

Геология и морфология на медно-полиметалните орудявания в Граматиковското рудно поле

Д. Океанова

Геолого-проучвателно предприятие, Ямбол

D. Okeanova — Geology and morphology of copper-polymetallic ore mineralizations of Gramatikovo ore field. The copper-polymetallic ore bodies are localized in grey-green calc-schists — chlorite-sericite, banded, subjected to repeated hydrothermal alteration.

The ore bodies are of lenticular-lense-like form and comprise five mineralogic-structural types of ores: pyrite-chalcopyrite, quartz-calcite with sulphides, and three types of sphalerite ores. Several ore types may be incorporated in one ore body and show diverse spatial interrelations. The structure of the ore bodies is complex and resulted from several stages of ore deposition, each stage corresponding to a definite type of hydrothermal alteration. The studies of the relationships between the mineralogic-structural ore types in the ore bodies indicate that they were formed in distant time intervals. The spatial links between such distant ore-forming processes indicate the paramount importance of structural factors in the localization of the metalliferous hydrotherms. The superposition of mineralizations of different age is accompanied by deformations, recrystallization and metasomatic processes within the ore bodies.

The ore bodies are related to the main faults (40 and 140°) and form ore ribbons with step-like position of the bodies in them. The two groups of faults intersect in sector Sinja bara where an ore-conduit structure was established.

The ore sectors (Keremidoto, Sinja bara, Karcalevo, Cevcovo and Raevo) around this structure trace a Z-shaped form. North-northwest of the contact of Gramatikovo pluton the ore bodies grade from specularite-chalcopyrite (Keremidoto) and polymetallic (Sinja bara — Karcalevo) to polymetallic (Raevo — Cevcovo), i. e. the relative part of the different ore types in the bodies changes.

The studies of the ore mineralizations in Gramatikovo ore field show that most probably they resulted from hydrothermal processes of different age.

Нерешеният въпрос за перспективността на този засега единствено промишлен тип руди в пределите на Граматиковското рудно поле е причина за това ново връщане към „позната“ вече тема. Геоложките проблеми и особености на Граматиковското рудно поле са разгледани в литературата от Василев (1959), Бояджиян (1969), Драгов и др. (1976) и др.

Настоящата работа отразява основните и някои нови факти върху геологията и морфологията на установените досега рудни тела и зони с оглед решаване на някои генетични проблеми.

Геология и типология на рудното поле

Рудовместващ е Странджанският диабаз-филитоиден комплекс. Той е поделен (Драгов и др., 1976) на следните скални задруги (от горе на долу): стръвнишки метапсамити и мрамори; заберски сиво-черни филитоидни шисти; граматиковски ивичести хлорит-серицит-карбонатни шисти (калкошисти).

Задругата на заберските шисти в различна степен е наситена с диабазови тела, диабазови туфи и албитофири. Тела с вулканогенен произход се срещат и сред граматиковските калкошисти. Това са предимно зелени шисти и сиво-зелени пепелни туфи.

Рудни сулфидни минерализации (пирит, \pm халкопирит, сфалерит) се наблюдават повсеместно в разреза на рудовместващия комплекс, но рудни тела досега са установени само в задругата на граматиковските калкошисти. Това е причината да се смята, че съществува литолого-стратиграфски контрол на орудяванията и калкошистите да се приемат за благоприятно рудокализиращо стратиграфско ниво (Драгов и др., 1976; Яковлев, 1979).

Дебелината на това ниво варира от 350 m до 550 m. То е обособено със сиво-зеления си цвят, карбонатните ивички, които се редуват със силикатните (серицит-хлоритови), и от наличието на кварц-карбонатни образувания (лещи) с дебелина 3—30 cm. Критерий за поставяне границата на тази задруга е сиво-зеленият цвят, а той по своя интензитет е непостоянен и прелива от сиво-черен, сив, сиво-зелен до яснозелен. На места се наблюдава и рязка смяна на цвета на шистите от черен, сиво-черен в сиво-зелен (с. 1535 и 1637). В сондажна ядка от калкошисти по повърхнини, паралелни на нашествияването, се наблюдават сиво-черни петна, т. е. реликти от аспиден комплекс (?). Това е доказателство за по-късно формиране на калкошистите като литостратиграфска единица вследствие на регионална, хидротермална промяна (хлоритизация) на част от аспидния комплекс. В задругата на заберските шисти (т. нар. пъстра задруга) също се срещат пачки сиво-зелени калкошисти, както и хлоритизирани (зелени) шисти и хлорит-серицит-албитови шисти с вулканогенен произход.

