

## Новые данные о возрасте вмещающих пород и условиях формирования колчеданного месторождения Кизил-Дере в Дагестане

Паливода Н.К., Паливода А.А.

Открытие полиметаллических месторождений в Азербайджане (Филизчай, Катех) и колчеданного месторождения Кизил-Дере в Дагестане послужило основанием к расширению поисковых работ в пределах Восточного Кавказа. Направление и эффективность этих работ во многом зависят от правильного понимания генезиса колчеданных и полиметаллических месторождений. Однако, единого мнения в этом вопросе в настоящее время не имеется. Большинство исследователей придерживается эксгальционно-осадочного (2,9) или гидротермально-метасоматического образования колчеданных месторождений с замещением рудой зон дробления, секущих напластование пород (3,7). Хотя другие точки зрения имеют меньшее число сторонников, некоторые приводимые ими в доказательство положения не могут быть опровергнуты или являются общими для всех гипотез. Так, В.И. Резников (8) объясняет генезис колчеданных месторождений Восточного Кавказа с точки зрения положения А.И. Перельмана о геохимических барьерах. Источником металлов, по его мнению, являлись вмещающие породы нижней и средней юры. Металлы выщелачивались водами, которые, проникая на глубину, образовывали водоносные горизонты трещинного или пластового типа. Выпадение металлов из этих вод происходило в результате их взаимодействия с восходящими сероводородными водами, поступавшими по поперечным нарушениям. В случае избытка сероводорода образовывались полиметаллические руды, а в случае недостатка - медные.

Д.Д. Мазанов (5), развивая идеи Харкера, Н.А. Елисеева, Н.М. Страхова и др., выдвигает теорию седиментационно-дигенетически-катагенетического происхождения сульфидных руд Азербайджана. Он полагает, что рудный материал в юрском бассейне накапливался за счёт размыва доюрских рудоносных толщ. В результате изменения физико-химических условий в бассейне происходило выпадение пирита и других сульфидов. В дальнейшем в условиях повышенного давления и температуры происходит отжатие растворов из синклиналильных областей в антиклиналильные, где и происходит выпадение рудного вещества.

М.В. Бородаевская и др. (3) на основании изучения колчеданных месторождений Азербайджана пришли к выводу, что главным рудоконтролирующим фактором, определяющим положение рудных залежей,

является соотношением складчатых и разрывных структур общекавказского и северо-западного направления. Литолого-стратиграфический контроль в целом, по их мнению, не играет решающей роли в локализации оруднения.

В.Л. Андрущук и др. (1), отмечая согласное залегание медноколчеданных руд месторождения Кизил-Дере с вмещающими породами, рассматривают их как эпигенетические образования. Впоследствии эти авторы стали сторонниками эксгальционно-осадочного образования руд (2).

В.И. Смирнов, на основании осмотра колчеданных месторождений Восточного Кавказа, пришёл к выводу, что месторождения Филиз-чай, Катех, Кизил-Дере залегают согласно с вмещающими породами и их образование связано с накоплением сульфидов железа на дне ааленского моря. Гидротермальные растворы по сети трещин выносили на дно моря минеральную массу, осевшую в виде пластовых колчеданных залежей. Продолжавшееся осадконакопление запечатало пласты колчеданной руды. В последующем состав гидротермальных растворов изменился в сторону увеличения в них содержания меди, цинка, свинца и других элементов. Бессернистые гидротермальные растворы, фильтруясь сквозь колчеданные залежи, замещали сульфидное железо медью, цинком, свинцом.

Точка зрения, изложенная В.И. Смирновым, нашла довольно большое количество сторонников (2), однако впоследствии, в результате продолжающихся поисково-разведочных работ на месторождении Кизил-Дере и накопления фактического материала, у исследователей появились и другие взгляды.

И.Б. Полищук, А.А. Слюняев (7), непосредственно принимавшие участие в проведении поисково-разведочных работ на месторождении Кизил-Дере, пришли к выводу, что рудные тела, залегающие среди глинисто-алевролитовых отложений нижней толщи верхнеялахкамской подсвиты верхнего аалена, имеют секущее положение к напластованию пород и локализуются в зонах дробления субширотного простирания. Рудоконтролирующие нарушения, преимущественно юго-западного падения, имеют углы наклона к горизонту  $45-85^{\circ}$ . В пределах зоны интенсивного дробления установлены две залежи: Правобережная и Левобережная.

