

## Структурен контрол на орудяването в Маданското рудно поле

В. Г. Георгиев

Научноизследователски институт по полезни изкопаеми, 1505 София

*V. G. Georgiev — Structural control of the ore mineralizations in Madan ore field.* The vein ore bodies are the main industrial type in the zinc-lead Madan ore field. Metasomatic ore bodies are commonly found in the places where the oreiferous faults intersect marbles and amphibolites. It is supposed that the area of intersection of oreiferous (N-NW and N-NE) faults and the barren transversal (W-NW) faults played the part of conduits for the movement of ore-bearing solutions. This is indicated by the following facts: increase of the productivity of vein ore bodies (Fig. 1) and the width of metasomatic ore bodies (Figs. 2, 3) in proximity to the areas of intersection of oreiferous and transversal faults; some specific features in the distribution of mineral parageneses and the related geochemical features; increase of the intensity of hydrothermal alteration of the host rocks and higher paleotemperature of quartz in the quartz-sphalerite-galena paragenesis (determined through homogenization of gas-liquid inclusions) in horizontal direction, towards the conduits.

It is supposed that the level of branching of the hydrothermal flows from the conduits and their movement along the oreiferous faults corresponds to the boundary between the zone of dominant influence of the lithostatic pressure (below) and the zone of dominant influence of the tectonic stress field (Fig. 4). On these grounds the perspective areas for prospecting for vein and metasomatic ore bodies are shown on the block-diagram (Fig. 5) and the map (Fig. 6) of the Madan ore field.

### Увод

Орудяването в Маданското рудно поле е цинково-оловно. Основен Промислен тип рудни тела са жилните. Там, където рудовместващите разломи пресичат мрамори или амфиболити, често се формират и метасоматични рудни тела.

Маданското рудно поле е разположено в пределите на западното бедро на Маданско-Давидковската антиклинала (Б о г д а н о в, 1960). Районът на рудното поле е изграден от метаморфни скали с предполагаема архайска и протерозойска възраст, палеогенски седиментни скали и горноолигоценски (?) риолитови дайки. В основата на архайския (?) метаморфен комплекс заляга карбонатната свита ( $A_1$ ), а над нея свитата на двуслюдените и мусковитовите гнайси ( $A_2$ ), като и двете не се разкриват на повърхността. Над тях следват свитата на дребнозърнестите биотитови гнайси ( $A_3$ ) и гранитогнайсовата свита ( $A_4$ ). Протерозойският (?) метаморфен комплекс е изграден от скалите на долната пъстра свита ( $Pt_1$ ), свитата на мигматизираните гнайси ( $Pt_2$ ) и свитата на мраморите ( $Pt_3$ ) (Д и м и т р о в, 1968 и 1978, непубл. данни).

В пределите на рудното поле са развити три групи разломи: запад-северозападни (290—300°), север-северозападни (320—350°) и север-североизточни (10—40°). Последната група е по-слабо представена и предимно в южния фланг на рудното поле. И трите групи разломи са образувани преди рудоотлагането (Б о г д а н о в, 1960; Д и м и т р о в, 1966; М а н е в, 1975). Разломите от север-северозападната и север-североизточната група са рудовместващи за жилните рудни тела.

В процеса на минералоотлагане се отделят следните минерални парагенези: кварц-пиритова; кварц-галенитова; кварц-сфалерит-галенитова; кварц-родохрозитова; кварц-арсенопиритова и кварц-барит-карбонатна (Б о г д а н о в, 1974).

Изследванията на редица автори доказват, че непосредствено преди и по време на рудоотлагането за север-северозападните разломи са характерни предимно дясноотседни движения. С тези движения се обяснява образуването на рудни стълбове в онези участъци от рудовместващите разломи, които имат посока, по-близка до северна (Д о к о в и П о п о в, 1963; М а н е в, 1974). Следва да отбележим, че тази закономерност определя обособяването само на рудните стълбове или участъците на локално набогатяване на олово и цинк в рамките на дадено рудно тяло или находище. За образуването на рудните тела и находища като цяло този факт обаче не е от решаващо значение. За да се изясни този проблем, е необходимо да бъдат разгледани пътищата на движение на рудоносните разтвори до мястото на минералоотлагане. Тук важна роля играят запад-северозападните разломи значението на които е оценявано от почти всички изследователи, но по различен начин.

Д о к о в и П о п о в (1963) считат, че „може да се предполага, че в отделни участъци в местата на пресичане със север-северозападните зони на големи дълбочини запад-северозападните нарушения са представлявали основни подводящи канали за постъпващите от дълбочина хидротермални разтвори“.

