «вывод об антиклинальном строении рудного поля нами ранее был положен в основу разработки рекомендаций по проведению поисков продолжения рудных тел месторождения Кизил-Дере на северо-восточном крыле антиклинальной складки (рекомендация передана ДКГЭ и СКТГУ в мае 1972г.)».

Как было отмечено в протоколе Дагестанской комплексной геологической экспедиции от 3 июня 1974 года «Работами Ахтычайской партии не подтверждается структура месторождения Кизил-Дере, трактуемая Н.К.Паливода. Не подтверждается также отрицание Главного Кавказского разлома, а напротив, обнаруживается отчетливая зональность в распределении эндогенных и магматических образований в самой зоне Ахтычайского разлома и оперяющих его зонах дробления». На основании чего «Считать положение о брахиантиклинальной структуре рудного поля на месторождении Кизил-Дере и литологическом пластовом контроле оруденения не подтверждающееся работами Ахтычайской партии».

Основными причинами, исключающими возможность поисков рудовмещающего горизонта пород на северо-восточном крыле, являются два обстоятельства: изображение на геологических картах двух региональных разломов: Ахтычайского (Главного Кавказского) и Хновского выделяемых в зоне ядра антиклинали, а также отрицание литологического контроля оруденения.

В 1989 году на рудном поле Кизил-Дере Дагестанской ГРЭ были завершены и обобщены результаты поисковых работ, начатые в 1965 году. При этом особое внимание уделялось разработке геолого-геохимической модели рудообразования на базе которой возможно провести коренную переоценку на генезис руд и тем самым получить основание для пересмотра перспектив региона. Созданная модель рудообразования представляет собой дальнейшее развитие и усовершенствование гидротермально-метасоматической концепции рудообразования. Она позволяет по геолого-геохимическим исследованиями территории оценить глобальные перспективы рудоносной зоны Дагестана и выделять отдельные рудные поля. В полученных выводах подтверждается рудоконтролирующая роль разломов (в данном случае Ахтычайского или Главного Кавказского) как каналов, по которым поступали гидротермальные растворы к месту разгрузки. В совокупности выполненные исследования не внесли существенных изменений в сложившиеся ранее представления на перспективы северо-восточной части рудного поля Кизил-Дере.

В материалах по этим работам нет каких-либо, даже косвенных, подтверждений наших выводов о антиклинальном строении рудного поля и литологическом контроле оруденения. Для сопоставления точек зрения предварительно рассмотрим ключевые позиции, играющие важную роль в оценке перспектив участка - обоснованность выделения на данном участке рудного поля региональных разломов, а затем наши выводы о генезисе месторождения Кизил-Дере.

### **1. Региональные разломы и достоверность их выделения**

В процессе съемочных работ разных масштабов на рудном поле выделялось большое количество нарушений, преимущественно совпадающих с простираемостью складчатости. На геологических картах положение разломов выделенных первыми исследователями неоднократно "уточнялось" последующими работами. Одновременно подвергались пересмотру амплитуды перемещений по разломам, углы падений и направления перемещений блоков.

На геологических картах рудного поля масштаба 1:10000, на участке, расположенном непосредственно к северо-востоку от месторождения Кизил-Дере показаны два основных разлома: Главный Кавказский (Ахтычайский) и Хновский (13,14). Первый разлом проводится в 800 м к северо-востоку от месторождения и его положение совпадает с долиной реки Ахтычай (рис.1).

В этом районе падение плоскости разлома на разрезах изображается северо-восточное под углом 50°. По разлому приподнят северо-восточный блок на несколько сот метров, его горизонтальное смещение оценивается в 500-1000 м к юго-востоку. До разлому приведены в соприкосновение отложения верхнего аалена (лежащий бок) с нижним ааленом (14).

Хновский разлом расположен в 600-800 м севернее Ахтычайского и непосредственно южнее рудопрооявления Серное медное. Разлом имеет северо-восточное падение под углом 50-60°. До разлому северо-восточный блок, сложенный отложениями верхнего тоара, надвинут на породы нижнего аалена. Вертикальная амплитуда Хновского разлома около 2000 м (13).

В большинстве случаев положение разломов, показанных на геологических картах на местности соответствует пониженным формам рельефа, рекам, задернованным участкам и не доступно для непосредственного наблюдения. В редких случаях эти разломы пересекают участки сплошной обнаженности по балкам и ручьям антикавказского простираения. Детальный осмотр таких участков показывает, что разломы проводятся по зонам повышенной трещиноватости или расланцевания. Необоснованность проведения разломов вытекает из элементарных наблюдений.

1. Элементы залегания пород всячего и лежащего боков идентичны.
2. Литологический состав контактируемых по разлому пород одинаков.
3. Отсутствуют характерные подвороты слоистости, подчеркивающие направления перемещений блоков.
4. Нет милонитов.

5. Блоки пород разьединенные Ахтычайским и Хновским разломами относят к верхнему аалену (южный блок), нижнему аалену (центральный блок) и верхнему тоару (северный блок) на основании редких фаунистических находок.

В большинстве случаев возрастные различия можно объяснить приуроченностью молодых отложений к синклинальным зонам и более древних к ядрам антиклинальных складок, а также ундуляцией осей складок и ошибками в определении мощностей отдельных горизонтов пород.

6. В ряде случаев разломы, показанные на картах и зарисовках на местности при сплошной обнаженности не удается разыскать или найти подтверждение правомерности выделения разлома в той или иной зоне дробления.

7. Падение Главного Кавказского разлома на ранних геологических картах и разрезах обычно изображалось северо-восточным под углом 40-50°. В последние годы некоторые исследователи пришли к выводам, что падение разлома по простиранию меняется с северо-восточного на юго-западное. Так, в отчете Дагестанской геологической экспедиции за 1989 г. падение разлома в районе месторождения Кизил-Дере показано юго-западным (угол 50°), переходящее на глубине в северо-восточное (угол 50°). По разлому считается приподнятым северо-восточный блок.

Резко меняющееся мнение о падении разлома, по нашему мнению, является следствием недостаточной обоснованности его выделения на данном участке. Скорее всего можно допустить не "выкручивание" плоскости разлома по падению, а существование двух разломов: северо-восточного падения под углом 40-50° и юго-западного с аналогичными углами падения. При юго-западном падении южный блок должен быть надвинут на северный.