Правобережная залежь имеет линзовидную форму, размеры которой по простиранию составляют 600м. В составе залежи преобладают массивные медно-пирротиновые руды.

Левобережная залежь отличается более сложным строением, здесь увеличивается количество прожилково-вкраплённых руд, среди которых встречаются массивные колчеданы. По простиранию рудное тело прослежено на 350м. В рудных телах найдены признаки интенсивного проявления метасоматоза, выраженного в замещении сидерита, пирротина, пирита и отчасти кварца –

халькопиритом. Вблизи дневной поверхности руды окислены. Как видно, секущий характер рудного тела к напластованию пород явился основным моментом для отрицания идей В.И. Смирнова.

В настоящее время большинство геологов, посещавших и работающих на месторождении Кизил-Дере, находят всё больше данных в подтверждение образования рудных тел в зонах разломов.

На основании отбора ориентированного керна по скважинам на месторождении Кизил-Дере, К.М. Кичигин и А.С. Кандауров (4) подтвердили секущее положение рудных тел к напластованию пород. Геологи из Университета Дружбы народов им. П. Лумумбы, при изучении структуры месторождения, также пришли к таким выводам.

По числу сторонников, гипотеза об эксгаляционно-осадочном происхождении рудных тел месторождения Кизил-Дере пока занимает второе место, но продолжает терять своих сторонников, между тем, как точка зрения о гидротермальном образовании рудных тел в зоне разломов, секущих напластования пород, стала основной и используется при выработке дальнейших направлений поисково-разведочных работ.

Каждая из двух основных гипотез генезиса рудных месторождений Восточного Кавказа имеет свои положительные и отрицательные стороны, в оценке которых определённую роль играет субъективный подход к их трактовке. Зачастую одни и те же факторы могут служить основанием для совершенно противоположных суждений.

Так, эксгаляционно-осадочная гипотеза не позволяет объяснить некоторые важные особенности строения рудных тел. По нашему мнению, линейное образование рудопроводящих трещин в рыхлых отложениях на морском дне маловероятно. Скорее всего, линейность будет проявляться в виде цепочки отдельных выходов, подобным грязевым вулканам, которые наблюдаются на поверхности в настоящее время. Далее, форма рудных тел не подтверждает условия эксгаляционно-осадочного образования, а именно – конусообразную форму, многоярусность или дифференциацию рудных и нерудных минералов по удельному весу в водной среде.

Недостатки второй гипотезы более существенны, они сводятся к следующему:

Образование мощных рудных тел из массивных сульфидов в зонах дробления среди инертных к замещению глинистых пород невозможно. В первую очередь это касается Правобережной залежи. Здесь довольно редко встречаемые обломки аргеллитов в руде не носят даже слабых следов замещения сульфидами. Контакты

вмещающих пород с рудой очень резкие, а это так же не характерно для зон дробления, залеченных сульфидами.

Секущее положение рудных тел по отношению к напластованию пород вызывает сомнение, так как авторы основную сложность геологического строения показывают за пределами участков, доступных для непосредственного наблюдения – между штольнями. В пределах горных выработок контакты рудных тел с вмещающими породами, как правило, согласные. К этому следует добавить, что один из авторов данной статьи, принимая участие в проведении работ на месторождении (1965-1968гг.), каких либо явных несогласий в горных выработках не наблюдал, кроме мелких подвижек, которые всегда возникают на границе двух сред с разной плотностью.

Сравнение месторождений Восточного Кавказа с некоторыми месторождениями Южного Урала (б) привело нас к выводу, что существенной разницы в условиях образования между ними нет, и многие закономерности образования руд для этих регионов являются общими. Основное различие заключается лишь в преобладании осадочных пород над эффузивными на Восточном Кавказе, тогда как на Южном Урале последние преобладают над первыми.

Исходя из этого, нами проведён всесторонний анализ имеющихся материалов по месторождению Кизил-Дере, который позволил подойти к вопросу о его генезисе, а, возможно, и других месторождений Восточного Кавказа, с несколько иных позиций.

При осмотре месторождения в 1971г. нами впервые обнаружены в рудной зоне конгломераты, оолитовые доломитизированные магнезиты, доломиты, останцы сидеритов и фауна, замещённая сульфидами железа, свинца и цинка.