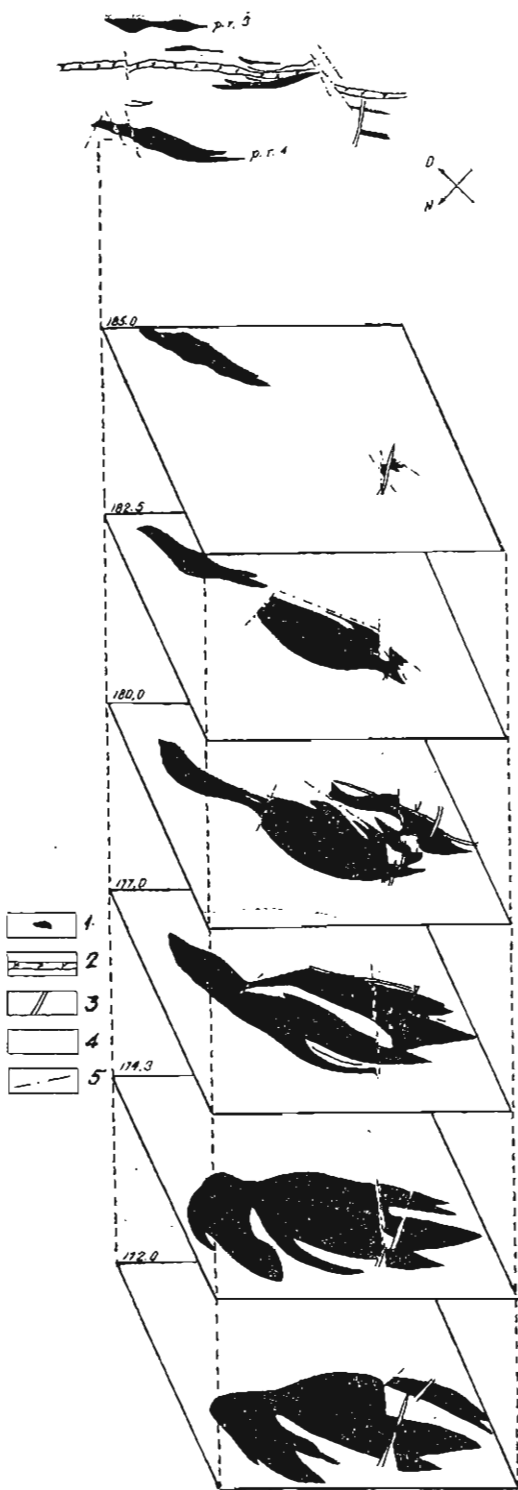
В рудните участъци (Синя бара, Цевцово) се наблюдава и друг вид хидротермална промяна на калкошистите (хлорит+каолинит), наложена на първата (регионалната). В резултат на нея те придобиват специфичен светлозелен цвят, близък до резедавия. Хлорит-серицитовите ивици вече не са сиво-зелени, а зелени, като се наблюдават напълно каоилинизирани ивички от тях с бледожълт цвят. Мощността на тези зони варира от 1—2 до 30—50 m.

Трети тип хидротермална промяна се установява около Граматиковския плутон (уч. Калугерово). Тя засяга както тъмните филитоидни (заберски) шисти, калкошистите, диабазовите тела, така и по-късните дайкови скали и се изразява в окварцяване, серицитизация, каолинизация, карбонитизация и хематитизация на същите. Метаморфитите придобиват сиво-жълт до ръждиво-жълт цвят, а дайките — ръждиво-жълт до ръждивочервен. Последните са орудени предимно от пирит, по-малко халкопирит и в незначителни количества сфалерит. Вероятно от същия тип е хидротермално променената зона в уч. Кутльовица — източния контакт на Граматиковския плутон (Кунов, Панайотова, 1976).

Изброените хидротермални прояви, развити в рудовместващия комплекс, имат площен характер. Те „издават“ елементи на полицикличност в развитието и оформянето на облика на рудното поле.

Установените досега рудни участъци — Синя бара, Керемидото, Карцалево, Цевицово и Раево, са разположени северозападно от Граматиковския плутон. Рудните тела са локализирани в сиво-зелените калкошисти, като само тези в уч. Керемидото частично са в обхвата на контактния двор на плутона. Те най-често са съгласни с вместващите ги метаморфити, които в генерален план имат елементи на залегане $250/340/30^\circ$.

Формата на рудните тела е сложна, неправилна, но най-често лещовидна, лентовидна или почти изометрична. На фиг. 1 тя се илюстрира с рудни тела № 3 и 4 от рудна зона 200 на уч. Карцалево на хоризонтални планове, като рудно тяло № 4 е проследено на хоризонтални разрези през 3 m до кота 172 m. Тези основни рудни тела се придружават от множество други по-малки сателитни. Телата от тази зона имат посока югозапад—североизток и наклон $35-50^\circ$ към северозапад. Размерите на рудните тела силно варират. С най-малка дебелина (0,10—1,00 m) се характеризират компактните дребнозърнести сфалеритови руди, които изграждат самостоятелни послойни рудни тела, сателитни на по-големите (сондажи 1665, 1647, 1720). С малка дебелина са и тъмнозелените хлоритови зони с пирит и халкопирит. Тяхната дебелина варира от 0,10 до 2,00 m. С най-голяма



Фиг. 1. Уч. Карцалево. Серия от хоризонтални разрези на рудно тяло № 4 от рудна зона 200

1 — рудно тяло; 2 — диоритова дайка; 3 — лампрофирна дайка; 4 — калкошисти; 5 — разлом

средна дебелина и най-големи вариации в нейната стойност са кварц-карбонатните медно-полиметални рудни тела и зони. Тяхната дебелина, установена досега в рудните участъци, е от 0,30 до 12,00 м.