## 2. Генезис колчеданных руд

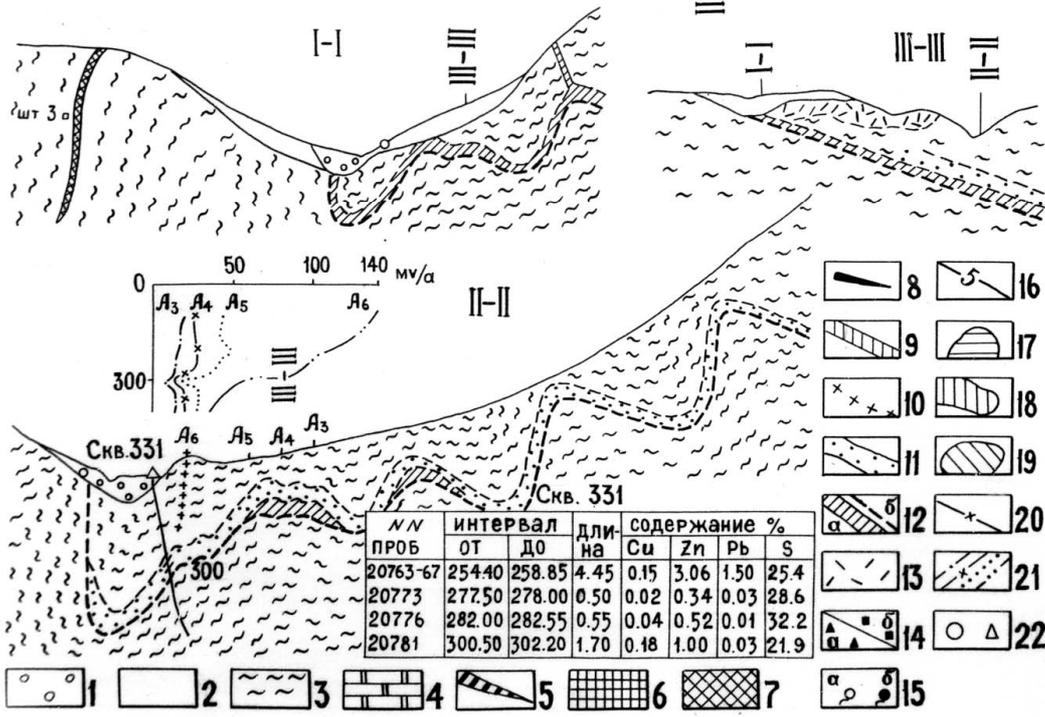
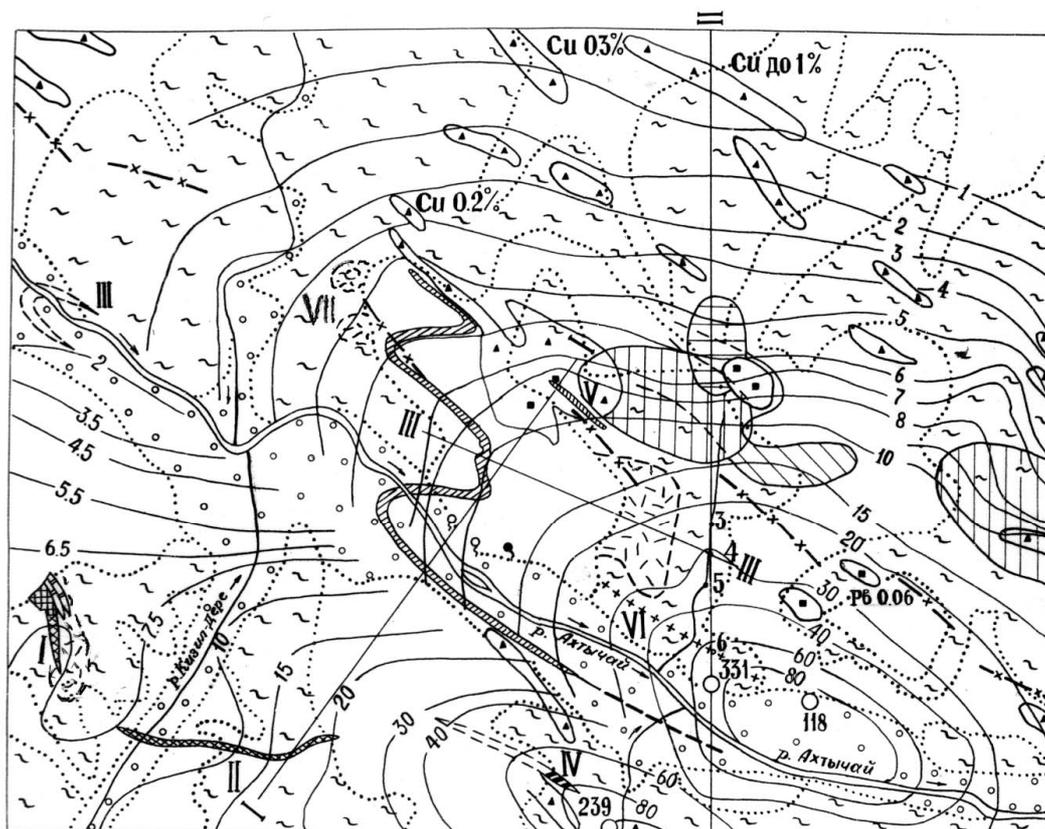
Основным положением, на базе которого формируется обоснование поисковых работ является разработанная нами осадочно-метаморфогенно-сульфидизационная концепция рудообразования, в основу которой положены многие наблюдения, собранные на рудном поле (2,6,8). Согласно этой концепции можно выделить условно два основных этапа формирования руд: осадочный и метаморфогенно-сульфидизационный.

В первый этап происходило отложение рудного вещества в прибрежно-морской лагунной зонах из вод континентального стока.