Из многочисленных фактических наблюдений и частных выводов, положенных в основу наших представлений о генезисе месторождения Кизил-Дере, наиболее важными являются:

1. Проявление пластических деформаций в прослоях аргиллитов, залегающих среди массивных руд. Пластические деформации характерны для глинистых пород, которые не приобрели жёсткость. Следовательно, образование руд происходило до уплотнения глинистых пород, что указывает на незначительный разрыв во времени между их образованием и неблагоприятные условия для возникновения зон дробления.

2. Находки отдельных конгломератовидных обломков в рудной зоне дают основание предполагать генетическую связь руд с поверхностью размыва и изменениями фациальных условий осадконакопления. Среди окатанных обломков пород преобладают алевролиты, аргиллиты и значительно реже встречаются

метаморфические сланцы и органогенные известняки. В одной из карбонатных галек, обнаруженной нами, Т.В. Шевченко найдены стебли морских лилий из семейства *Crotalocrinitidae*, распространение которых связано с отложениями верхнего силура (верхнего лудлова) и нижнего девона.

3. Присутствие хемогенных оолитовых доломитизированных магнетитов и доломитов среди рудной зоны указывает на их формирование в прибрежно-морских и лагунных условиях. Под микроскопом в ядрах оолитов установлены скопления сфалерита, галенита, халькопирита и пирита. Скопления сульфидов также наблюдаются в центральных частях ромбоидов карбонатов. Иногда зональное строение оолитов и ромбоидов карбонатов подчёркивается пылеватыми включениями сульфидов или более крупными скоплениями сульфидов с ромбическими очертаниями в отдельных зонах. Ромбические контуры скоплений сульфидов свидетельствуют о хемогенном осаждении металлов в карбонатной форме с последующим их преобразованием в сульфиды в процессе метаморфизма.

4. Среди массивных, преимущественно пирротиновых руд, довольно часто встречаются останцы сидеритов с заливообразными контурами и постепенными контактами. В контактовой зоне пирротин развивается по микротрещинноватости и плоскостям спайности сидерита. В шлифах, отобранных из сидеритовых останцев, нами наблюдались зональные ромбические кристаллы, ядра которых выполнены пирротин-халькопиритовым агрегатом. Зональность указывает на хемогенно-осадочное образование карбонатов. Поскольку останцы сидеритов несут некоторые характерные черты осадочных образований и имеют постепенные переходы к массивным пирротиновым рудам, мы их рассматриваем как участки пласта хемогенных сидеритов, не прореагировавших с сероводородом, заимствованным из вмещающих пород. Образование пирротина по сидериту, по видимому, происходило в начальной стадии метаморфизма в зоне развития пористости и интенсивного растворения карбонатов кальция, магния (1,8–2,5 км). В этой зоне наиболее вероятна реакция сероводорода с карбонатами железа, меди, свинца и цинка.

5. Важным обстоятельством, также позволяющим раскрыть условия и время отложения рудного вещества, явилось открытие довольно обильных органических обломков и фауны с протоплазмой, замещённой сульфидами железа, свинца и цинка. Замещение сульфидами чувствительной к разложению органики связано с бактериальным осаждением рудного вещества в прибрежно-морских условиях непосредственно в процессе её отмирания. Из-за плохой сохранности фауны и ограниченного количества видов, до сих пор не найдено форм, по которым можно достоверно определить возраст пород. Т.В. Шевченко в образцах,

отобранных на месторождении Кизил-Дере установила фауну, характерную для всей юры. Водорослевый анализ позволил отнести породы к средней юре.

6. Накопление рудного вещества в прибрежно-морских и лагунных условиях отражено так же в морфологии и зональности рудных тел: длинные оси рудных линз соответствуют береговой линии, а зональность проявляется в поперечном направлении. Так как длинные оси рудных тел месторождения Кизил-Дере в результате тектонических движений имеют в настоящее время падение, близкое к вертикальному, то зональность проявляется в перпендикулярных сечениях, которые на приведённом плане (рис.1) соответствуют современному горизонтальному сечению рудных тел. Анализ определения металлов показал, что медью обогащены западные фланги рудного тела, а цинком – восточные. Следовательно, в период осадконакопления, когда залегание рудного тела было близко к горизонтальному, область сноса рудного вещества находилась западнее. Этот вывод согласуется с химической подвижностью меди и цинка и подтверждается ориентировкой кривой слоистости, наблюдаемой в районе месторождения. В результате периодической трансгрессии в западном направлении, в местах остановок береговой линии образовались рудные тела. Рудное тело, расположенное западнее (Левобережная залежь) залегает несколько выше в разрезе, чем восточное (Правобережная залежь). Как видно, кулисообразно-ступенчатое расположение рудных тел в разрезе рудоносной толщи, морфология отдельных линз и их зональность подтверждают наши выводы об осадочном генезисе руд.