Рудните тела имат сложен вътрешен строеж. За медно-полиметалните орудявания в калкошистите на уч. Синя бара и уч. Карцалево са характерни следните основни минералого-текстурни типове руди:

1. Тъмнозелени хлоритизирани шисти с впръслечно орудяване от пирит и халкопирит.

2. Карбонатни (калцитови) рудни тела с участие на кварц и впръслечно-петнисто орудяване от пирит, халкопирит, \pm сфалерит.

3. Сиви, слоисти, дребнозърнести цинкови руди със значително участие на карбонат, с рахла текстура.

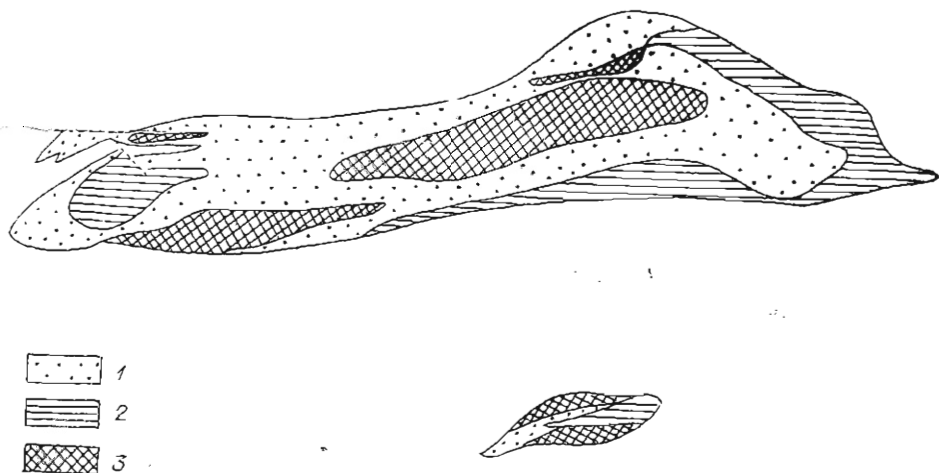
4. Сиво-черни, компактни, дребнозърнести, почти мономинерални, шлакоподобни сфалеритови руди.

5. Масивни сфалерит-галенитови руди тип Раево, изградени от сфалерит, галенит, малко халкопирит и калцит под формата на лещички.

Много характерен белег на медно-полиметалните рудни тела от Граматиковското рудно поле е вместването на различни минералого-текстурни типове руди в рамките на едно рудно тяло (фиг. 2).

Всяко по-голямо тяло е изградено от два или повече минералого-текстурни типове руди, които са сравнително добре засебени или са с бърз постепен преход помежду си. Невинаги рудните тела са изградени от всички изброени по-горе типове руди.

Последният от изброените минералого-текстурни типове руди е основният тип руда, изграждаща телата в уч. Раево. Той включва късчета от брек-



Фиг. 2. Уч. Карцалево, рудна зона 200, рудно тяло 1 (1А)

1 — еднокристална кварц-калцитова зона със сулфиди; 2 — сива слоиста сфалеритова руда; 3 — компактна сфалеритова руда (по И. в. Иванов)

чиран и споен от рудна маса червен варовик. Освен него там се наблюдават и гънкувани едрокалцитови лещи с впръслещи и петна от пирит и халкопирит. В контурите на рудните тела са включени и орудени от пирит и халкопирит хлоритизирани калкошисти. Рудните тела в уч. Раево (зона 253) са изградени от два от посочените по-горе пет минералого-текстурни типа руди,

а третият — едрокалцитовите лещи засега са наблюдавани само в този участък. На около 70—100 m над рудна зона 253 в „пъстрата“ задруга (заберски шисти) е локализирана рудна зона 254, която е пиритова по състав и е представена от два типа руди: пиритизирани шисти и окварцени диабази с едрозърнест пирит. Този тип пиритизация е много разпространен в Грамафиковското рудно поле. Смята се, че имат хидротермално-метасоматичен произход и независимо от това, че са повсеместни, те нямат самостоятелно промишлено значение.

Установеното медно-полиметално орудяване в уч. Цевцово (сондажи 1534, 1538, 1539) е изградено от същите минералого-текстурни типове руди, както и в уч. Раево с тази разлика, че калцитовите лещи с пирит и халкопирит тук са зърнести. В сондаж 1538 рудният пробод има характер на рудна жила с инверсен характер, т. е. добре засебени контакти в централната част, където се наблюдава халцедоновиден кварц, а встрани от него — орудяване в кварц-карбонатни зони с пачки от компактно сфалерит-галенит-халкопиритово орудяване (тип Раево) и постепенно преминаване към впръслечно полиметално орудени карбонатизирани шисти и вместиците сиво-зелени калкошисти.