На месторождении Кизил-Дере установлено, что длинные оси рудных линз, имеющие в настоящее время вертикальную ориентировку, в период рудоотложения были параллельны береговой линии, простирающейся с юго-запада на северо-восток. Эту ориентировку подтверждает зональность, четко прослеживаемая в перпендикулярных разрезах к длинной оси, соответствующая современному горизонтальному сечению рудных тел. На основании такой закономерности был сделан вывод, что отложения металлов происходило из сульфатных растворов, поступивших с запада (область предполагаемой суши). В соответствии с различной растворимостью металлов, ближе к суше отлагались преимущественно минералы меди и железа в карбонатной форме и далее в сторону бассейна седиментации - цинка и железа, но уже в виде сульфидов при бактериальном замещении органического вещества. Обогащение вод металлами связано с их выщелачиванием из пород континентального склона. Основными источниками карбонатно- и рудообразования были вулканогенно-осадочные породы континентального склона,剖面 которых иногда находим в основании рудных тел. Присутствие распыленной вскрапленности сульфидов в породах континентального склона (вулканогенно-осадочные породы с сингенетичной и диагенетической вскрапленностью сульфидов) было одним из основных условий, способствовавших выщелачиванию металлов. Специфические условия сернокислого выветривания и переноса вещества отразились на содержании и соотношении металлов в рудах. Очевидно для формирования руд с повышенным содержанием бария, золота, серебра и свинца сернокислотное выветривание должно смениться другими формами, при которых основную роль играют хлориды и органические кислоты (8).

Второй, метаморфогенно-сульфидизационный этап начинался с погружения карбонатно-сульфидных осадков, в процессе которого происходит их перекристаллизация, а на глубине 1,800-2,500 м становится возможной экзотермическая реакция образования сульфидов по карбонатам металлов под воздействием сероводорода и его щелочных соединений. Образующиеся при этом щелочные растворы растворяли песчано-карбонатно-сульфидный материал.

Ориентировочные расчеты показывают, что за счет выщелачивания карбонатов кальция, магния и частично кварца объем первичных руд может быть уменьшен в 5-10 раз. В итоге в рудном теле повышалась концентрация сульфидов, а часть выносимого вещества в благоприятных условиях отлагалась над стратиформными рудными телами в виде сульфидно-кварцево-кальцитовых и кальцитовых жил (6). При этом нами отмечалось, что к подобным перетолженным образованиям можно отнести кальцитовые жилы с халькопиритом рудопроявления Серное медное. « В этом районе под выходными жил предполагается присутствие стратиформного рудного тела, являющегося продолжением Правобережной залежи месторождения Кизил-Дере на северо-восточной крыле антиклинальной складки» (6). Этот вывод был основан на установленной в пределах рудных тел месторождения Кизил-Дере северо-восточной ориентировки длинных осей рудных тел, соответствующих положению береговой зоны в период осадочного рудоотложения.



I - аллювиальные отложения; 2- деллювиальные отложения; 3- аргиллиты и алевролиты с редкими прослоями песчаников; 4- доломиты; 5- доломитизированные магнезиты, с медно-пирротинным оруденением в висячем боку и туфами кислого состава в лежачем; 6- сульфидно-кварцево сидеритовые руды; 7- массивные медно-пирротинные рудные зоны, их окисления; 8- массивные пирротин-полиметаллические, руды; 9 кальцитовые жилы с халькопиритом; 10 - зоны сульфидно-кварцево-полиметаллической минерализации; 11-зоны сульфидно-карбонатной минерализации; 12 - предполагаемые рудные зоны (а) и рудоконтролирующие поверхности (б); 13 - «гидротермально» измененные-аргиллиты; 14 -металлометрические аномалии меди (а) и свинца (б); 15 - источники: а - сероводородные холодные, б - термальные (I группа Хновских источников); 16 - изолинии зарядов в скв. 118 (Н-300 м) и 239 (Н-520 м); 17-аномалии глубинного заряда (результаты обработки на ЭВМ) в скв. 118 и 239; 18 - аномалии области потенциала поля заряда по наблюдаемым значениям; 19 - области аномальных значений поляризуемости; 20 - оси аномалий естественного электрического поля; 21- корреляционные кривые по скв. 331 и точками зарядов 3-6; 22- пробуренные скважины на плане и разрезе.

Рудные тела: I -Левобережное, II - Правобережное, Ш -Хновское рудные зоны; IV -Восточная, V - Серная медная, VI - Серная полиметаллическая; VII - Новая зона истечения кварцевой сыпучки-продукта окисления колчеданных руд.

Рис. 1. Схема геологического строения северо-восточного участка рудного поля Кизил-Дере.

## **II. Состояние изученности отдельных направлений, их критический анализ и значение в оценке перспектив**

Идея о необходимости проведения поисков продолжения рудных тел месторождения Кизил-Дере на северо-восточном фланге была высказана более 30 лет назад (1972г.) и неоднократно повторялась в последующих работах по мере получения дополнительных материалов, косвенно подтверждающих предыдущие выводы в новых направлениях (2,3,5,6,8,12). В то же время фактический материал по северо-восточной части рудного поля нами не привлекался, так как здесь периодически проводились поисковые работы по оценке рудопроявлений Серное-медное (канавы) и Серное полиметаллическое (буровые работы) и их обобщение задерживалось до самого последнего времени. Наиболее полное обобщение материалов завершено в 1989 году и изложено в отчете Дагестанской ГРЗ за 1985-1989гг. По этим данным рудопроявление Серное-полиметаллическое на поверхности представлено субпараллельными зонами дробления мощностью до 10 м (преимущественно 1,5-3 м залеченными кварц-карбонатным материалом с убогой вкрапленностью сульфидов. Геофизическими методами рудная зона прослежена на 600-650 м. Падение жил на геологических разрезах показано юго-западное, под углом 80-85°. Все выявленные на поверхности и вскрытые на глубине скважинами рудные зоны рассматриваются как жильные гидротермальные образования, локализующиеся в нарушениях оперяющих Главный Кавказский разлом. Проведенное Дагестанской ГРЭ обобщение материалов не выявило каких-либо перспектив для возобновления работ. В то же время имеющийся фактический материал дает, по нашему мнению, возможность провести переоценку перспектив и обосновать проведение дополнительных исследований на данном участке рудного поля.

Обоснование, приводимое ниже по отдельным разделам построено на основе сопоставления различных взглядов на генезис руд, на роль тектонического контроля оруденения, а также на разных подходах к интерпретации геологических, геохимических и геофизических исследований.

### **1. Региональные разломы и их роль в рудообразовании**

Главный Кавказский разлом проведен по долине реки Ахтычай и недоступен для непосредственного наблюдения. Амплитуды вертикальных и горизонтальных смещений по разлому оцениваются в сотни метров, что естественно может затруднить поиски продолжения рудных тел месторождения Кизил-Дере в северном блоке, одновременно являющимся противоположным крылом антиклинальной складки. Как мы отмечали выше, существование разлома в этой части рудного поля обосновано недостаточно и его наличие мы ставим под сомнение (I).