7. Об источнике металлов. В оолитовых доломитизированных магнезитах обнаружены обломки более древних раскристаллизованных карбонатных пород с вкраплённостью сульфидов. В одном из обломков обнаружены реликты криноидий, центральные части которых выполнены галенитом. Довольно интенсивная раскристаллизация позволяет лишь в общих чертах уловить сходство с криноидиями силуро-девонского возраста, но это всё же даёт основание предполагать, что источником металлов были рудные зоны палеозоя.

Приведённые выше материалы дают возможность реставрировать основные черты формирования рудоносных осадков, установить характерные особенности и формы их преобразования на разных стадиях процесса в следующей последовательности:

1. Рудоносные хемогенные карбонаты, преимущественно железа и меди, отлагались в лагунных условиях в восстановительной среде. В прибрежно-морской зоне, примыкающей к зоне лагун, осаждение металлов шло в основном

органогенным путём с непосредственным образованием сульфидов железа, свинца и цинка по органическим остаткам в результате бактериальной деятельности и частично с образованием карбонатов этих же металлов.

2. В донных илах с сероводородным заражением началось частичное преобразование карбонатов металлов (в первую очередь свинца и цинка) в сульфиды.

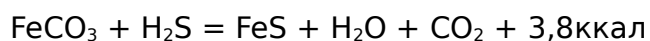
3. В условиях геосинклинального режима в присутствии углеводородов в осадочных породах шло восстановление сульфатного иона до сульфидного в результате биогенной (до 70-80°C) и абиогенной сульфатредукции (при более высоких температурах).

4. В периоды тектонической активности происходила интенсивная дегидратация осадков и выделение вод с растворимым сероводородом и его подвижных соединений в ослабленные зоны.

5. Наиболее благоприятные условия фильтрации растворов на стадии геосинклинального режима возникали в горизонтах трещиноватых карбонатов, залегающих среди пластинчатых глинистых пород.

6. Зону развития глубинной пористости (1,8-2,5км) можно рассматривать как «реакционную» зону образования основной массы сульфидов. Высокая пористость карбонатных горизонтов служила своего рода дренажной системой, через которую могли протекать огромные массы горячих сероводородных вод с больших глубин, что способствовало снижению геотермического градиента.

7. В карбонатных породах при «продувке» из водами с сероводородом и его растворимыми соединениями на глубине 1,8-2,5 км при определённой температуре начинался заключительный этап образования сульфидов. Экзотермический процесс реакции сероводорода с карбонатами металлов мог происходить в нарастающем темпе, носить лавинообразный характер и идти по следующей схеме:



8. В ходе экзотермической реакции образовались устойчивые к высокой температуре соединения – сульфиды, которые выбывали из дальнейшего процесса, а в растворе нарастало количество углекислоты и щёлочи, повышалось давление.