Теренните наблюдения показват значителна аналогия в строежа на рудните зони, пресечени от сондажите в уч. Синя бара и рудните тела от уч. Карцалево.

Рудата на Синя бара — Карцалево се отличава от тази в Раево — Цевцово по съдържанието на олово, като в последните два участъка то превишава няколко пъти това в Синя бара — Карцалево. Това се дължи на различната степен на застъпеност на последния от изброените по-горе минералого-текстурни типове руди, който е основен носител на този компонент.

Разпределението и взаимоотношенията между минералого-текстурните типове руди в рудните тела са непостоянни. Например тъмнозелените хлоритизирани шисти, съдържащи пирит и халкопирит, сравнително рядко се установяват самостоятелно. Те са в долнището или горнището на рудните тела, но често идват и в централните им части под формата на пачки и лещи, деформирани в различна степен. Този тип орудяване (отличава се с кондичионни съдържания на халкопирит) се установява на различни дълбочини, вкл. и в най-дълбоко залягащите рудни тела.

Съществува „разнообразие“ в пространствените взаимоотношения на минералого-текстурните типове руди в рамките на рудните тела. За тяхната последователност на отлагане може да се каже следното: за най-ранни се смятат пирит-халкопиритовите орудявания в хлоритизирани калкошисти. Ранни са и сивите слоисти сфалеритови руди. В тях карбонатът е частично излужен и те са ронливи. Понякога между сфалеритовите ивички се наблюдават вмъкнати такива от масивна сфалеритова руда тип Раево. Най-късни образувания са карбонатните медно-полиметални орудявания с малко кварц. В горните хоризонти (220; 180) на рудник „Карцалево“ тези кварц-карбонатни зони са сравнително енокристални и съдържат пирит, халкопирит и сфалерит. В тях се наблюдават заграбени пачки от калкошистите, които са превърнати в хлоритови шисти. В дълбочина (под хоризонт 180) се наблюдават мраморни лещи в пределите на рудните тела, които са напукани и в пукнатините са отложени по-късен бял карбонат, кварц и малко сфалерит. Пирит и халкопирит се срещат рядко. Това са промишлено-некондичионни части от рудните тела за разлика от кварц-карбонат-полиметалните рудни зони.

В уч. Раево и уч. Цевцово карбонатните (калцитови) лещи съдържат пирит и халкопирит, а в уч. Карцалево те са кварц-калцит-полиметални.

Смята се, че карбонатните (калцитови) рудни зони са късни хидротермални образувания, отложени от богати на калций разтвори, които са „консервирани“ мраморните пачки в шистите.

Неясно е мястото (по време) на черната шлакоподобна сфалеритова руда. Тя е сравнително слабо застъпена и се наблюдава като маломощни (1—50 см) и неиздържани слойчета сред сивата слоиста руда или като неправилни образувания сред карбонатните зони.

При последователното отлагане във времето на отделните минералоготекстурни типове руди един върху друг, е станало известно преразпределение на рудното вещество. Ясно подчертано е това явление при отлагането на кварц-калцитовите лещи, в които се преотлагат пирит, халкопирит и галенит като най-подвижни компоненти. Кварц-калцитовите лещи са отложени последни във времето и те дооформят строежа на рудните тела по пътя на ремобилизацията и преотлагането само в пределите на рудните тела или рудната структура като цяло. Изяснено е, че кварц-калцитовите лещи имат горнокредна възраст и са разпространени само в пределите на калкошистите и най-вече в екзоконтактите на младите интрузиви (Д р а г о в и др., 1976).

Рудните тела на уч. Керемидото са изградени от два минералоготекстурни типа руди, специфични за участъка. Това са дребнозърнеста масивна пирит-халкопиритова руда с участие на кварц и карбонат и компактна хематитова (спекуларитова) руда. Върху последната е отложена под формата на прожилки и петна пирит-халкопиритова минерализация. Уч. Керемидото е разположен в северозападния екзоконтакт на Граматиковския плутон.

Околорудните изменения се изразяват в хлоритизация на вместващите хлорит-серицитови шисти, т. е. рудните тела се придружават от хлоритови „ризи“. Интензитетът на хлоритизация е непостоянен и е в зависимост от състава на рудните тела. Например цинковите тънкослойсти рудни тела почти винаги се придружават от зони на хлоритизация, пирит-халкопиритовите минерализации в калкошисти също. Хлорит се наблюдава и в кварц-калцит-полиметалните зони.

