

За връзката между интензивността на промиване и разсейването на рудното вещество около сулфидните хидротермални находища в България

Тошо М. Кехайов

Научноизследователски институт по полезни
изкопаеми, 1505 София

T. M. Kehaiov — On the Relation between Intensity of Washing and Dispersions of Ore Components around Sulphide Hydrothermal Deposits in Bulgaria. The intensity of washing of rock massifs plays an important part in the dispersion of ore components.

According to the values of the total soil moisture (W_0), assumed to be the measure for determination of the intensity of washing in rock massifs, the fields of individual ore deposits in this country may be divided into three zones — of abundant, moderate and weak washing (fig. 1). Each one of these zones is characterized by specific features and different dispersion of ore components in underground waters.

In the zone of abundant washing ($W_0=570-600$ mm) limited in size (up to 200—300 m apart from the ore bodies) water flows of dispersion usually form which show typical regime instability.

In the zone of moderate washing of the rock environment ($W_0=500-570$ mm) the dispersion water flows of ore components have larger dimensions (up to 500—800 m). Characteristic feature of the waters in these flows is higher content and frequency of occurrence of the elements, corresponding to the ore association, their total mineralization being several times higher than the background value.

In the zone of weak washing ($W_0=500$ mm) the characteristics of the dispersion water flows of ore components are nearly analogous to the preceding zone but they differ usually with larger dimensions. In both zones they show higher seasonal stability despite of some regime variations of the total mineralization and of the SO_4 content or the microcomponents.

За правилни еднозначни решения при хидрогеохимичните интерпретации на данните от картирането първостепенно значение има отчитането на хидрогеоложката обстановка и най-вече на интензивността на промиване на скалните масиви. По този въпрос съществуват становища и препоръки на редица автори (Б е л я к о в а, 1961; Б р о д с к и й, 1964; Г о л е в а, 1968; У д о - о в, 1973, и др.). За количествена оценка на интензивността на промиване на средата може да се използва величината на общото почвено овлажняване (W_0), което представлява разликата между количеството на валежите и повърхностния отток. То характеризира общото количество вода, усвоено от хипергенната зона за определено време (Г е р а с и м о в, 1966). За страната стойностите на W_0 варират от 400—500 до 900—1000 mm, като в териториалното им разпределение се наблюдава ясно изразена тенденция на височинна (хипсометрична) поясност.

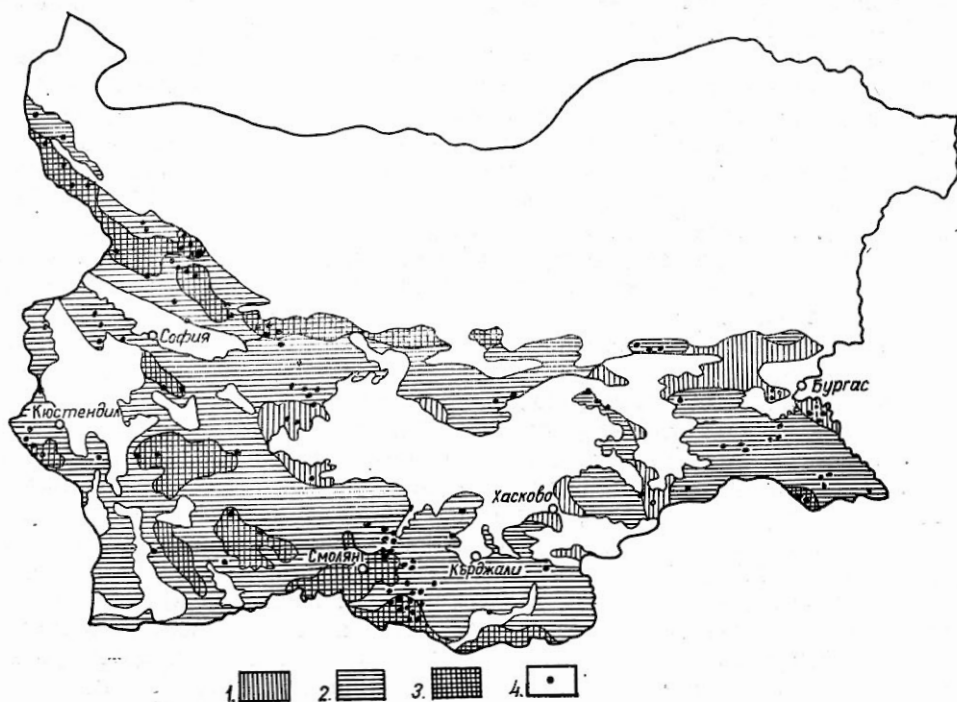
В България, доколкото хидротермалните сулфидни находища са локализирани предимно към масивни и метаморфни скали със сходни филтрационни показатели, интензивността на промиване на отделните масиви зависи най-вече от разчленеността на релефа, годишната сума на валежите, сумарното почвено изпарение и величината на повърхностния (речния) отток.