Вторым моментом оценки значимости региональных разломов является приписываемая им рудоконтролирующая роль. Согласно нашим выводам региональные разломы почти полностью безрудны с характерными признаками их более позднего образования. Необоснованными также является утверждение о приуроченности рудных проявлений к «оперяющим» нарушениями якобы более благоприятных для рудоотложения, чем безрудные «рудоконтролирующие» разломы. Кроме того, вызывает сомнение то обстоятельство, что «зона влияния», в пределах которой формируются «оперяющие» нарушения исчисляется километрами и, зачастую, на практике трудно решить, к какому из разломов они относятся. Совокупность материалов по тектоническому контролю оруденения дает основание нам рассматривать каждую отдельную рудоносную жилу в пределах рудного поля как самостоятельный канал, непосредственно соединенный с «рудогенерирующим» очагом (2,10). Рудоконтролирующая роль разломов опровергается еще и тем обстоятельством, что рудные жилы локализируются в безамплитудных субвертикальных нарушениях, механизм образования которых имеет совершенно иную природу, различные элементы залегания и характер выполнения трещин (11).

Примером сомнительной интерпретации геологических данных может служить разрез, составленный Дагестанской экспедицией через рудопроявление Серное полиметаллическое и скв. 331. На разрезе рудоносная зона, вскрытая скважиной и выходящая на поверхности показана единой. Её падение юго-западное, под углом 85°. До нарушения приподнят северный (лежачий) блок более чем на 700 м. Рудная зона изображена приуроченной к нарушению «определяющему» Главный Кавказский разлом. Здесь вызывает сомнение локализация жилы в нарушенной зоне, по которой произошло смещение и самонаправление смещения лежачего бока. Этот разрез в нашей интерпретации показан на рис. 1.

### **2. Литологический контроль оруденении.**

Пирротиновые руды месторождения Кизил-Дере и вскрытые скважиной 331 на северо-восточном крыле имеют общие черты, подтверждающие их осадочный генезис. Согласно залегание рудной зоны вскрытой скв. 331 с вмещающими породами подтверждается рядом наблюдений.

1) Руды, вскрытые скв. 331, содержат кварцево-сидеритовые останцы с признаками образования пирротина по сидериту и растворением кварца. Подобное соотношение пирротина с кварцем и сидеритом наблюдалось в пирротиновых рудах месторождения Кизил-Дере (3).

2) Некоторые прослои пирротиновых руд, вскрытые скв. 331 в интервале 254,4-302,2 м сопровождаются ореолами вкрапленности сульфидов. По характеру распределения сульфидов она может быть отнесена к сингенетичной.

3) изучение керна скв. 331 показывает, что углы встречи контактов рудных зон с вмещающими аргиллитами составляет  $40^\circ$  к оси керна, а рассланцевание ориентировано под более острым углом -  $10-20^\circ$  к оси керна. На этом основании кварцевые жилы рудопроявления Серное полиметаллическое, имеющие одинаковые элементы залегания с рассланцеванием (юго-западное падение под углом  $80^\circ$ ) должны занимать секущее положение по отношению к пирротиновому оруденению и, поэтому, не могут быть объединены в общую рудную зону.

4) Рудопроявление Серное полиметаллическое представлено на поверхности кварцевыми жилами с бедной вкрапленностью сульфидов не имеющей ничего общего с вскрытой скв. 331 массивной или прожилково-вкрапленной, преимущественно пирротиновой минерализацией с незначительным количеством обособленных прожилков кварца. Несомненно, это разные по составу и времени образования рудные зоны, которые объединять в одно рудное тело нет оснований.

### **3. «Гидротермально» измененные породы**

На северо-восточном фланге рудного поля выявлено несколько выходов измененных пород. Основной выход размером порядка  $200 \times 300$  и обнажен в юго-восточной части участка. Остальные, более мелкие обнажения - высылки измененных пород и выходы кварцевой сыпучки по колчеданам прослеживаются к северо-западу от основного и примерно совпадают с положением предполагаемой рудоносной зоны (рис. I). Предыдущими исследователями на геологических картах эти породы не выделялись. "Гидротермально" измененные породы представляют собой осветленные серицитизированные аргиллиты с шелковистым блеском макроскопически аналогичные сопровождающим рудные тела месторождения Кизил-Дере. По нашему мнению, они образованы в зоне окисления в результате воздействия сернокислых растворов на аргиллиты. Этим изменениям, вероятно, способствовало присутствие в осадках туфого материала и повышенное содержание калия (8).

Размеры основного обнажения измененных аргиллитов превосходят по площади размеры ореола измененных пород сопровождающих Левобережную залежь месторождения Кизил-Дере, но несколько уступают ей по интенсивности изменения. Эти изменения не связаны с окислением сульфидно-кварцево-карбонатных жил рудопроявления Серное-медное, расположенного несколько севернее и выше по склону, так как содержат убогую вкрапленность халькопирита, которого явно недостаточно, чтобы вызвать заметное осветление вмещающих пород. К тому же процессы окисления здесь развиты слабо, а карбонат полностью нейтрализует образующуюся кислоту и осаждает медь в виде медной зелени. На этом основании мы можем утверждать, что такая мощная зона серицитизации и окварцевания может быть связана с процессами окисления только значительных скоплений сульфидов, находящихся непосредственно западнее выхода серицитизированных пород.

### **3. Сероводородные холодные и термальные хлоридно-гидрокарбонатно-натриевые источники**

Сероводородные источники выходят в левом борту реки Ахтычай из-под делювиальных отложений (рис. I). Они не образуют постоянных водотоков, т.к. находятся на уровне поймы реки и периодически заносятся селевыми потоками и смываются водами реки Ахтычай. Длительно существующие водотоки имеют обильные налеты серы. Ограниченная площадь водосбора дает основание предполагать, что сульфатные воды и, следовательно, зона вторичного обогащения могут формироваться только за счет окисления сульфидов, выходящих в  $50-200$  м севернее, но перекрытых выше по склону делювиальными отложениями. Предполагаемое положение рудоносной зоны показано на рис. I.