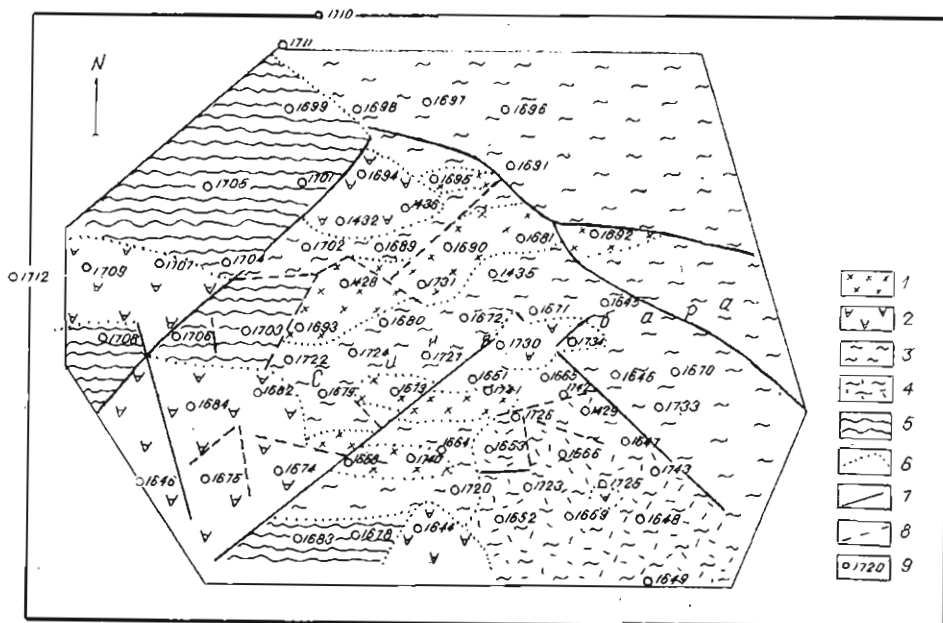
Процесите на карбонатизация и окварцяване са също добре застъпени. В най-голяма степен те засягат кварц-калцит-полиметалните рудни зони и по-малко сфалеритовите и пирит-халкопиритовите руди.

Разположение на рудните тела в калкошистите

Медно-полиметалните орудявания в задругата на граматиковските сиво-зелени калкошисти образуват послойни тела. В значителна степен те са разкъсани, огънати, завъртени и нерядко изведени от първоначалното им положение благодарение на интензивна пострудна тектонска дейност. Независимо от това рудните тела са морфоложки обособени и границите им почти винаги ясни, независимо от слоистия характер на някои рудни типове (2, 3), които участвуват в изграждането им. В повечето случаи рудните тела залягат стръмно с наклон 30—65°. Елементите им на залягане в отделните участъци са:

1. Уч. Керемидото: 260/350/40—65°.
2. Уч. Карцалево, рудна зона 200: 230—250/320—340/35—50°; рудна зона 203: 270/360/30°.
3. Уч. Раево, рудна зона 253: 250/340/30°.
4. Уч. Синя бара: по данни от сондажните геоложки профили и по аналогия с уч. Карцалево се приема, че рудните тела имат посока северо-

изток — югозапад и наклон около 20° към северозапад. За този участък бяха направени хоризонтални проеции на рудните тела по котите на горнището на рудните прободи. Съвсем отчетливо на всяка една от проекциите се маркира разломна структура с посока югозапад — североизток (около



Фиг. 3. Геоложка карта на уч. Синя бара

1 — порфиоровен диорит; 2 — зърнист диабаз, шистуван диабаз, албитофири, диабазови туфи; 3 — калкошисти; 4 — хорлфелзувани калкошисти; 5 — аргилитоподобни шисти; 6 — геоложка граница; 7 — първостепенна разломна структура; 8 — второстепенна разломна структура; 9 — сондажна изработка

40°). В дълбочината тя се измества на югоизток. Приема се за структура с възседен характер, като разликата във височината на крилата е около 15—20 m. По време на проучването на уч. Синя бара правеше впечатление, че рудните площи са разположени в периферията на участъка, рудните прободи (тела) там са по-ясно засебени и по-богати на метал, а в централната част на участъка (между сондажи 1741, 1727, 1672, 1730) почти няма руда. Установи се едно приблизително концентрично разположение на рудните тела. Допуска се, че се касае за рудопроводяща структура, чиято зона на мобилитет е развита в най-висока степен около сондаж 1730, т. е. в централната част на уч. Синя бара (фиг. 3). По-късно като резултат от изучаване особеностите на строжа на първичните геохимични ореоли (К е р б е л о в а и др., 1979, непубликувано) бе дадено мнение, че централната част на уч. Синя бара представлява област на съчленяване (пресичане) на северозападни, североизточни и широтни разломи. Този възел се явява рудопроводящ и от него се наблюдава симетрично изменение на вектора на зоналността. Контрастните изменения на геохимичните параметри в южна и югозападна посока свидетелствуват за екраниращата роля по отношение на рудоносните разтвори, на широтния разлом, минаващ по границата на