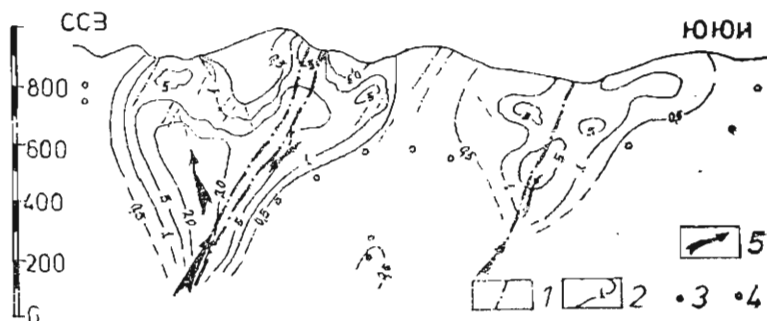
Според други изследователи запад-северозападните разломи са служили за „екран“ при движението на хидротермалните разтвори (М а н е в, 1975). Според Д и м и т р о в (1966) зоните на най-интензивно развитие на запад-северозападни разломи, а именно Ермореченската и Рудоземската разломна зона са играли ролята на „металогенна завеса“, ограничаваща и контролираща разпределението на оловно-цинковата минерализация. Цитираните изследователи възприемат рудовместващите разломи и като рудопроводящи.

Въз основа на анализа на особеностите на жилното орудяване бе доказано (Г е о р г и е в, 1982) за находищата Градище и Бориева, че областите на пресичане между запад-северозападните и рудовместващите разломи (север-северозападни и север-североизточни) са играли ролята на проводящи канали при постъпването на хидротермалните разтвори от дълбочина. В настоящата работа се привеждат доказателства и съображения както за жилните, така и за метасоматичните рудни тела и за други находища от рудното поле, което ни дава основание да обобщим, че тази закономерност е типична за всички находища от Маданското рудно поле.

## Доказателства

Ако възприемем идеята, че рудоносните разтвори са постъпвали от дълбочина по разломите, които се явяват и рудовместващи (север-северозападни и север-североизточни), а запад-северозападните разломи са играли

ролята на „екран“, би следвало да са орудени изключително лежащите спрямо запад-северозападните разломи крила, а висящите в общия случай да бъдат безрудни. Орудяването в Маданското рудно поле обаче е съсредоточено както в лежащите, така и във висящите спрямо запад-северозападните разломи



Фиг. 1. Геометритизация по сумарна продуктивност ( $m(\text{Pb} + \text{Zn} + \text{Cu})$ ) на нах. Батанци

1 — запад-северозападен разлом (с по-плътни линии от първи ранг); 2 — изолинии по сумарна продуктивност и условните й стойности; 3 — промишлен сондажен пробод; 4 — непромишлен сондажен пробод; 5 — посока на движение на главните хидротермални потоци

крила (Георгиев, 1982). Тази особеност ясно изпъква на фиг. № 1, 2, 3 и 5.

По няколко находища от рудното поле са построени геометритизации по сумарна продуктивност ( $m(\text{Pb} + \text{Zn} + \text{Cu})$ ) на жилното орудяване. В тези участъци от находищата, където са прокарани минни изработки, геометритизацията е построена чрез графично изглаждане с помощта на статистическо прозорче с основа 50 m. Там, където липсват минни изработки, са използвани данните от сондажните прободи без допълнително изглаждане. На така построените геометритизации се наблюдават следните особености.

В находище Батанци (фиг. 1) както в северния, така и в южния фланг се наблюдава постепенно увеличаване на продуктивността в посока към най-издържаните запад-северозападни разломи и от двете им страни. В по-високите части на рудните тела се наблюдават и някои по-малки участъци на локално набогатяване, разположени на известно разстояние от споменатите разломи. В най-северния фланг на находището се наблюдава още един руден стълб, който на горните хоризонти е отдалечен на около 400 m от запад-северозападния разлом, но в дълбочина съществува издържана тенденция на приближаване към същия разлом. От горе на долу се наблюдава отчетлива тенденция на опростяване на конфигурацията и склоняване на рудните стълбове към запад-северозападните разломи. Аналогични особености се наблюдават и в рамките на находищата Бориева и Градище (Георгиев, 1982).

Тези закономерности лесно могат да се обяснят, ако приемем, че областите на пресичане между запад-северозападните и рудовместващите разломи са играли роля на главни проводящи канали. Тази роля се предопределя от факта, че това са най-напуканите, а оттам и най-проницаемите участъци в земната кора. При движението на хидротермалните разтвори нагоре по тези проводящи канали на съответни нива (зависещи от конкретните геоложки условия) се отделят няколко по-малки потока, които се придвижват вече по

рудовместващите разломи. Върху обособяването и преразпределението на тези по-малки хидротермални потоци оказват влияние редица фактори, като издържаността на рудовместващите разломи, посоката и ъгъла на затъване на рудовместващите разломи (определящи отворените участъци в зависимост от конкретните движения по тях), както и положението на някои второстепенни запад-северозападни разломи.