Термальные источники на рудном поле объединены нами в три аномальные зоны антикавказского простираения, в контуры которых входят источники с температурой воды  $8^\circ\text{C}$  и более при фоновом значении температур  $3-6^\circ\text{C}$ . Контуры аномалий примерно совпадают с предполагаемым продолжением рудных тел, залегающих на глубине  $500-1000$  м от поверхности. Восточная из трех аномалий пространственно совпадает с северо-восточным флангом рудного поля и названа нами Снежной (9). В её контурах расположено 7 источников, в число которых входит I группа Хновских источников с температурой воды  $36,2^\circ\text{C}$  и грифон на устье скважины 331 с температурой воды  $46^\circ\text{C}$ .

А.В.Щербаков и В.И.Дулепов (1980) в илистой фракции Хновских источников отмечают повышенное содержание меди ( $0,005-0,02\%$ ), цинка ( $0,003-0,5\%$ ) и свинца ( $0,003-0,015\%$ ). Довольно высокие содержания этих элементов в водах (меди  $10-15$  мг/л, цинка  $30-50$  мкг/л, свинца  $5-30$  мкг/л) по их мнению свидетельствуют об отложении металлов из истинных растворов. Мы же предполагаем, что термальные растворы могли формироваться в ходе протекающих на глубине экзотермических реакций образования сульфидов по карбонатам железа в результате взаимодействия с сероводородом и его щелочными соединениями. Возможность протекания таких реакций подтверждается почти полным отсутствием в водах соединений серы, повышенным содержанием кремнекислоты (до  $35$  мг/л) и общим ходом реакций, связанных с экзотермическими процессами. В то же время мы также не исключаем, что аномальные содержания металлов в водах и илистой фракции Хновского I источника могут быть результатом растворения и частично механического переноса рудного вещества термальными и поверхностными водами, проходящими через зону вторичного обогащения, залегающую в непосредственной близости от выхода вод. Все это косвенно указывает на присутствие рудных тел в этом районе.

## 5. Геохимические и шлиховые аномалии

Юго-восточная часть рудного поля была покрыта литогеохимическим опробыванием по сети 20 x 100 м. пробы из глинистой фракции делювия анализировались на медь, цинк, свинец и другие элементы. По свинцу, цинку и меди выявлено порядка 20 аномальных зон. По данным спектрального анализа содержание меди по отдельным пробам достигает десятых долей процента. Природа аномальных зон не изучалась. Беглый осмотр района расположения отдельных аномалий показывает, что они совпадают с задернованными участками, высыпками вулканогенно-осадочных пород и зонами осветления аргиллитов. Не исключено, что некоторые из выявленных аномалий в бассейне р. Катухчай связаны с выходами рудоносного горизонта пород вмещающего рудные тела месторождения Кизил-Дере. Более вероятно, что с выходом рудоносного горизонта также связана геохимическая аномалия в районе рудопроявления Серное медное. Эта аномалия, наиболее обширная по площади, приурочена к зоне ядра небольшой антиклинальной складки, погружающейся к юго-востоку под углом 20°. Данное обстоятельство определяет конфигурацию предполагаемого выхода рудоносных отложений на поверхности склона под делювиальными отложениями. К югу от аномалии, ниже по склону, на участке предполагаемого продолжения рудоносной зоны, в геохимических пробах повышенных содержаний не выявлено, что, по нашему мнению, связано с большой мощностью делювиальных отложений и оползневых блоков.

Шлиховым опробыванием масштаба 1:50000 покрыта вся площадь рудного поля. Пробы отбирались по всем временным и постоянным водотокам. В результате выполненных работ установлена аномальная зона к северо-востоку от месторождения Кизил-Дере на левом берегу реки Ахтычай. Эта аномальная зона примерно соответствует площади прилегаемой схемы участка несколько выходя за его пределы. На этой территории многие пробы содержат весовые количества сульфидов меди, свинца и цинка.

По контрастности, размерам и содержанию сульфидов эта аномалия уникальна и не имеет себе равных в районе. Природа шлиховой аномалии остается не изученной, несмотря на то, что участок покрыт геологическими съемками масштабов 1:50000, 1:25000, 1:10000. Предполагается, что на участке современной эрозией вскрыт горизонт пород вмещающих месторождение Кизил-Дере. Это возможно благодаря поднятию осей складок в центральной части участка (рис. I) и их погружению к юго-востоку и северо-западу. Рудоносные отложения, вероятно, вскрыты системой балок и глубоких ущелий в бассейне западного притока (ручей Катухчай) и восточного, впадающего в р. Ахтычай в районе скв. 331.

Другим источником образования шлиховой аномалии может быть разрушение убогой жильной минерализации, формирующейся в процессе экзотермических реакций над осадочными рудными телами. Присутствие жильной минерализации в этом районе также косвенно подтверждает возможность существования на глубине северо-восточного продолжения рудоносного горизонта вмещающего рудные тела месторождения Кизил-Дере. Основной причиной затруднившей получение положительной оценки шлиховой аномалии в процессе проведения поисково-съемочных работ, по нашему мнению, были методические ошибки в проведении работ. Обычно предыдущие исследователи ориентировались на выявление жильных проявлений и не учитывали факторы литологического контроля. Другими препятствиями в изучении участка были сильная расчлененность рельефа, довольно большая задернованность склонов и широкое развитие оползневых явлений.

## 6. Геофизические «исследования».

Наибольшую информацию о геофизических особенностях участка можно получить анализируя материалы заряда в скв. 118 и результаты корреляции по скв. 331 и точками заземления А6, А5, А4 и А3 отстоящими к северу от устья скважины на расстоянии 100,300,400 и 500 м соответственно (рис. 1). Дополняют наши представления о залегании рудных зон магнитометрические исследования по скважине 331.

1) Изолинии заряда к северо-западу от скв. 118 образуют разряжение, осевая зона которого смещаясь к северу проходит с подъемом по склону крутого левого берега реки Ахтычай. Здесь изолинии как бы оконтуривают довольно широкую проводящую зону субмеридионального простирания. Такая проводящая зона, подчиненная литологическому контролю, вероятно, образована сочетанием складчатости, погружающейся к юго-востоку под углом 20° и рельефом поверхности склона. Проекция рудоносной зоны на поверхность ниже зоны окисления показан нами схематично с учетом складчатости, рельефа поверхности и данных заряда. При отсутствии предполагаемого нами проводника изолинии заряда должны были бы совпадать с простиранием сланцеватости и образовать эллипс с осью совпадающей с поймой реки Ахтычай.