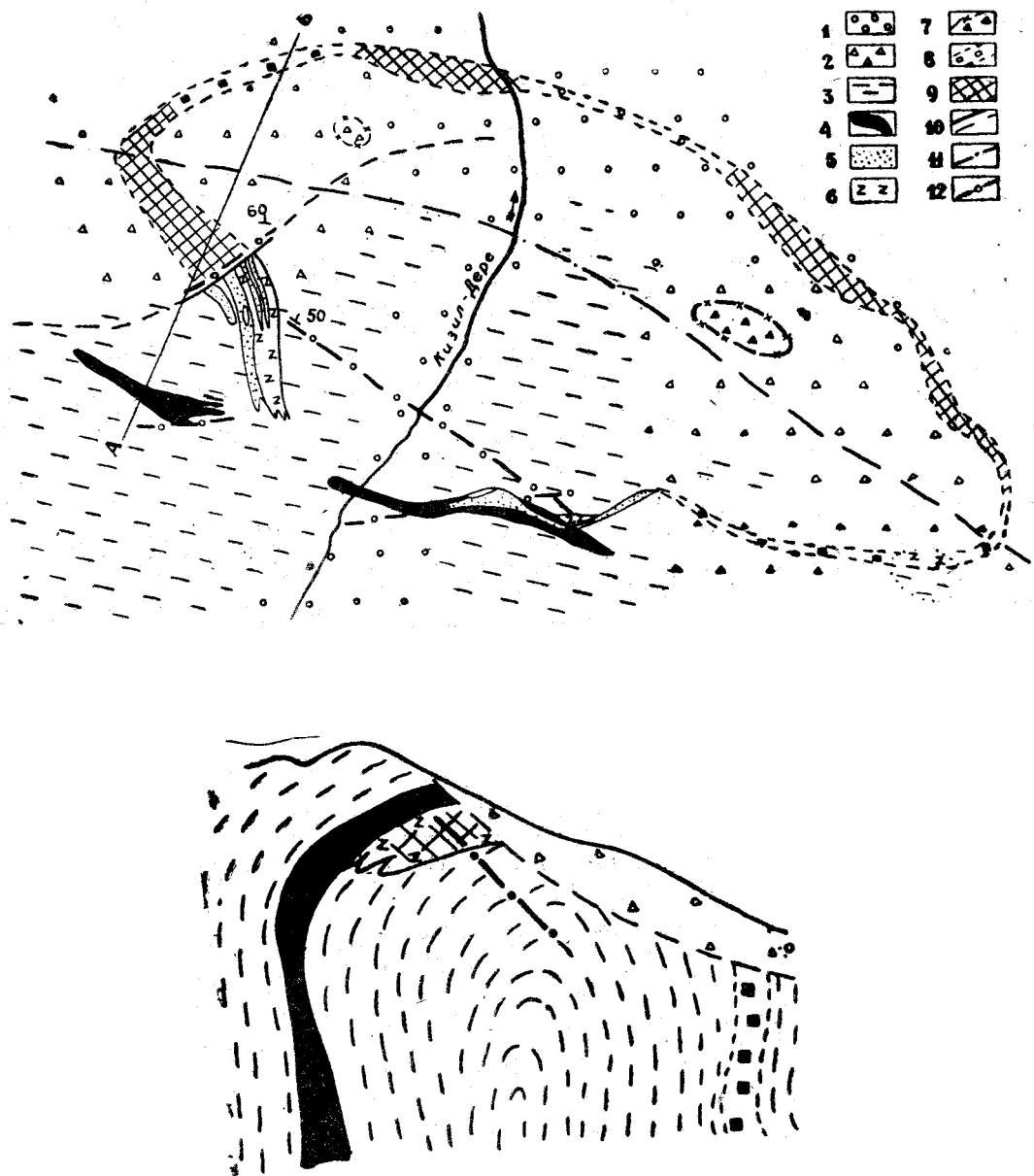


Рис.1 Схема геологического строения рудного поля месторождения Кизил-Дере  
 1. Аллювиальные отложения. 2. Делювиальные отложения. 3. Аргиллиты.  
 4. Колчеданные руды горизонта 1825м. 5. Выходы рудных тел на поверхность.  
 6. Вторичные кварциты. 7. Развалы рудных глыб. 8. Предполагаемая рудоносная зона.  
 9. Участки, перспективные на открытие колчеданных руд в предполагаемой рудоносной зоне. 10. Разрывы установленные и предполагаемые.  
 11. Ось антиклинальной складки. 12. Предполагаемые рудоконтролирующие нарушения и зоны дробления.

9. Интенсивность процесса зависела от объёма прореагировавших веществ, т.е., в первую очередь, от размеров реакционноспособных скоплений карбонатов металлов. В рудных зонах, имеющих максимальную мощность, особенно в их центральных частях, развивались высокие температуры, пропорциональные их размерам, и шло интенсивное изменение вмещающих пород.

10. Продукты реакции вступали во взаимодействие с кварцем вмещающих пород, алюмосиликатами и карбонатами кальция, магния и образовывали



легкорастворимые соединения – своего рода – «гидротермальные» растворы. При дальнейшем повышении температуры железо, медь, цинк и свинец частично переходили в раствор в виде бикарбонатов и щелочно-сульфидных комплексных соединений.