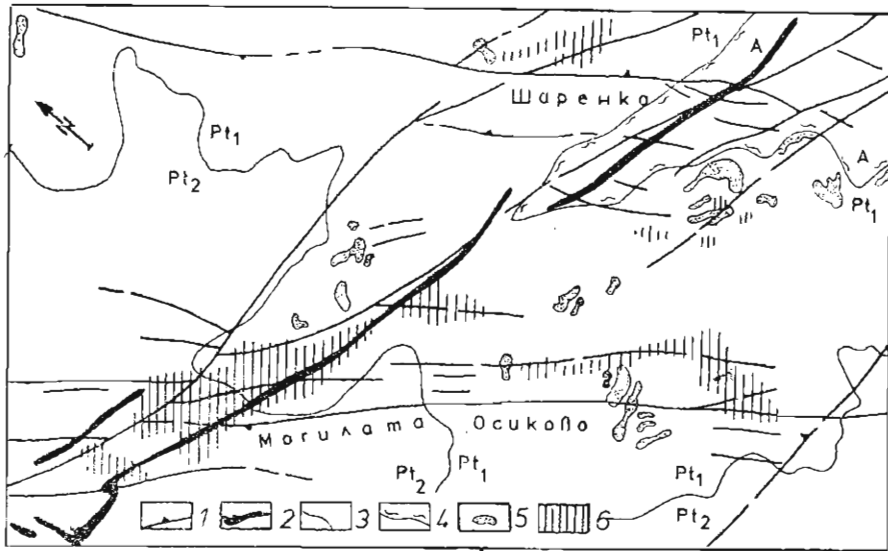
Следва да отбележим, че по находищата от Маданското рудно поле са правени много геометризации или тренд-анализ (Богданов и Чобанова, 1975; Манева и Манев, 1982, и др.), но те не подчертават посочената зависимост по някоя от следващите причини: повечето геометризации са с малка степен на изглаждане, в резултат на което изпъкват много локални аномалии (натрупвания), които тушират общата тенденция; почти всички от тях не са по продуктивност, а по отделни параметри (m, Pb, Zn, Cu), което не дава обобщаваща представа; същите са правени главно по проучвателни изработки, които на етапа на построяване на геометризацията са разположени доста високо над нивото на отделяне на хидротермалните потоци от проводящия канал. Движейки се нагоре, вече по рудовместващите структури, хидротермалните потоци често се отделят на значително разстояние от проводящия канал, като в повечето случаи се придвижват вертикално нагоре над мястото на отделяне от същия (фиг. 4, вариант II). Тъй като проводящият канал обикновено е наклонен (фиг. 1 и 5), в по-високите хоризонти орудяването често е „изместено“ встрани от тях. Нещо повече, в горните хоризонти на находищата в резултат на разсейването (разширяването) на рудоносните потоци понякога се смесват такива, постъпващи от различни проводящи канали, което още повече усложнява наблюдаваната картина (фиг. 5); почти винаги на тези геометризации не са нанесени запад-северозападните разломи.

Там, където рудовместващите разломи пресичат мрамори или амфиболити, често се локализируют повече или по-малко изтеглени около тези разломи метасоматични рудни тела. Много често обаче в районите на пресичане на рудовместващите разломи от запад-северозападните разломи метасоматичните рудни тела неколккратно увеличават своята ширина, а често и мощността си. Понякога метасоматичните рудни тела са формирани изключително около пресечните точки на разломи от двете групи (фиг. 2 и 3). Дюков и Попов (1963) правилно посочват, че това е „резултат на предварително по-значително раздробяване на благоприятните за заместване скали“. Естествено това по-значително раздробяване е валидно за всички вместващи скали, което предопределя ролята на тези участъци на пресичане на различно ориентирани разломи като основни проводящи канали. Когато мраморният хоризонт е разположен в горните части на рудното тяло, поради споменатото „изместване“ на оста на рудоносните потоци метасоматичните рудни тела е възможно също да са отдалечени от проводящите канали (фиг. 4, вариант II), т. е. при анализа на перспективите за търсене на метасоматичен тип рудни тела следва да се има пред вид положението на жилните рудни тела. Когато в находището жилният тип орудяване не е добре развит (Могилата, фиг. 2) или мраморният пласт е разположен в долните нива на жилните рудни тела, тази привързаност към проводящия канал е особено отчетлива (фиг. 4, варианти II и III).

Орудяването в метасоматичните рудни тела обикновено е съсредоточено в долнището или горнището на мраморния (амфиболитовия) пласт и рядко в целия пласт. Това вероятно също се дължи на по-значително раздробяване на вместващите скали на границата между скали с различни физикомеханични свойства по време на предшестващите орудяването тек-

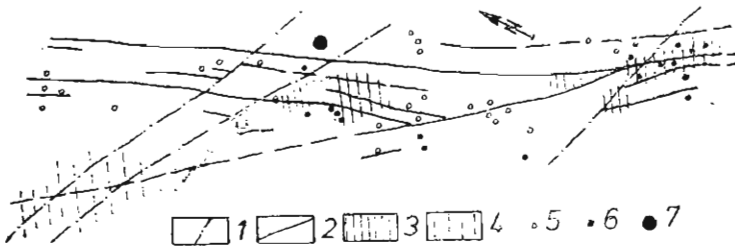
тонски процеси. Литоложкият контрол по отношение на метасоматичните рудни тела следва да се възприема като структурно-литоложки.