Според интензивността на промиване на скалните масиви условно в страната отделните райони могат да бъдат обединени в три зони — на обилно, умерено и слабо промиване.

Към зоните на обилно промиване се включват находищата, принадлежащи на високопланинския и отчасти на среднопланинския хипсометричен

пояс, с надморски височини над 1000 m (фиг. 1). Това са предимно находищата от Мадано-Неделинското, Бабекското, Руенското и Врачанското рудно поле.

Формирането на химическия състав на подземните води от тази зона става при общо почвено овлажняване над 570—600 mm. Основни процеси



Фиг. 1. Райониране на рудните полета по интензивност на промиване на скалната среда
 1 — зони със слабо промиване (W_o под 500 mm); 2 — зони с умерено промиване (W_o от 500 до 570 mm);
 3 — зони с обилно промиване (W_o над 570—600 mm); 4 — находища на полезни изкопаеми

на формирането се явяват излужването и разтварянето на продуктите на химическото изветряне. Значителна роля играят и атмосферните вещества, внесени чрез валежите. Относителният дял на последните според изследванията на автора варират от 45 до 57% от минерализацията на водите, а в някои случаи те определят и химическия им тип. В процеса на формиране изпарителната концентрация и вносът на алохтонни минерални маси нямат практическо значение.

Минерализацията на подземните води в разглежданата зона варира между 50 и 300 mg/dm³. Водите са богати на кислород, озон и въглероден двуокис, поради което в над 94% от площите те са агресивни и с рН под 6,0. При високата сулфатност на дъждовните води в страната и благоприятната окислителна обстановка почти повсеместно подземните води са с високо съдържание на $SO_4^{''}$. При по-слабо минерализираните води то достига до 60—65 екв %. Съдържанията на Cl' и HCO_3' обикновено са ниски, поради което коефициентите на пропорционалност $SO_4:Cl$ и $SO_4:HCO_3$ имат високи стойности, вариращи съответно за първия между 5 и 15 и за втория между 0,10 и 0,40. Разпространението на елементите на основните рудни метали и металите спътници в подземните води е изключително голямо.

Исключение правят само по-трудно мигриращите елементи, като Co, Ge, Ga, Bi, Sn и др. Честотата на срещане на отделните компоненти е, както следва: Cu — 100%, Pb — 95, Ag — 91, Mo — 86, Ni — 68, Zn — 60, Sn — 52, As — 47, Co — 14, Ge — 3, Ga — 2, Bi — 1, Sb — 1%. Независимо от това съдържанията на всички елементи са ниски, а горните фонове граници на основните от тях са: Pb — 3 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$, Cu — 5, Zn над 10, As над 10, Mo — 0,6, Ag — 0,2, Ni — 0,2, Sn — 0,6 и Co — 0,3 $\mu\text{g}/\text{dm}^3$.

Водните потоци на разсейване на рудното вещество обикновено са с малки размери — до 200—300 m. Най-контрастно те се разграничават от околните фонове води с микрокомпонентния си състав — главно повишени съдържания на основните рудообразуващи елементи неколккратно над горната им фонова граница. Добре изпъкват и с по-високата си обща минерализация (над 300 mg/dm^3) и значителното си съдържание на $\text{SO}_4^{''}$ (над 80—100 mg/dm^3). Характерна особеност на водните потоци на разсейване в зоните с обилно овлажняване е тяхната режимна нестабилност. Обикновено в дъждовните периоди — късна есен и докъм края на месец април, те се установяват трудно.