2) Данные корреляции по оси скв. 331 и точками зарядов на поверхности не использованы геологической службой Дагестанской экспедиции при составлении разреза и увязки рудных зон. Зона повышенной сульфидной минерализации вскрытая скв. 331 в интервале 254,4-302,2 м содержит 4 прослоя пирротиновых руд с вкрапленностью халькопирита и сфалерита. Содержание серы в пирротиновых прослоях колеблется от 21,9 до 32,2%. Самое низкое содержание серы в последнем интервале (300,5-302,2м). Заряд в кварцевую жилу с убогой сульфидной минерализацией рудопроявления Серное полиметаллическое (см. точка А6, рис.1) выявил падение сопротивления по оси скважины на глубине 300 м, совпадающей с нижней : зоной пирротиновой минерализации (300,5-302,2м). На основании этих данных падение рудной зоны было показано на разрезах юго-западным, под углом 85°. Это падение примерно соответствует паде-

нию кварцевых жил, прослеживаемых на поверхности. Электрическая связь кварцевой жилы и рудной зоны вскрытой скв. 331 на глубине 302 м отражена корреляционной кривой А6 (рис.1, разрез II-II). Судя по кривой падение сопротивления не достигает минимальных значений, которые фиксируются на других кривых, полученных от более удаленных точек заземлений. Более сильные электрические связи с удаленными точками подтверждают вариант залегания рудоносной зоны с вмещающими породами и значительное площадное распространение минерализации вскрытой в интервале 300,5-303,2 м по сравнению с выше залегающими рудными пересечениями. Участвуя в складчатости рудная зона, вероятно, приближается к поверхности в ядре антиклинальной складки в районе точек зарядов 4 и 3.

3) В.Н. Зозуля, проводивший обобщение геофизических исследований отмечает, что по результатам работ в скв. 331 все рудные интервалы характеризуются аномалиями пересечения  $\Delta Z$ . Слабые аномалии  $\Delta Z$  уже фиксируются на глубине 130-140 м по стволу скважины и не отмечаются на поверхности. По его мнению, данное обстоятельство указывает на отсутствие пирротиновых руд вблизи поверхности или их выщелачивание в зоне окисления на большую глубину в то время как общие масштабы пирротинового оруденения, залегающие на глубине не способны создать аномальные эффекты на поверхности.

Как видно из приведенного анализа слабые аномалии по оси скважины начинают появляться с глубины 130-140 м, за 110-120 м до вскрытия зоны прослоев пирротиновой минерализации (254,4-302,2м). Вероятно, подобный объект можно было бы обнаружить с поверхности, если бы он залегал на глубине порядка 110-120 м и имел бы жильный гидротермальный генезис.

Отсутствие аномалии на поверхности, сопоставимой с наблюдаемыми по скважине нельзя объяснить большой мощностью зоны окисления, которая в районе выхода кварцевых жил рудопроявления Серное полиметаллическое не превышает 10 м и только при большой мощности пирротиновых скоплений на месторождении Кизил-Дере достигает 20-30 м. На этом основании можно предполагать, что зона пирротиновой минерализации, вскрытая скважина 331 в интервале 254,4-302,2 м не выходит на поверхность в районе рудопроявления, а залегает согласно с вмещающими породами на глубинах более 120 м от поверхности.

4) Рудные пересечения вскрытые скв. 331 характеризуются очень низкими сопротивлениями пирротиновых руд (менее 1 ом) в то время как минимальные сопротивления других рудных зон составляет 50 ом (максимум 150-200 при среднем сопротивлении вмещающих пород порядка 600 ом). На этом основании кварцевые жилы не могут быть объединены в единое рудное тело с пирротиновыми рудами.

### **7. Вулканогенно-осадочные породы**

Генетическая связь вулканогенно-осадочных пород с медноколчеданными стратиформными рудными проявлениями прослеживается на месторождении Кизил-Дере и ряде других рудных проявлениях (5,8). Как правило рудная минерализация бывает приурочена к кровле вулканогенно-осадочных пород или к зонам их выклинивания. Обычно продукты вулканической деятельности представлены туффитами, кристаллокластическими туфами и лавами кислого состава с флюидальной полосчатостью. Мощность вулканогенно-осадочных пород незначительная и, в большинстве случаев, колеблется в пределах нескольких метров и реже достигает десятков метров.

Макроскопически туфы, залегающие среди аргиллитов и песчаников, выделяются более светлыми тонами, повышенной серицитизацией и меньшей механической прочностью. Последнее обстоятельство способствовало более быстрому разрушению туфов по сравнению с вмещающими породами и их последующей задернованности.

Вулканогенно-осадочные породы к северо-востоку от месторождения Кизил-Дере обнаружены на трех участках. Прослои туффитов вскрыты скважиной 118, высыпки кварцевых порфиритов с флюидальной полосчатостью найдены к северо-востоку от рудопроявления Серное медное. Третий выход вулканогенно-осадочных пород был обнаружен в бассейне реки Катухчай при проведении поисково-съёмочных работ м-ба 1:25000. Этот выход находится к северу от выклинивания предполагаемой рудоносной зоны. Из-за плохой доступности данный выход нами не изучался, но по его положению в складчатости можно предположить, что он находится в единой пачке пород с месторождением Кизил-Дере и выходом «гидротермально» измененных аргиллитов расположенным к северо-западу от скв. 331.

Предполагается, что на участке существуют по меньшей мере, две горизонта вулканогенно-осадочных пород: нижний, являющийся аналогом пород вмещающих рудные тела месторождения Кизил-Дере и верхний, вмещающий кварцевые порфириты, высыпки которых обнаружены в районе рудопроявления Серное медное. Перспективы последнего не изучались.

### **III. Возможные направления дальнейших исследований**

Возобновление поисковых работ рекомендуется провести на базе изложенных выше взглядов на генезис руд, имеющихся геолого-геофизических и геохимических материалов. На первом этапе эти работы потребуют небольших затрат на уточнение геологического строения участка и проведения ограниченного объема буровых работ.