Постъпването на хидротермалните разтвори по различни проводящи канали в значителна степен предопределя хоризонталната хипогенна зонал-



Фиг. 2. Геоложка карта с нанесени метасоматични рудни тела (по данни от ГПР)

1 — разлом; 2 — риолитова дайка; 3 — геоложка граница; 4 — зона на катаклаз и милонитизация; 5 — мрамори; 6 — метасоматични рудни тела; А — гранитогнайсва свита; Pt<sub>1</sub> — долна пъстра свита; Pt<sub>2</sub> — свита на мигматизираните гнайси



Фиг. 3. План на ливото на мраморния хоризонт на пах. Конски дол

1 — запад-северозападен разлом; 2 — рудовместващ разлом; 3 — метасоматично рудно тяло; 4 — перспективна площ за търсене на метасоматично рудно тяло; 5 — сондажен пробод, неподсичащ мрамори; 6 — сондажен пробод, подсичащ мрамори; 7 — шахта

ност в Маданското рудно поле. Например в южния фланг на находище Градище (зона Пшеничище) в някои участъци е представена изключително добре ранната кварц-пиритова парагенеза. От рудоносните парагенези са развити както кварц-галенитовата, така и кварц-сфалерит-галенитовата. Късната кварц-барит-карбонатна парагенеза е представена само от спорадични и маломощни прожилки. В северния фланг на находище Градище и южния фланг на находище Бориева ранната кварц-пиритова парагенеза е представена изключително слабо. Кварц-галенитовата и кварц-сфалерит-галенитовата парагенеза са също интензивно развити. Тук обаче е широко застъпена

и късната кварц-барит-карбонатна парагенеза. Тази закономерност за горните хоризонти на находище Бориева е описвана и от Киров и Минчева-Стефанова (1962). Тези особености са резултат на наличието на два различни проводящи канала за южния фланг на находище Градище, от една страна, и северния фланг на находище Градище и южния фланг на находище Бориева, от друга. Южният е бил проницаем за хидротермалните разтвори по време на отлагането на кварц-пиритовата, кварц-галенитовата и кварц-сфалерит-галенитовата парагенеза, а северният — по време на отлагането на кварц-галенитовата, кварц-сфалерит-галенитовата и кварц-барит-карбонатната парагенеза. Тези два участъка се отличават и с някои геохимични особености, например около 20 пъти по-високите съдържания на сребро в южния фланг на находище Градище в сравнение със северния фланг на находище Градище и находище Бориева (Георгиев, 1982). По-подробни данни за минераложките и геохимичните особености на горните хоризонти на находищата Градище и Бориева се дават в работите на Минчева-Стефанова и Горова (1965) и Киров и Минчева-Стефанова (1962).

В областите на пресичане на рудовместващите и запад-северозападните разломи се наблюдават по-интензивни и по-плоски предрудни хидротермални промени на вместващите скали (Атанасов и др., 1969, непубл. данни). Логично е обяснението, че около проводящите канали околорудните изменения на вместващите скали са най-широко проявени.

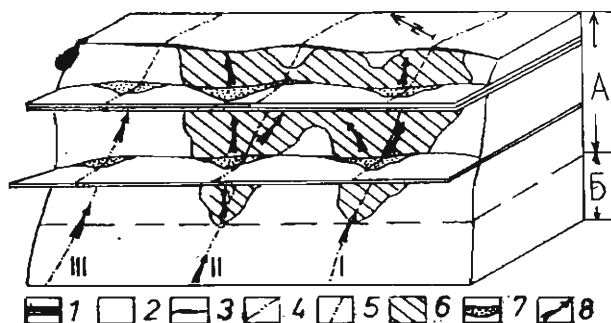
Извършени са палеотемпературни изследвания (непубл. данни на Стр. Страшимиров, Вл. Георгиев и В. Митов) на кварц от кварц-галенит-сфалеритовата парагенеза, които показват издържана тенденция на намаляване на палеотемпературите в хоризонтална посока с отдалечаване от пресечните линии между рудовместващите и запад-северозападните разломи. Тази закономерност се наблюдава достатъчно отчетливо във всички изследвани находища (Градище, Бориева, Конски дол, Крушев дол и Батанци). Ако приемем, че температурата в момента на минералотлагане е най-висока за даден хоризонт в центъра на хидротермалния поток, следва изводът за основната проводяща роля на пресечните линии между рудовместващите и запад-северозападните разломи. Наред с това се наблюдава и описваната нееднократно в литературата вертикална температурна зоналност с намаляване на палеотемпературите във височина.

Следва да подчертаем, че не всички запад-северозападни разломи играят такава положителна роля за обособяване на проводящи канали. Подобно значение имат само добре издържаните и дълбоко проникващи разломи. Оттук следва необходимостта от задълбочени изследвания и анализ на запад-северозападните разломи с цел определяне на ранговата им принадлежност, а оттам и ролята им за локализиране на орудяването.

## Обобщен модел за движението на хидротермалните разтвори

Нивото на отделяне на хидротермалните потоци от проводящите канали и следващото движение по рудовместващите разломи най-вероятно отговаря на границата между зоната на преобладаващо действие на литостатическия натиск и зоната на преобладаващо действие на тектонското поле на напрежение по време на минералотлагането (фиг. 4). В пределите на долната зона, където величината на литостатическия натиск е по-голяма от величината на тектонското поле на напрежение, всички разломи независимо от

ориентацията си са притворени и хидротермалните разтвори се придвижват по най-проницаемите (най-напуканите) области, каквито са местата на пресичане на различно ориентирани разломи. В пределите на горната зона, където величината на тектонското поле на напрежение е по-голяма от вели-