Районите с умерено промиване на скалната среда обхващат по-ниските нива на страната, включени в нископланинския и хълмистия хипсометричен пояс (с височини от 200 до 1000 m). Тук спадат рудните полета на Лъкинското, източната част от Давидковското, Ардинското, Маджарово-Галенитското, Медетското, Асарелското, Красенското и други находища. Формирането на химическия състав на подземните води тук протича при по-малък годишен валеж (550—800 mm), по-високо сумарно изпарение, по-слабо разчленен релеф (1—2,5 km/km^2) и общо почвено овлажняване, вариращо от 500 до 570 mm. Мощността на филтрационната зона в масивите в повечето случаи е значителна и с богати възможности за извличане и отлагане на изветрителни продукти. В процеса на формиране почти равностойна роля изпълняват както разтварянето и излужването на изветрителните продукти, така и сукцесивната акумулация и изпарителната концентрация. По-съществено значение имат разтварянето и излужването в нископланинския пояс, докато в хълмистия по-значими са вносет на мигриращи вещества от по-високите нива и изпарителните процеси. Водите и тук са богати на свободен CO_2 и в значителна част от площите са агресивни. Минерализацията им се движи от 300 докъм 600 mg/dm^3 . Увеличението ѝ се дължи на общото нарастване на съдържанията на всички компоненти и особено на тези на HCO_3' , Cl' ,

$\text{Ca}^{..}$. В резултат на изпреварващото нарастване на съдържанията на HCO_3' и Cl' стойностите на коефициентите на пропорционалност $\text{SO}_4:\text{Cl}$ и $\text{SO}_4:\text{HCO}_3$ са редуцирани съответно за първия до 1,0—1,5 и за втория до 0,2. В болшинството от случаите pH на водите варира между 6,8 и 7,3, а микросъставът им се характеризира с понижено разпространение и повишена концентрация на основните компоненти (табл. 1).

Водните потоци на разсейване в разглежданата зона са със значително по-големи размери. В някои случаи и по отделни компоненти (Cu, Pb, Mo, Ni, Zn и As) тяхната граница достига до 500—800 m встрани от окисляващата се сулфидна

Таблица 1

Честота на срещане и горна фонова граница на съдържанията на отделните микрокомпоненти в подземните води

Елементи	Честота на срещане в %	Горна фонова граница в g/dm^3
Cu	98	4
Pb	87	4
Ag	85	0,4
Mo	53	1
Ni	43	1
Sn	35	1
Zn	31	15
As	21	15
Co	9	1

минерализация. Характерна особеност на водите от тези потоци са повишените съдържания и честота на срещане на елементите, съответстващи на рудната асоциация, и неколккратно по-високата им минерализация в сравнение с тази на фона. Интересен е фактът, че увеличаването на минерализацията се придружава от некорелиращо с нея нарастване на концентрацията на един или друг макрокомпонент. Най-чувствително е увеличението на SO_4'' . Друга особеност на потоците, формирани около интензивно окисляващите се тела тук, е тяхната макро- и микрохимична зоналност (К е х а й о в, 1976).

Зоната със слабо промиване на скалните масиви обхваща една значителна част от територията на рудните полета в Южна България, включени в обхвата на низинния хипсометричен пояс, с надморски височини под 200 m и общо почвено овлажняване под 500 mm. Поради слабо разлеченения релеф (под $1,0 \text{ km/km}^2$), оскъдните валежи (450—500 mm) и значителното сумарно изпарение (около 400 mm) решаващи при формиране на химическия състав на водите се явяват процесите на вторично засоляване и вносът на мигриращи минерални вещества. Немалка роля имат и процесите на антропогенното замърсяване, а в районите на Южното Черноморско крайбрежие и импулверизацията на хлориди. Затова подземните води от зоната се отличават с относително по-висока минерализация (често над 1000 mg/dm^3) и високи съдържания на Cl' , Na' и Mg'' . В повечето случаи съдържанията на SO_4'' са значително по-малки от тези на Cl' и HCO_3' . Съотношенията между съдържанията на SO_4'' и тези на Cl' и HCO_3' достигат максимално до 0,80—1,00 и 0,05—0,10.

Микросъставът на водите е беден и се ограничава само с Cu, Pb, Zn, Mo, Sn, Ni и Ag. Най-голямо разпространение има Cu — в 84% от случаите. Ag и Ni се срещат между 40 и 50%. Разпространението на останалите микрокомпоненти е под 20%. Съдържанията обаче навсячки са почти двойно по-големи от тези на водите от предходната зона. Горната фонова граница на отделните микрокомпоненти е: Cu и Pb — $7 \mu\text{g/dm}^3$, Mo, Ni, Sn — $2 \mu\text{g/dm}^3$, Ag — $0,7 \mu\text{g/dm}^3$ и Zn над $20 \mu\text{g/dm}^3$.