11. Поднимаясь по ослабленным зонам, остаточные продукты рудообразования формировали секущие напластования пород, кварцево-кальцитовые рудные зоны.

12. Участие магматических пород способствовало снижению геотермического градиента, ускорению процесса сульфидизации на стадии незначительного регионального метаморфизма и более интенсивной водоотдачи вмещающими породами. Внедрение даек основных пород облегчало вывод остаточных продуктов рудообразования из зоны сульфидизации (1,8–2,5км) к поверхности, особенно по ослабленным контактовым зонам их с вмещающими породами.

Что же касается перспектив рудного поля Кизил-Дере, то, исходя из согласного залегания рудных тел с вмещающими породами и особенностей геологического строения района месторождения, можно сделать вывод о его брахиантиклинальном строении (рис.1). Рудовмещающая зона под наносами как бы окаймляет ядро брахиантиклинальной складки. На плане замкнутый выход рудоносной зоны вытянут в общекавказском направлении на 2км при ширине 1км. Рудовмещающий горизонт в пределах складки вскрыт горными выработками на юго-западном крыле. Северо-восточное крыло перекрыто аллювиальными отложениями реки Ахтычай. Положение северо-восточного крыла под наносами показано на рис.1. В пределах рудного поля перспективы открытия новых рудных тел особенно значительны на северо-восточном крыле, поскольку здесь можно ожидать продолжения рудных тел, аналогичных по размерам вскрытым залежам юго-западного крыла. При поисках новых рудных тел следует учитывать кулисообразно-ступенчатый характер их залегания в рудоносной зоне и установленные морфологические особенности.

Значительные перспективы открытия новых рудных тел могут быть на северо-западном и юго-восточном погружениях рудоносного горизонта. В районе северо-западного погружения рудоносной зоны можно так же ожидать наличие параллельных рудных тел, залегающих в лежачем боку известного рудного тела.

## Литература

1. Андрущук В.А., Рубцов Н.Ф., Савин С.В. Месторождение Кизил-Дере в Горном Дагестане. Разв. и охр. недр, №5, 1967.
2. Андрущук В.А., Апостолов Д.А., Диваков К.С., Дзетовецкий Л.В., Рубцов Н.Ф., Чернов И.И., Черницын В.Б. Основные черты металлоносности и геологического строения Юго-Восточного Дагестана. Тезисы доклада III конф. по геол. и пол. иск. Северного Кавказа. Ессентуки, 1968.
3. Бородаевская М.Б., Мустафабейли М.А., Курбанов Н.К., Мусаев А.Н., Зулфугаров С.Б. Сходство и различие залежей сульфидных полиметаллических руд Белокано-Закатальского района (Б. Кавказ) и колчеданных залежей в вулканогенных формациях. Изв. АН СССР, сер. геол., №4, 1966.
4. Кичигин К.М., Кандауров А.С. Применение кернометрии в Северо-Кавказском геологическом управлении. Экспресс-инф. техн. и технолог. геол. работ, №162, 1971.
5. Мазанов Д.Д. Литология и генезис юрских отложений Б.Кавказа в пределах Азербайджана. Изд-во АН Азерб.ССР, Баку, 1969.
6. Паливода Н.К. К методике поисков сульфидных месторождений в Баймакском районе. Мат. по геол. и пол. иск. Южного Урала, М., вып.3. 1962.
7. Полищук И.Б., Слюняев А.А. Колчеданное месторождение Кизил-Дере в Южном Дагестане. Изв. выс. уч. зав. геол. и разв., №6, 1970.
8. Резников В.И. Генезис колчеданных месторождений сланцевой полосы Восточного Кавказа. Тез. докл. III конф. по геол. и пол. иск. Северного Кавказа. Ессентуки, 1968.
9. Смирнов В.И. Соотношение осадочного и гидротермального процессов при формировании колчеданных руд в юрских флишоидах Большого Кавказа. Докл. АН СССР, т. 177, №1, 1967.
10. Скрипченко Н.С. Вулканогенно-осадочное рудообразование (на примере колчеданных месторождений Северного Кавказа). Изд. «Недра», М., 1966.
11. Фесенко Г.С. Особенности строения и минералогия зоны окисления медно-пирротинового месторождения Кизил-Дере в горном Дагестане. Бюлл. Моск. Общ. исп. прир., отд. геол., №4, 1971.