Фиг. 4. Обобщена схема на образуването на рудните тела в Маданското рудно поле

1 — мраморен пласт; 2 — гнайси; 3 — рудоносен разлом на повърхността; 4 — запад-северозападен разлом в план; 5 — проводящ канал; 6 — жилно рудно тяло; 7 — метасоматично рудно тяло; 8 — посока на движение на основните хидротермални потоци; А — област на преобладаващо влияние на тектонското поле на напрежение; Б — област на преобладаващо влияние на литостатическия натиск

чината на литостатическият натиск, ситуацията е по-друга. Тук поради това че максималните свиващи напрежения по време на рудоотлагането са с направление приблизително север—юг (Манева, 1974), запад-северозападните разломи остават също притворени. Север-северозападните и север-североизточните разломи в отделни участъци обаче са приотворени, в резултат на което хидротермалните разтвори се придвижват вече по тях. Дълбочината на границата в общия случай зависи главно от величината на тектонското поле на напрежение. Колкото по-голям е тектонският натиск, толкова по-дълбоко разположена следва да бъде тази граница.

В случаите обаче, когато рудовместващата структура не е достатъчно издържана в дълбочина, това отделяне на хидротермалните потоци от проводящите канали може да стане на значително по-високо ниво от споменатата граница. В такъв случай е възможно да се образуват няколко разположени едно над друго неголеми рудни тела, тясно привързани към проводящия канал. Такива в Маданското рудно поле засега не са известни, но в някои находища след достигане на минните изработки до сравнително недълбоки, но бедни хоризонти са изоставени или консервирани, без да са достатъчно проучени в дълбочина (Сполука, Страшимир, Борски дол и Остра чука, фиг. 5).

Зависимост между долната граница на орудяването и налягането (дълбочината) в Маданското рудно поле отбелязват Бонев и Пиперов (1977), разглеждайки физикохимичните условия на рудоотлагане. Същите автори предполагат, че при възходящото движение на хидротермалните разтвори налягането им на определена дълбочина се понижава до дадена критична точка, при което се изравнява с налягането на разтворените в тях пари. В резултат на това се достига до кипене на хидротермалните разтвори и се извършва рудоотлагане. Ако рудоотлагането се извършва по подобен начин, то долната граница на зоната на „кипене“ на хидротермалните раз-

твори би следвало да съответствува на границата между зоната на преобладаващо влияние на литостатическия натиск и зоната на преобладаващо влияние на тектонското поле на напрежение. Над тази граница вече съществуват открити празнини в рудовместващите разломи, в резултат на което налягането на хидротермалните разтвори рязко и скокообразно спада.

## Перспективи за търсене на нови рудни тела в Маданското рудно поле

С цел изясняването на перспективите за търсене на нови рудни тела и допроучването на известните рудни тела в рамките на Маданското рудно поле бяха извършени някои ревизионни работи и построени блок-диаграми и структурно-прогнозна карта.

### *Блок-диаграма на Маданското рудно поле*

Върху надлъжни вертикални проекции по всички основни рудоносни разломи са нанесени следните данни: основните жилни рудни тела, оконтуриени по минни и сондажни изработки; сондажните прободи извън контурите на доказаните рудни тела; литоложният състав на вместващите скали по запад-югозападния залбанд на рудовместващия разлом; пресечените линии между рудовместващите и напречните (запад-северозападните) разломи. За да се получи обемно изображение, с помощта на тези проекции е построена блок-диаграма (фиг. 5). При съставянето на последната е използвана афинна проекция с еднакви мащаби и за трите координати, като линията на кота нула от всяка проекция е разположена спрямо тези от останалите проекции на същите разстояния и под същите ъгли, както на геоложката карта. От така получената блок-диаграма могат да се направят следните изводи:

а. Ясно изпъква привързаността на жилните рудни тела към пресечените линии между рудовместващите и запад-северозападните разломи, играещи ролята на проводящи канали. Тази тенденция е особено отчетлива за подолните хоризонти, т. е. посочените по-горе примери не са изолирано явление, а отразяват една закономерност, която е типична за всички находища от Маданското рудно поле.

б. Липсва плавно изменение, а още по-малко постоянство в рамките на цялото рудно поле на дълбочината на изклинване (долна граница ?) на рудните тела. Възможно е това да се дължи на силно разчленен релеф по време на минералоотлагането, откъдето границата между зоната на преобладаващо действие на литостатическия натиск и зоната на преобладаващо влияние на тектонското поле на напрежение да е била силно начупена повърхнинна. Спомената граница би следвало да бъде на еднакво разстояние от повърхността. На места това вероятно се дължи на недостатъчната издържаност на рудовместващия разлом. Не е изключено за голяма част от рудните тела тази особеност да е резултат на недостатъчна изученост в дълбочина.

в. Наблюдава се известна тенденция на увеличаване на дълбочината на изклинване на рудните тела в западна посока. В тази посока затъват и литоложките разновидности, но това не указва за литоложки контрол по отношение на жилните рудни тела. Вероятно тази особеност също отразява състоянието на палеорелефа.

г. Липсва литоложки контрол по отношение на жилното орудяване. Жилните рудни тела са локализирани сред всички скални разновидности,



разпространени в рудното поле. Нещо повече, не се наблюдават резки изменения в мощността или характера на орудяването в рамките на рудните тела при преминаването им от една скална разновидност в друга.