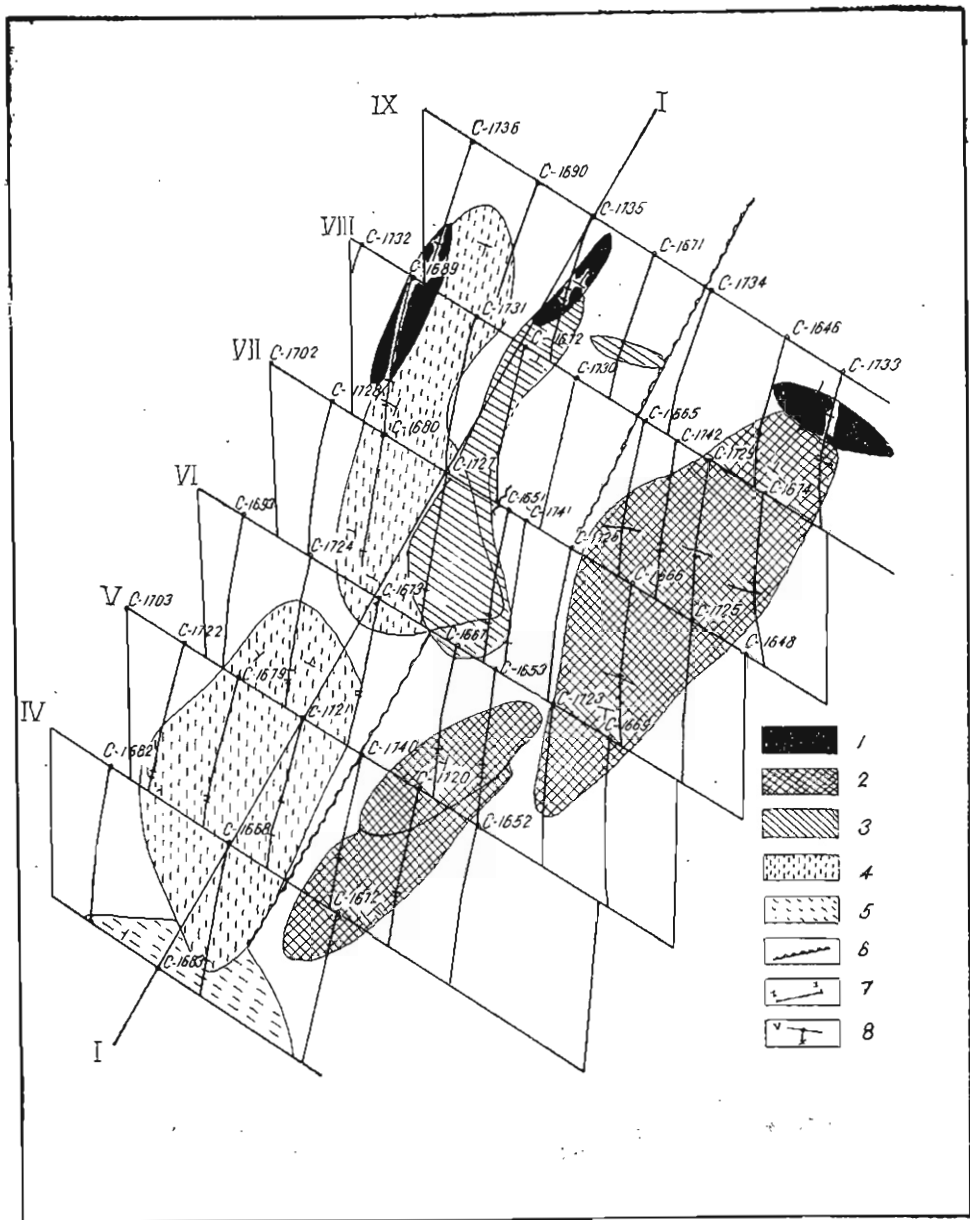
тектонските блокове¹. Геолого-тектонската характеристика на участъка потвърждава екраниращата роля на западната и южната граница на участъка, които са тектонски и се съчленяват в района на уч. Дъбово крайще около сондаж 1675. Предпоставки за наличие на дорудна структура между сондажи 1721 и 1740 и на профил IX на нивото на сондаж 1671 с рудопроводяща и рудоразпределяща роля дават изследванията на зоналността на първичните ендеогенни геохимични ореоли на този участък (Гуджукоев, 1982). От същите изследвания проличава, че по отношение на уч. Синя бара оловото, цинкът и медта проявяват неясноконцентрична зоналност.

Разположението на рудните тела около рудопроводящата структура в уч. Синя бара е подреждане около срязан на две части купол. По геофизични и геоложки данни се доказва, че в централната част на участъка рудните тела са хоризонтални или субхоризонтални. В западния блок рудните тела имат падение на северозапад, като наклонът им рязко се увеличава зад разломното нарушение, установено от сондажи 1722, 1693, 1728, 1731 и 1690. В източния блок има няколко рудни тела, които западат на север-северозапад, на юг или югозапад. Най-голямото от тях е оконтурено от рудните прободи на сондажи 1733, 1646, 1665, 1742, 1729, 1647, 1666, 1723. В североизточната си част то има наклон 30° към североизток, в западната наклон 10° към югозапад, а около сондажи 1741, 1665, 1742 и 1726 е почти хоризонтално (фиг. 4).