Характеристиките на водните потоци на разсейване на рудното вещество са почти аналогични на тези в зоната с умерено промиване с разликата, че обикновено са с по-големи размери. И в двете зони те се отличават с по-голям сезонен стабилитет (особено що се отнася до тяхната сулфатна изява) независимо от периодичното редуциране на общата минерализация, съдържанията на SO_4'' и на микрокомпонентите. Най-контрастно потоците на разсейване се проявяват през летния период. В дните след първите есенни валежи в потоците се наблюдава рядко покачване на съдържанията на Cl' и SO_4'' , както и на някои микрокомпоненти (Pb и др.).

Базирайки се на хидрогеохимичните особености на различните зони в България, могат да се направят известни изводи за възможностите и критериите на хидрохимичния метод за търсене и откриване на нови перспективни площи за по-нататъшни проучвания.

1. В зоните с обилно промиване като най-надеждни критерии могат да се използват неколккратно повишените съдържания над горната фонова граница на рудообразуващите метали и металите спътници, повишената минерализация на водите, съдържанията на SO_4'' над $30\text{--}40 \text{ mg/dm}^3$ и pH под 5,5. При интерпретациите трябва да се имат пред вид ограничените размери на потоците, повишената обща сулфатност на водите от фона, голямото разпространение на редица микрокомпоненти. Тук в много от случаите водите от сулфатния клас генетически не са свързани с окисляваща се рудна

минерализация. Най-благоприятен период за провеждане на хидрохимични картировки в тези райони са месеците юли, август и септември.

2. Като показатели за търсене на сулфидни минерализации в зоната с умерено промиване на средата успешно биха могли да се използват: повишените съдържания на микрокомпонентите, повишеното разпространение (над посоченото по-горе) на Mo, Sn, Zn, As и особено на Co, Sb, Ge, Ga и др., повишеното съдържание на SO_4'' над 50—60 mg/dm³, сулфатният клас на водите, едновременно повишените стойности на коефициентите $SO_4:Cl$ и $SO_4:HCO_3$ на първия над 1,0—1,5, а на втория над 0,30—0,40, рН под 6,0 и др.

3. В зоните със слабо промиване най-надеждно водните потоци на разсейване могат да бъдат разграничавани от общия фон чрез повишените съдържания на рудообразуващите метали и металите спътници, повишеното разпространение на почти всички микрокомпоненти, съдържанията на SO_4'' над 80—100 mg/dm³, голямата обща минерализация (над 1000 mg/dm³), сулфатния клас на водите, стойностите на коефициентите на пропорционалност $SO_4:Cl$ и $SO_4:HCO_3$ съответно над 1,0 и 0,20—0,30, рН под 6,5—7,0 и др. При използването на съдържанието на SO_4'' , сулфатния клас на водите и коефициентите на пропорционалност като критерии за търсене на сулфидни орудявания трябва да се има пред вид, че в тези райони е възможна повишена сулфатност на водите в резултат на излужване на гипс, сулфатно засоляване на почвите, замърсяване на околната среда от индустриални отпадъци и от употребата на фертилизанти, пестициди и др. в селското и горското стопанство. Прилагането на хидрогеохимичния метод за търсене както в зоната със слабо промиване, така и в тази с умерено е възможно от ранна пролет до късна есен. В тези случаи обаче е наложително провеждането и на изследвания върху хидрохимичния режим, за да се направят съответните корекции на получените резултати.

Л и т е р а т у р а

- А лекин, А. 1970. *Основы гидрохимии*. М., Гидрометиздат. 295 с.
- Б е л я к о в а, Е. 1961. *Гидрогеохимический метод поисков рудных месторождений в аридных областях*. М., Недра. 267 с.
- Б р о д с к и й, А. 1964. *Основы гидрохимического метода поисков сульфидных месторождений*. М., Недра. 260 с.
- Г е р а с и м о в, И. (ред.). 1966. *География на България, I. С.*, БАН. 548 с.
- Г о л е в а, Г. 1968. *Гидрогеохимические поиски скрытого орудения*. М., Недра. 291 с.
- К е х а й о в, Т. 1976. Макрохимическата зоналност на подземните води като критерий за търсене на хидротермални сулфидни орудявания. — *Рудообразователни процеси и минерални находища*, 5, 47—52.
- У д о д о в, П. 1973. *Методическое руководство по гидрогеохимическим поискам рудных месторождений*. М., Недра. 183 с.

(Приета на 29. 3. 1979)