д. В южната част на рудното поле орудяването е значително по издържано, докато в северната част коефициентът на оруденост е значително по-малък. Изключение прави рудоносният разлом Голям Палас — Шахоница, при който тази зависимост е обратна. За разлома Върба—Крушев дол коефициентът на оруденост е по-постоянен.

е. Мраморите от втори и трети мраморен хоризонт ясно маркират една синклинална гънка, известна като Маданска синклинала. Оста на тази синклинала, очертана по долнището на втори мраморен хоризонт, се очертава с посока изток-североизток (около  $65^{\circ}$ ). Тази синклинала е чувствително усложнена от разсядания по запад-северозападните разломи. Това е по-силно изразено в южния фланг, където по три съседни разлома е извършен сумарно разсядане от около 500 m (фиг. 5).

Изхождайки от описаната привързаност на орудяването към пресечените линии между рудовместващите и запад-северозападните разломи (проводящите канали), са набелязани перспективни участъци за търсене на жилни рудни тела по основните рудоносни разломи както в дълбочина на известните рудни тела, така и в областите с неизяснена рудоносност.

## Структурно-прогнозна карта на Маданското рудно поле

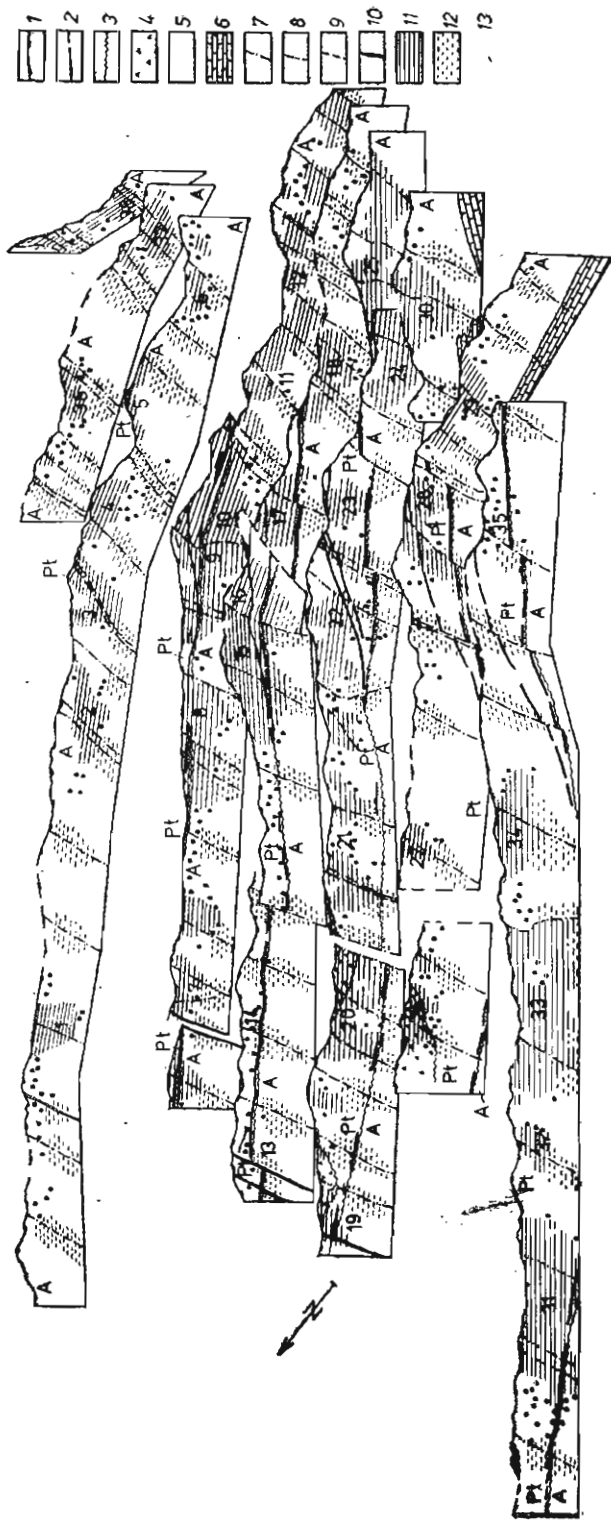
На геоложка карта на Маданското рудно поле са отбелязани отделените на блок-диаграмата проводящи канали с доказано положително значение за формирането на рудни тела, като е взето пред вид и значението им за локализирането и на метасоматични рудни тела. Отделени са също така и проводящите канали с доказано положително значение за формирането на рудни тела и по второстепенни рудоносни разломи (фиг. 6). Въз основа на доказаното положително значение на запад-северозападните разломи за образуване на проводящи канали спрямо съседни рудоносни разломи са набелязани перспективни възли в тези участъци от рудоносните разломи, които са с неизяснена засега перспективност. При задаване на проучвателни изработки в набелязаните перспективни участъци следва да се имат пред вид следните особености:

а. Каква е страната на затъване на запад-северозападните разломи (в повечето случаи на север-североизток), което обуславя и наклоненото положение на проводящите канали. В резултат на това перспективните площи в зависимост от дълбочината на търсене ще бъдат в значителна степен изместени от отбелязаните перспективни възли (фиг. 5).