В уч. Синя бара в горните части на разреза се наблюдават късни диабазови продукти, където албитофирите заема предимно периферните части, а в централната част се разкриват шистувани диабаз и туфи с дебелина, не надвишаваща 20 m. Под диабазите в първите 30—40—50 m от геоложкия разрез в целия участък се наблюдава силообразно тяло от порфириден диорит. Наблюдават се и множество дайки. В минните изработки се вижда, че те са тясно пространствено свързани с рудните тела и в повечето случаи сноповидно развити. Всички рудни участъци с установено медно-полиметално орудяване се характеризират с присъствие на продукти на двата типа магматизъм — вулканския и интрузивния, и с блоков строеж. Блоковият строеж на Граматиковското рудно поле и в частност на рудната ивица Керемидото — Синя бара се илюстрира на фиг. 5.

Вероятно Синебарската структура продължава на североизток в уч. Карцалево. За това свидетелства аналогията в строежа, състава и разположението на рудните тела в двата участъка от двете страни (двата блока) на структурата. В източния (югоизточния) блок на рудната ивица Синя бара — Карцалево рудните тела имат посока близо до 180° , докато телата в западния (северозападния) блок имат югозападна до западна посока. Аналогията в състава и строежа на рудните тела от двата участъка вече се подчерта. Разположението на рудните участъци в Граматиковското рудно поле има Z-образна форма, като основната структура тук има посока североизток (Синя бара — Карцалево) и отговаря на една от двете главни системи разломи — $20\text{—}40^\circ$. Рудните тела са разположени стъпаловидно едно под друго с частично припокриване и височина на стъпалото 20—40 m (фиг. 6). Тази структура е нарушена от разломна единица с посока 140° (другата главна система разломи). Тя минава там, където прекъсват площите Раево — Карцалево, Карцалево — Синя бара, и отделя пирит-хематит-халкопирито-

¹ Кербелова, В., В. Дюлгерев, М. Кючукова, Хр. Илиева, Б. Илиев, 1979. Доклад върху резултатите от изучаване особеностите на строежа на първичните геохимични ореоли на месторожденията Граматиково, Маджарово и Радка. Геофонд КГ.



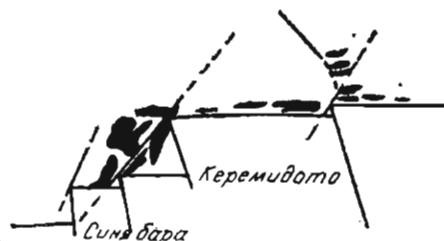
Фиг. 4. Разположение на рудните тела в уч. Синя бара, интерпретирано на базата на обвързката им в сондажите и котите на горнището на рудните прободи

1 — рудни тела на кота над +50; 2 — рудни тела на кота +20 +40; 3 — рудни тела на кота -10 -20
 4 — рудни тела на кота -20 -50; 5 — рудни тела на кота под -60; 6 — Сянебарска рудопроводяща структура; 7 — профил №, сондаж №, руден пробод; 8 — геоложки разрез по I—I (фиг. 6)

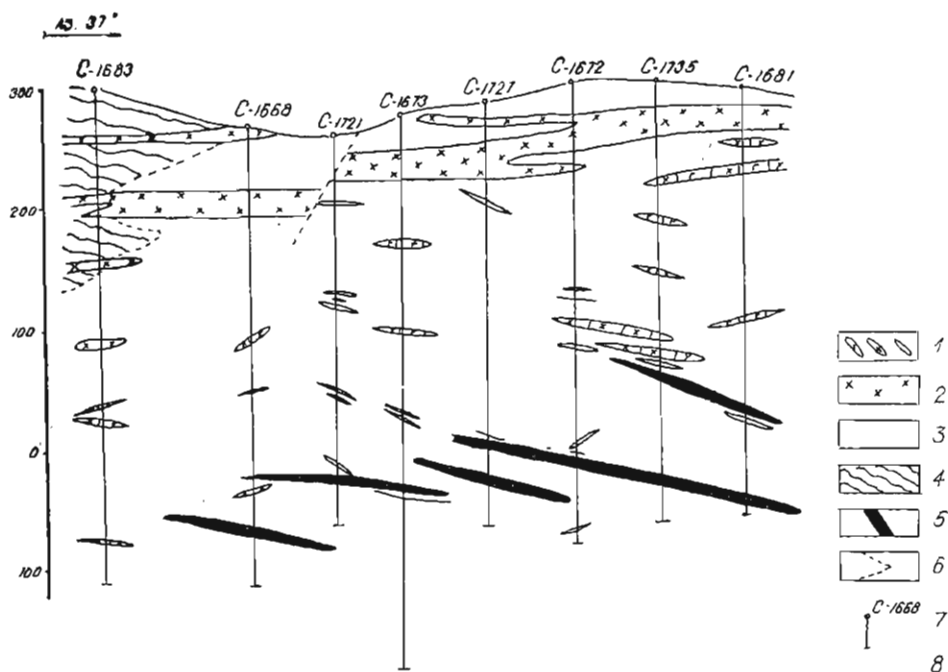
вите пластове на Керемидото от медно-полиметалните на уч. Синя бара, като тук по тази дислокация се установява издигане на източния блок, означен като Керемидото, с около 60 m (фиг. 7).