1. Уточнить геологическую карту района работ масштаба 1:10000, особое внимание при этом обратить на следующее:

а – выделить и нанести на карту маркирующие горизонты пород;

б - для оценки перспектив рудоносности проследить горизонты осадочных образований вмещающих про-слои вулканогенно-осадочных пород как потенциально рудовмещающие пачки и оценить их роль в формировании геохимических и шлиховых аномалий;

в - проследить ундуляции осей складок по простиранию и определить падения их осевой плоскости;

г - определить степень достоверности существования дизъюнктивных нарушений, выделенных в процессе геологических съемок и уточнить их элементы падения, направления и амплитуды перемещений;

д - выполнить изучение поверхности исходя из осадочно-мета-морфогенной концепции формирования руд, согласно которой метаморфогенные преобразования должны сопровождаться уменьшением объема первичных осадочных руд в 5-10 раз за счет миграции кварцево-карбонатной составляющей в надрудных породы. В результате перемещения вещества, осадочные рудные тела, залегающие на глубине первых сотен метров в надрудных породах могут проявляться локальными ореолами жильной минерализации и отдельными жилами типа Серное медное, повышенной трещиноватостью и «просадками» пластов пород по простиранию.

2) На новой геологической основе провести переоценку геофизических исследований и выделенных ранее геофизических аномалий.

3) Пробурить в ядерных зонах антиклинальных складок две скважины в 480 и 960 м к северу от скв. 331 ориентировочной глубиной по 300 м каждая. Первую скважину заложить между точками зарядов 3 и 4 (см.рис.1), а вторую в районе скопления геофизических аномальных зон, выделенных Б.В.Тарасюк в 1982 году по результатам обобщения геофизических исследований предыдущих лет. В этой зоне расположена магнитная аномалия и 59. Положение скважин и их глубину необходимо уточнить после обобщения геологических и геофизических материалов. По завершении проходки скважин выполнить геофизические заряды и на основании полученных результатов определить дальнейшее направление буровых работ.

В заключение следует отметить, что оценка перспектив участка базируется на осадочно-метаморфогенной концепции формирования руд. Впервые концепция была опубликована более 30 лет назад и в последующие года на её основе разработаны новые поисковые критерии (2,3,7,8 и др.) и рекомендации по направлению поисковых работ на других участках рудного поля (4,9 и др.). К сожалению, новые идеи и рекомендации не получили признания и были преданы забвению. За этот период поисковые работы, в основу которых была положена гидротермальная гипотеза, не дали положительных результатов и были в 1987 г. прекращены.

На этом фоне частичное подтверждение наших выводов может послужить основой для переоценки методики поисковых работ и возродить интерес к ранее разработанным нами рекомендациям по направлению поисковых работ на других участках рудного поля. Правда, перспективы обнаружения рудных тел на этих участках менее обоснованы и потребуют больших затрат на проведение поисковых работ. К тому же следует отметить, что перспективы северо-восточного фланга выглядят, по нашему мнению, более реальными. Здесь, в вертикальном диапазоне аналогичном залеганию рудных тел месторождения Кизил-Дере, но на меньшей глубине от поверхности, рудные тела будут залегать в более благоприятных горно-технических условиях, а рудоносная зона может быть прослежена по длинной оси рудных тел более чем на 2 км в северо-восточном направлении и не менее 1,5-2 км в поперечном. Сопоставляя эти размеры ожидается, что запасы руд северо-восточного фланга будут превосходить запасы месторождения Кизил-Дере в 2-3 раза.

#### Литература

1. Паливода Н.К. К вопросу о наличии Ахтычайского разлома в юго-восточной части рудоносной зоны Дагестана. Тр.ИГ Даг.ФАН СССР, 1975, вып. 9, кн.1, с.98-102.
2. Паливода Н.К., Паливода А.А. Новые данные о возрасте вмещающих пород и условия формирования колчеданного месторождения Кизил-Дере в Дагестане. Тр. ИГ Даг.ФАН СССР, 1975, вып.9, кн.2, с.43-50.
3. Паливода Н.К., Паливода А.А. Органогенно-хемогенное рудообразование и роль метаморфизма в формировании медно-пирротинового месторождения Кизил-Дере в Дагестане. Литол. и полезн. ископ., 1978, №2, с. 95-117.
4. Паливода Н.К., Паливода А.А. О направлении поисковых работ с позиций осадочного генезиса медноколчеданных руд на юго-западном Хновском рудопоявлении (рудное поле Кизил-Дере). Тр. ИГ Даг.ФАН СССР 1979, вып. 3(22), с. 152-155.
5. Паливода Н.К., Паливода А.А., Гасанова М.С. Структурный контроль оруденения и некоторые новые черты осадочного генезиса колчеданно-полиметаллических рудных проявлений Хнов-Борчинского рудного поля в Дагестане. Тр. ИГ Даг.ФАН СССР, 1979, вып. 3(22), с. 165-174.
6. Паливода Н.К., Паливода А.А. Осадочные медноколчеданные и полиметаллические рудные тела Дагестана - возможные источники жильной минерализации. Тр. ИГ Даг.ФАН СССР, 1980, вып. 4(24),с. 23-43.
7. Паливода Н.К., Паливода А.А. О продолжительности накопления рудного вещества в прибрежно-морской зоне и его возможных континентальных источниках при формировании медноколчеданных и полиметаллических месторождений Дагестана. Тр. ИГ Даг.ФАН СССР, 1980 б, вып.4(24), с. 72-79.
8. Паливода Н.К., Паливода А.А., Гасанова М.С. Природа и поисковое значение околорудных изменений, сопровождающих медноколчеданные и полиметаллические руды Дагестана с позиций осадочно-метаморфогенно-сульфидизационного генезиса руд. Тр. ИГ Даг.ФАН СССР, 1982, вып.25, с. 74-103.
9. Паливода Н.К. Геохимическая аномалия «Южная» и её перспективы в свете новых представлений о генезисе сульфидной минерализации (рудное поле Кизил-Дере). Тр. ИГ Даг.ФАН ООП, 1984, вып.29, С. 40-50.
10. Паливода Н.К. О роли «рудоконтролирующих» разломов, даек "рудогенерирующих" очагов в размещении жильного, осадочного медноколчеданного и полиметаллического оруденения в Дагестане. Тр.ИГ Даг.ФАН СССР, 1989а, вып. 38, с. 54-70.
11. Паливода Н.К. Рудогенерирующие автоклавные системы в осадочных толщах - возможные генераторы тепла и геодинамической активизации. Тр.ИГ ДНЦ Даг.ФАН СССР, 1989б, вып.40, с. 127-136.
12. Паливода Н.К. Особенности локализации рудопоявления Серное- полиметаллическое и перспективы северо-восточной части рудного поля Кизил-Дере. Тр.ИГ ДНД РАН, 1997, вып.46, с. 94,95.