б. При проучване на сравнително високи хоризонти е възможно значително отклоняване на рудоносния поток от проводящия канал (фиг. 4, вариант II). Това отклоняване обикновено е към страната на затъване на проводящия канал.

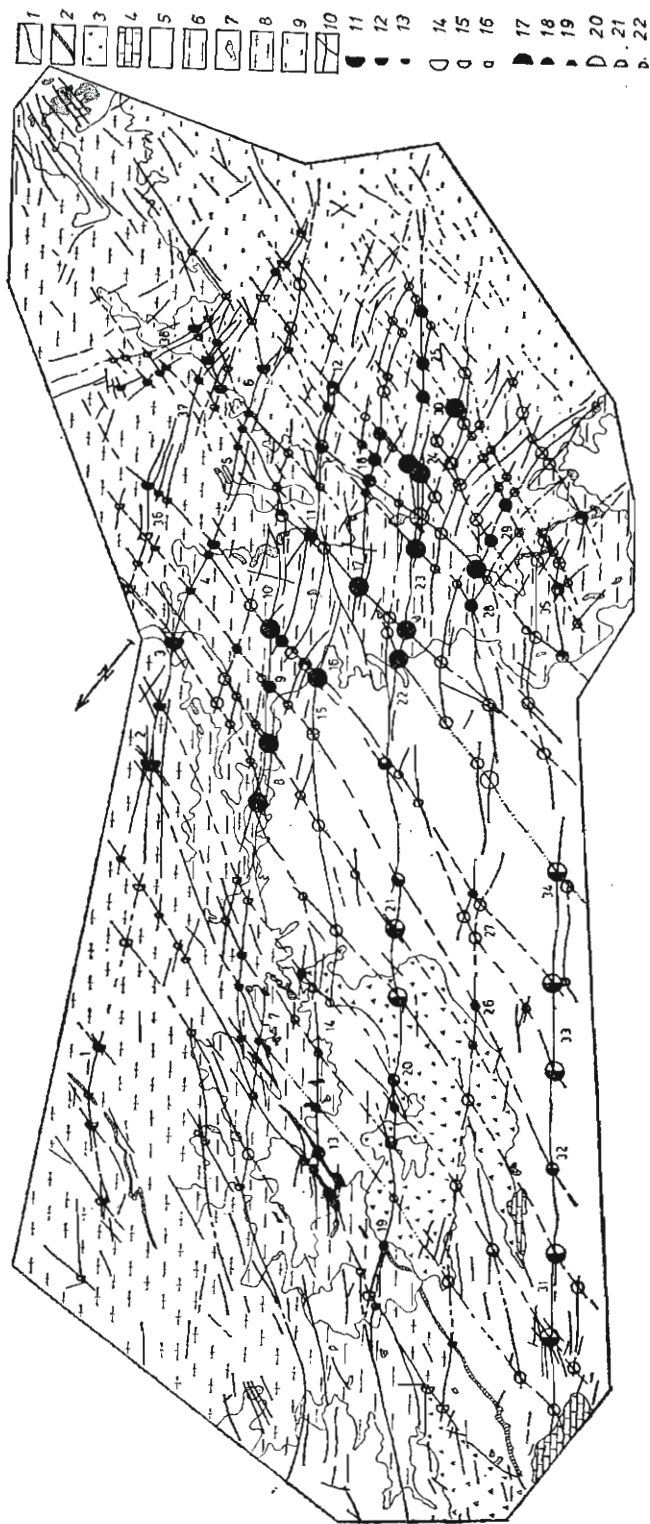
Блок-диаграмата е построена по линията на ТНТМ от В. л. Георгиев (ръководител на темата), Ж. Данчев, Х. Драгиев, И. Илиева, Кр. Илиев и Ст. Лещарски, като са използвани готови надлъжни вертикални проекции, съставени от геологопроучвателното и добивните подразделения от СММК „Горубсо“, допълнени от изпълнителите по отношение на вместващите скали и напречните (запад-северозападни) разломи.

При събиране на фактическия материал значителна помощ получих от Д. Кемалов, Д. Добрев, Б. Драгиева, Х. Драгиев, Ст. Лещарски, А. Ушев, А. Воденичаров, Т. Банов и други колеги. Ценни съвети при обсъждането на ръкописа получих от Ж. Данчев, И. Байрактаров, П. Попов и Сл. Мънков. На всички тях изказвам своята най-сърдечна благодарност.