Изводи

На базата на морфологията и строежа на рудните тела се установява, че посочените минералого-текстурни типове руди са наложени, т. е. контролирани от нееднократно оживявани структури с пукнатинен характер. Раз-



Фиг. 5. Блоков строеж на рудната ивица Керемидото — Синя бара

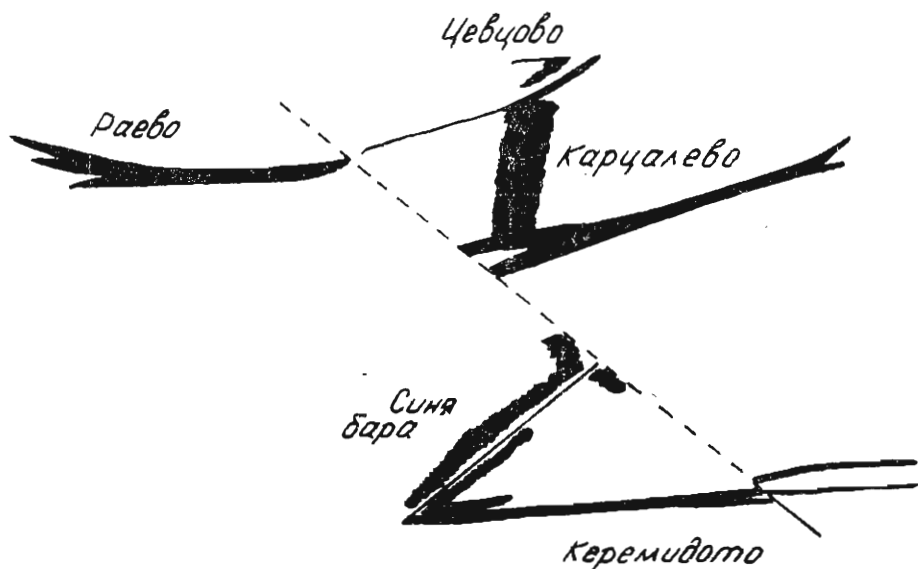


Фиг. 6. Уч. Синя бара. Геоложки разрез по профил I—

1 — дайки; 2 — пбфироиден диорит; 3 — калкошисти; 4 — пъстра задруга; 5 — рудно тяло; 6 — ус-ловна граница; 7 — сондаж №; 8 — разлом

положението на минералого-текстурните типове руди и тяхната застъпеност в пределите на дадено рудно тяло са в зависимост от отварянето на пукнатината и степента на нейната регенерация. Естествено е, че в такива пластични скали разломните зони не са издържани и при тектонски усилия, съпроводени с хидротерми, се постига по-скоро едно разлистване (отслояване) в шистите в пределите на дадената тектонска единица.

Медно-полиметалните орудявания в Граматиковското рудно поле носят белезите на хидротермален генезис, като за тяхното локализиране съществена роля е оказал структурният контрол. Най-ранното металонатрупване се предхожда или съпровожда от хлоритизация на част от аспидния комплекс.



Фиг. 7. Разположение на рудните участъци в Граматиковското рудно поле

Районът на местн. Големите Котвини, е перспективен за търсене на медно-полиметални руди, тъй като геолого-тектонската обстановка е аналогична на тази в описаните рудни участъци и той се явява естествено тяхно продължение на северозапад.

Л и т е р а т у р а

- Б о я д ж и я н, О. 1969. Геология, състав и генезис на медно-пиритните и полиметалните месторождения сред нискометаморфните седименти от северното бедро на Стойловската синклинала. Геофонд ГИ на БАН, 197.
- В а с и л е в, Л. 1959. Към проблема за първичната регионална и възлова зоналност на горнокредно-палеоценските рудни формации в Югоизточна България. — *Год. Управл. геол. пр.*, 10, 45—69.
- Г у д ж у к о в, А. 1982. Зоналност на първичните ендеогенни геохимични ореоли в нискокристалинните метаморфити от Граматиковското рудно поле. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 33, 3, 258—270.
- Д р а г о в, П., Г. Ч а т а л о в, В. И в а н о в а - П а н а й о т о в а, Й. М а л я к о в, А. К у н о в. 1976. Граматиковско рудно поле — Странджа пл. — *Год. СУ*, 68, 1, 233—279.
- К у н о в, А., В. И в а н о в а - П а н а й о т о в а. 1976. Нови данни за геоложкия строеж и проявите на хидротермална дейност в източния контакт на Граматиковския интрузив. — *Геохим., минер. и петрология*, 5, 168—175.
- Я к о в л е в, Г. Ф. 1979. Вулканогенные структуры месторождений полезных ископаемых. — *Вестн. Моск. Ун-та*, 4, геология, 5.

(Постъпила на 15. V. 1984 г.)