13. Романов Н.Т., Гусейханов О.М. Хновокий разлом в Хнов-Борчинском рудном поле и его взаимоотношение с магматическими породами и эндогенным оруденением В. Кавказ). Тр. ИГ Даг.ФАН СССР, 1982, вып. 25, с. 55-58.
14. Романов Н.Т. Ахтычайский разлом в Хнов-Борчинском рудном поле и его взаимоотношение с магматическими породами и рудопоявлениями (Восточный Кавказ). Тр. ИГ Даг.ФАН СССР, 1984, вып. 29, с. 14-20.
15. Щербаков А.В. Дулепов В.И. Тепловой режим и геохимические аномалии в сланцевом Дагестане (к методике геохимических поисков) - В кн. Тезисы докл. 5 конфер. по геол. и полезн. ископ. Сев. Кавказа. Ессентуки, 1980, С.193-194

### **Терригенная минералогия тяжелой фракции пород мезо-кайнозоя Восточного Кавказа и перспективы (Ti - Zr) россыпеобразования**

В.И. Черкашин, В.У. Мацапулин, А.Р. Юсупов  
ИГ ДНЦ РАН

**Аллювиальные отложения.** Ядро восточной части мегантиклинория Большого Кавказа сложено осадочными породами – песчаниками, алевролитами, аргиллитами, глинистыми сланцами юрского возраста. Породы мелового возраста развиты на погружении крыльев (северный и южный склоны) и оси мегантиклинория (в юго-восточном направлении). Продолжительным изучением петрографии осадочных пород, минералогии шлихов рыхлых отложений водотоков, протекающих в пределах развития осадочных толщ мезо-кайнозоя, протолокчек коренных пород [1, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 16] установлена терригенная минералогия тяжелой и легкой фракции.

Нами изучалась тяжелая фракция рыхлых отложений (аллювий, делювий) притоков среднего течения р. Уллучай (район с. Кубачи), верхнего течения р. Казикумухское Койсу (районы сел. Вачи, Кули) и верховьев р. Усук-Чай (район с. Куруш). Первые три участка располагаются, согласно палеогеографическим данным [1, 7, 12, 16], в области влияния северной питающей провинции, последний участок расположен в пределах Главного Кавказского хребта в области влияния южной питающей провинции. Выделенные источники терригенного материала отражают минералогия тяжелой фракции южной и северной суши палеозойского возраста, составляющих в мезо-кайнозое терригенный материал в геосинклинальный бассейн.

Полученные данные соответствуют предшествующим исследованиям. При этом установлены и новые или малоизвестные факты, к которым относятся – космогенное вещество, драгоценные металлы в тяжелой фракции шлихов. Если предшественники изучали терригенную минералогия для целей литологии, палеогеографии, то мы рассмотрели её с позиции россыпеобразующих процессов.

На Кубачинском участке установлены (в % от т.ф.): магнетит 16.86 - 98, ильменит 0.43-7.07, лимонит + гётит 0.29 - 26.72, лейкоксен зн - 0.32, пирит зн -0.06, циркон 0.16 - 11.11, гранат зн - 0.33, сфен 0.01 - 0.23, рутил зн - 0.07, киноварь (знаки отмечены в 6 пробах), барит 0.016 - 2.18, турмалин (в отдельных пробах зн - 0.03), пироксен (знаки в отдельных пробах), оксиды марганца зн - 2.11, корунд зн - 0.92; минералы - биотит, анатаз, глауконит, амфибол, карбонат, монацит - отмечены в знаковых содержаниях в отдельных пробах. Выделены вторичные минеральные образования (церуссит, пироморфит, куприт, малахит, халькозин, скородит) и техногенные. К последним минералог Л.Г. Васильева (ПО «Севкавгеология») относит большую часть магнетита, ильменита, окалину, серебро, металлические сплавы, медь + цинк -?, железо -?, свинец + стекло, частично корунд, прозрачные стекловидные шарики. Самородное золото отмечается в знаковом содержании, серебро – весовые знаки. Здесь же на участке в делювиально-элювиальном шлейфе, примыкающем к аллювиальным отложениям, отмечены знаки золота, серебра. На участке Вачи преобладающими минералами тяжелой фракции шлихов являются лимонит + гётит, установлены знаки золота; на участке Кули преобладает пирит, установлены единичные знаки золота, серебра.

По обильному содержанию магнетита в шлихах Кубачинский участок является уникальным среди изученных мезо-кайнозойских отложений дагестанской части Восточного Кавказа. Магнетит выделяется в трех морфологических разновидностях - массивный, пластинчатый и в виде идеальных сферических глобулей, шариков. Л.Г. Васильева отмечает, что массивные и пластинчатые формы встречаются и в других областях Большого Кавказа, сферические формы отмечены впервые на Кубачинском участке и являются экзотическими для Северного Кавказа. Но, например, для Северо-востока РФ они широко распространены; их в этом регионе выделяют под названием «Яннты». Происхождение глобулей связывают с космогенными процессами. По описанию они очень схожи со сферическими образованиями, установленными нами. Единичные шарики, помимо Кубачинского участка, отмечены в аллювии и других водотоков – Казикумухское Койсу, Каракойсу. Находки шариков магнетита в элювиально-делювиальных отложениях и протолокчах из коренных пород Кубачинского участка, а также в аллювии второй и третьей надпойменных террас Казикумухское Койсу дают основание относить их к терригенным минеральным образованиям ниже-среднеюрских осадочных отложений. Сферические образования магнетита и вулканического стекла- типичное космогенное вещество в россыпях [3].

Минералогическая характеристика тяжелой фракции шлихов аллювия верховьев Казикумухское Койсу (с. Кули) в целом аналогична описанным выше, но здесь преобладающим минералом является аутигенный пирит, магнетит отмечен в незначительном количестве, установлены единичные знаки золота, серебра (рис. 1). В тяжелой фракции аллювия водотоков Главного Кавказского хребта (верховьев р. Усук-Чай) преобладающее положение занимают сульфиды (галенит, пирит, сфалерит, халькопирит) широко развитых здесь жильных кварц-сульфидных и колчеданно-полиметаллических образований Приводораздельной металлогени-