Фиг. 5. Блок-диаграма на Маданското рудно поле

1 — профил на рудоносния разлом на повърхността; 2 — мрамори от втори и трети мраморен хоризонт, долина на юг; 3 — несъгласна геоложка граница; 4 — палеоген; 5 — гнайс (А — сгнати на дъгълностите и мусковитовите гнаиси+свита на Дребноярните бнотитови гнаиси + гранитоидна свита; 6 — мрамори (за архаиския комплекс — карболатна свита; за протерозойския комплекс — свита на мраморите); 7 — запад-северозападен разлом; 8 — предполагаем запад-северозападен разлом; 9 — разлом със северозападна посока; 10 — риолитова дайка; 11 — доказано жидно рудно тяло; 12 — перспективна площ от рудоносния разлом; 13 — сондажен пробод. С цифри са означени находищата, както следва: 1 — Спалука; 2 — Лечинско — север; 3 — Лечинско; 4 — Страшимир; 5 — Лайков чукар; 6 — Лайков чукар — юг; 7 — Шаренка; 8 — Конски дол; 9 — Борнея; 10 — Градище; 11 — Гюджурска; 12 — Мстливко; 13 — Могилата; 14 — Ослонко; 15 — Караалиев дол; 16 — Петровица; 17 — Южна Петровица; 18 — Ерма река; 19 — Борски дол; 20 — Варба; 21 — Батанци; 22 — Крушеа дол; 23 — Бучовица; 24 — Андру; 25 — Шумачевски дол; 26 — Кечи Кая; 27 — Остра чука; 28 — Мързая; 29 — Мързая — лог; 30 — Стратиев камък; 31 — Голям Палас — Димов дол; 32 — Дрянон дсл; 33 — Рибница; 34 — Шахоница; 35 — Белевица; 36 — Фабрика; 37 — Юрукови колиби; 38 — Крип габър



Фиг. 6. Структурно-прогнозна карта на Маданското рудно поле (геоложка основа по Д. Димитров, 1968, с допълнения)

1 — геоложка граница; 2 — риолитова дайка; 3 — палеоген; 4 — свита на мраморите ( $P_1^1$ ); 5 — свита на мигматизирани гнайси ( $P_1^2$ ); 6 — долина габстра свита ( $P_1^3$ ); 7 — мрамори от иглори и трети мраморен хоризонт на долната гъстра свита; 8 — гранитогайсове свита ( $A_1$ ); 9 — свита на Арсонозърнастите биогитови гнайси ( $A_2$ ); 10 — разломи; 11, 12 и 13 — проводящи канали с доказано голямо (11), средно (12) и малко (13) значение за образуване на жили рудни тела; 14, 15 и 16 — проводящи канали с предполагаемо голямо (14), средно (15) и малко (16) значение за образуване на жили рудни тела; 17, 18 и 19 — проводящи канали с доказано голямо (17), средно (18) и малко (19) значение за образуване на метасоматични рудни тела; 20, 21 и 22 — проводящи канали с предполагаемо голямо (20), средно (21) и малко (22) значение за образуването на метасоматични рудни тела. С цифри са означени находниците, както на фиг. 5

## Л и т е р а т у р а

- Богданов, Б. 1960. Геоложки строеж и структура на Маданския руден район. — *Год. на МГИ*, 6, ч. 1 и 2, 3—40.
- Богданов, Б., Й. Минчева-Стефанова. 1974. Свинцово-цинковое месторождение Бориева. — В: *Дванадцать рудных месторождений Болгарии*, IV симпозиум JAGOD, Варна, 225—251.
- Богданов, Б., А. Чобанова. 1975. Тренд-анализ на олово, цинк и мощность в находище Крушев дол. — *Рудообр. проц. и минер. наход.*, 2, 34—49.
- Бонев, Ив., Н. Пиперов. 1977. Отложение руд, кипение и вертикальный интервал свинцово-цинкового оруденения в Маданском рудном районе. — *Geologica Balc.*, 7, 4, 27—42.
- Георгиев, Вл. 1982. Структура и структурен контрол на орудяването в находищата Градище и Бориева. — *Рудодобив*, 12, 3—6.
- Димитров, Д. 1966. За металогенното значение на запад-северозападните разломи в Маданското рудно поле. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 2, 135—144.
- Димитров, Д. 1968. Геология и генетическите особености свинцово-цинковых месторождений Маданского рудного поля. *Автореф. канд. дис.*, М., 8—23.
- Доков, Р., Ат. Попов. 1963. Структурни условия за локализация на сульфидното орудяване и някои особености в разпределението на оловото и цинка в оловно-цинковите находища от Маданския руден район. — *Тр. геол. Бълг. сер. геохим., минер., петр.*, 4, 73—91.
- Киров, Г., Й. Минчева-Стефанова. 1962. Минераложки и геохимични изследвания върху оловно-цинковото находище Бориева, Маданско. — *Тр. геол. Бълг., сер. геохим., минер., петр.*, 3, 129—178.
- Манев, Д. 1974. Относно кинематичните особености на рудоносния разлом Бориева—Градище и тяхното значение за локализацията на жилното орудяване. — *Изв. Геол. инст., сер. рудни и нер. пол. изк.*, 23, 61—76.
- Манев, Д. 1975. Относно значението на запад-северозападните разломи за локализацията на оловно-цинковото орудяване в Маданското рудно поле. — *Рудообр. проц. и минер. наход.*, 3, 24—33.
- Манева, Б., Д. Манев. 1982. Изследване на основните показатели на орудяването в находище Голям Палас, Маданското рудно поле. — *Рудообр. проц. и минер. наход.*, 16, 16—27.
- Минчева-Стефанова, Й., М. Горова. 1965. Минералогия и геохимия на оловно-цинковото находище Градище, Маданско. — *Тр. геол. Бълг., сер. геохим. минер., петр.*, 5, 117—192.

(Постъпила на 10. XII. 1982 г.)