

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

**ԿԻՐԱՌԱԿԱՆ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ
ԵՎ ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ԱՐԴԻ
ՀԻՄՆԱՀԱՐՑԵՐԸ**

Պ Ր Ո Ֆ Ե Ս Ո Ր
ՊԵՐՏ ՍԵՐԳԵՅԻ ԲՈՇՆԱԳՅԱՆԻ
ԾՆՆԴՅԱՆ 90-ԱՄՅԱԿԻՆ
ՆՎԻՐՎԱԾ ԳԻՏԱԺՈՂՈՎԻ
ՀՈԴԿԱԾՆԵՐԻ ԺՈՂՈՎԱԾՈՒ

2010թ. նոյեմբեր 18-19

ԵՐԵՎԱՆ – 2011 – ԷՔԵՅԱԿ

Գ.Վ.ՍԱՐԿՈՍՅԱՆ

ՊՂՆՁԻ ՍՈՒԼՖԻԴԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՕՔՍԻԴԱՑՄԱՆ ԶՈՆԱՆԵՐՈՒՄ
ԵՐԿՐԱՖԻՉԻԿԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ
(ՎԱՅՈՑ ՁՈՐԻ «ՍԱԼԱԽԻՏ» ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

Աշխատանքում դիտարկված է Ազատելի պղնձի սուլֆիդային հանքավայրի օքսիդացման զոնաում երկրաֆիզիկական մեթոդներով ուսումնասիրությունների արդյունքները: Ցույց է տրված էլեկտրահետախուզության և մագնիսահետախուզության կիրառման արդյունավետությունը՝ մալախիտացված տեղամասի տարանջատման և հզորությունների գնահատման հարցում:

Ներածություն: Երկրակեղևում պղնձի պարունակությունը համեմատականորեն կազմում է $6.8 \times 10^{-3} \%$: Սովորաբար այս քիմիական տարրը ազատ վիճակում համայրա չի հանդիպում, և ընհակառակը, լայնորեն տարածված է սուլֆիդի, օքսիդի կամ կարբոնատի տեսքով: Պղնձի հանքանյութերի գլխավոր միներալներն են՝ *խալկոպիրիտը* ($CuFeS_2$), *խալկոցիտը* (Cu_2S), *կուպրիտը* (Cu_2O) և *մալախիտը*՝ $Cu_2CO_3(OH)_2$:

Պղնձի խոշոր հանքավայրեր հայտնաբերված են աշխարհի տարբեր երկրներում, այդ թվում նաև Հայաստանում (Քաջարանի, Կապանի և Ալավերդու հանքավայրերը):

Պղնձի հարուստ հանքավայրերը վաղուց արդեն շահագործվել են: Այսօր արդեն պղնձ արդյունահանում են ցածրորակ հանքանյութերից, որոնցում պղնձի պարունակությունը կազմում է մոտավորապես 1%:

Պղնձի սուլֆիդային հանքավայրերի օքսիդացման զոնան ձևավորվում է Երկրի մակերևույթին մոտ խորություններում (հարյուրավոր մետրեր), երբ անկայուն կազմ ունեցող սուլֆիդային միներալները քիմիապես քայքայվում են մակերևույթային և գրունտային ջրերի աղդեցության տակ՝ մթնոլորտոտում առկա թթվածնի և ածխաթթու գազերի ներկայությամբ:

Բնական *մալախիտը*՝ պղնձի անջուր կարբոնատը, առաջանում է պղնձ-սուլֆիդային հանքավայրերի օքսիդացման զոնաներում, որտեղ պղնձի հանքանյութի շերտերը կոնտակտի մեջ են կարբոնատային ապարների հետ: Պղնձի

պարունակությունը մալախիտի միներալում կարող է գերազանցել 50%-ը, և հեշտությամբ կորզվող է [1]:

Որպես կանոն՝ մալախիտի հոծ և խիտ զանգվածները օգտագործվում են զարդեր պատրաստելու համար, իսկ ապարներում ցրված հատիկները օգտագործում են բարձր որակի կանաչ գույնի ներկեր ստանալու համար («Մալախիտային կանաչ»): Մալախիտից պղինձ ստանում են միայն այն միներալներից, որոնք հետաքրքրություն չեն ներկայացնում ո՛չ զարդերի և ո՛չ էլ ներկերի համար:

Հանքավայրի համառոտ նկարագրությունը. Վայոց Ձորի «Մալախիտ» պայմանական անունով հանքաերեվակումը գտնվում է Ազատեկի ոսկի-քաղամետաղային հանքավայրի Ալձորի(Ալդարայի) տեղամասում, որը Վայք քաղաքից հարավ արևելք՝ 5կմ հեռավորության վրա է: Տարածքը հիմնականում ներկայացված է էոցենի հասակի գրանիտոիդներով՝ քվարցային դիորիտներով, որոնք խիստ ճեղքավորված, հիդրոթերմալ փոփոխված և մալախիտացված են:

Հետազոտվող տեղամասի արհեստական մերկացումներից վերցրված չփոփոխված և փոփոխված՝ մալախիտացված ապարների նմուշների վրա իրականացվել են պետրոգրաֆիական և պետրոֆիզիկական ուսումնասիրություններ [2]:

Ըստ պետրոգրաֆիական ուսումնասիրությունների չփոփոխված ապարները ունեն հետևյալ միներալային կազմը՝ պլազիոկլազ 49%, պիրոքսեն 15%, օրթոկլազ 6%, բիոտիտ 7%, կվարց 16%, հանքային միներալներ(մագնետիտ, պիրիտ, խալկոպիրիտ)7%: Ապարի ստրուկտուրան միկրոպորֆիրանման է: Փոփոխված կամ մալախիտացված ապարներինը՝ սերիցիտ, մուսկովիտ 44 %, քվարց 42%, հանքային միներալներ (մագնետիտ, սուլֆիդներ, երկաթի երկրորդային օքսիդների, հիդրօքսիդների և պղնձի կարբոնատների վերածված միներալներ) 14%: Այսինքն փոփոխված կամ մալախիտացված ապարներում, հանքային միներալների տոկոսային պարունակությունը, համեմատած առաջնային չփոփոխված ապարների հետ, աճել է 7%-ով:

Կատարված պետրոֆիզիկական հետազոտությունները ցույց են տվել, որ քվարցային դիորիտների փոփոխված կամ մալախիտացված տարբերակները հստակ տարբերվում են չփոփոխված ապարներից՝ բարձր ծակոտկենությանը($\Delta K_n=8.21\%$), միջին միներալային խտությանը($\Delta \sigma_{\text{մ.դ.}}=0.18\text{գ/սմ}^3$), մագնիսական ընկալունակությանը($\chi=117 \cdot 10^{-5}\text{սի}$ և $\chi=304 \cdot 10^{-5}\text{սի}$), ցածր տեսակարար էլեկտրական դիմադրությանը՝ $\rho=600 \div 800 \text{Օհմ.մ-ից}$ փոքրանում է դառնալով $\rho=15 \div 20 \text{Օհմ.մ}$: Եթե ծակոտկենության և միներալային խտության աճը,

կարող է բացատրվել, ապարի ճեղքավորմամբ, հիդրոթերմալ փոփոխմամբ և նոր հանքային միներալների առաջացմամբ, ապա մագնիսական և էլեկտրական հատկությունների փոփոխությունը կարող է բացատրվել ֆերոմագնիսական և էլեկտրոնահաղորդիչ միներալների տոկոսային պարունակության ավելացմամբ:

Ապարների ֆիզիկական հատկությունների նման դիֆերենցված լինելը, հնարավորություն է տալիս ընտրելու համապատասխան երկրաֆիզիկական մեթոդներ, երկրաբանական խնդիրների լուծման համար:

Երկրաբանական խնդիրները և դրանց լուծման երկրաֆիզիկական մեթոդների հիմնավորումը. Երկրաֆիզիկական ուսումնասիրությունների առջև խնդիր է դրվել «Մալախիտ» պայմանական անունով հանքավայրի տարածքում քարտեզագրել մալախիտացված(հանքայնացված) ապարների տարածման սահմանները և գնահատել նրանց հզորությունները:

Առաջադրված խնդիրների լուծման համար ընտրվել է մագնիսահետախուզության և էլեկտրահետախուզության մեթոդների համալիրը: Այդ մեթոդների ընտրությունը հիմնավորվել է նրանով, որ տվյալ տեղամասում տարածված ապարները, ըստ պետրոֆիզիկական ուսումնասիրությունների, առավելապես դիֆերենցված են մագնիսական և էլեկտրական հատկություններով:

Մագնիսահետախուզության վերերկրյա հրապարակային հանույթի կիրառումը նպատականդված էր քարտեզագրելու՝ բարձր մագնիսականությամբ օժտված փոփոխված կամ հանքայնացված ապարների տարածման սահմանները, իսկ էլեկտրահետախուզության ուղղաձիգ էլեկտրական զոնդավորման (ՈՒԷԶ) մեթոդով որոշել կտրվածքում ապարների շերտագրությունը և շերտերի հզորությունները: Հենվելով ապարների ֆիզիկական հատկությունների՝ հատկապես մագնիսական ընկալունակության և բնական մնացորդային մագնիսականությունների հստակ տարբերությունների վրա՝ ակնկալվում էր, որ փոփոխված, կամ հանքայնացված ապարների տարածման սահմաններում սպասվող մագնիսական անոմալիաների ինտենսիվությունը կարող է տատանվել 400-500նՏլ-ից մինչև 800-1000նՏլ: Սպասվում էր, որ տեսակարար էլեկտրական դիմադրությունների խիստ տարբերություններով պայմանավորված՝ հանքայնացված ապարները գեոէլեկտրական կտրվածքում կնկարագրվեն որպես ցածր դիմադրության (մի քանի տասնյակից մինչև մեկից երկու հարյուր Օհ.մ) շերտեր: Քանի որ հանքավայրի զգալի մասը ծածկված է ժամանակակից պրոլյուվիալ և դելուվիալ նստվածքներով, ուստի ՈՒԷԶ-ի տվյալներով նախատեսվում էր որոշվել նաև այդ ծածկոցի հզորությունները:

Կատարված ՈւԷՉ-երի արդյունքներով հնարավոր էր կառուցել երկրաէլեկտրական կտրվածքներ համեմատելով այն երկրաբանական կառուցվածքի հետ:

Երկրաֆիզիկական դաշտային աշխատանքների մեթոդիկական և տեխնիկական

Մագնիսահետախուզությունը կիրառվել է հրապարակային հանույթի տարբերակով, մոտավորապես 7հա մակերեսի վրա, որը համընդուն էր հանքայնացված տեղամասի հետ: Հանույթը իրականացվել է 20մ հեռավորությամբ իրար զուգահեռ՝ արևելքից արևմուտք ուղղությամբ ձգվող 16 պրոֆիլներով, որոնց երկարությունները տարբեր են եղել (80մ-ից մինչև 330մ)՝ պայմանավորված տեղամասի սահմաններով և ռելիեֆային պայմաններով(Նկ.1):

Հանույթի տարածքը ռելիեֆի տեսանկյունից բավականին բարդ է՝ նրա արևելյան հատվածը լեռնագագաթի համեմատաբար մեղմ թեքություններով տեղամաս է, իսկ արևմտյան հատվածը կտրտված է առանձին ձորակներով: Չնայած ռելիեֆի բարդություններին՝ հանույթը իրականացման ժամանակ պահպանվել է ինչպես պրոֆիլների զուգահեռությունը, այնպես էլ շարքային կետերի միջև նախատեսված 10մ հեռավորությունը:

Հանույթի նախատեսված ճշտությունը ապահովելու համար, տեղամասի կենտրոնական մասում ստեղծվել է ստուգման կետ(ՄԿ), իսկ նախատեսվող պրոֆիլների սկզբնակետերով կառուցվել է մագնիստրալ, որի կետերը՝ մագնիսական դաշտի բազմակի չափումներով կապվել են ՄԿ-ի հետ: Նման հենակետերի ստեղծումը թույլ է տվել հանույթը իրականացնել բարձր ճշտությամբ: Երկրամագնիսական դաշտի վարիացիաների ուղղումներ մտցնելու համար օգտվել ենք ստուգման կետում և հենակետերում օրվա ընթացքում կատարված բազմաթիվ չափումներից: Չափվել է էլեկտրամագնիսական դաշտի ինդուկցիայի լրիվ վեկտորի բացարձակ արժեքը(|T|):

Չափումները իրականացվել են «Geometrics» ֆիրմայի արտադրության G-826 մակնիշի պրոտոնային մագնիսոմետրով, որի չափման ճշտությունը ± 1 նՏլ(նանոտեսլա) է: Մեկ պրոֆիլով հանույթի ժամանակը չի գերազանցել 1-1.5 ժամը, քանի որ նրանց երկարությունը չի գերազանցել 330 մետրը: Հանույթը իրականացվել է 1:1000 մասշտաբով: Այն տեղամասերում, որտեղ մերկացած են եղել հանքային մարմինը, կամ դիտվել է դաշտի կտրուկ փոփոխություններ, խոշորացվել է հանույթի մասշտաբը՝ մանրակրկիտ ուսումնասիրելու համար:

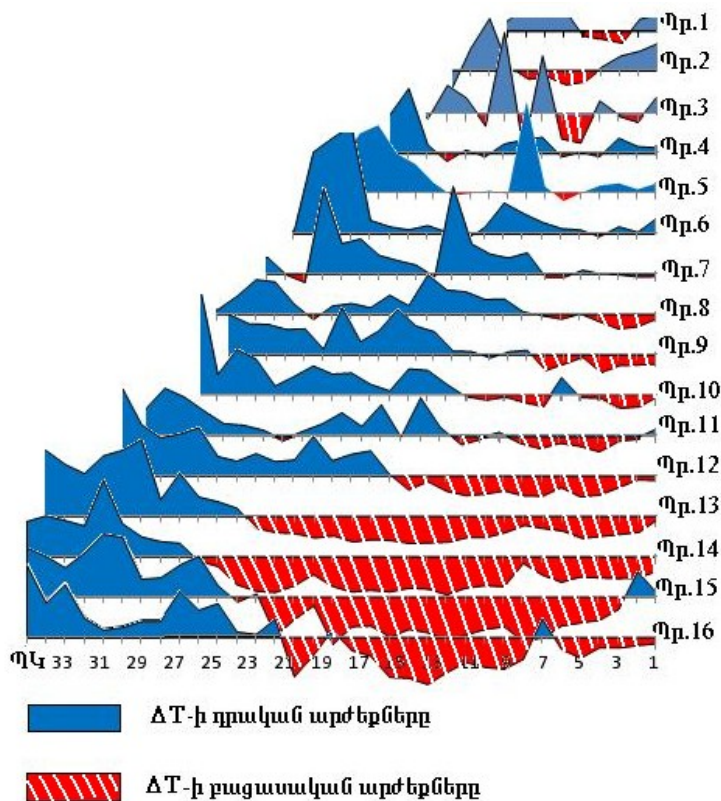
Էլեկտրահետախուզությունը, կիրառվել է ուղղաձիգ էլեկտրական զոնդավորման (ՈւԷՉ) մեթոդով: ՈւԷՉ-ը կիրառվել է մագնիսական հանույթով առանձնացված հանքայնացված տեղամասերը հատող պրոֆիլներով: Էլեկտրահետախուզական

պրոֆիլներով կառուցված գեոէլեկտրական կտրվածքները թույլ են տվել հետևելու հանքայնացված շերտի հզորությունների փոփոխություններին ամբողջ պրոֆիլի երկայնքով, ինչպես նաև որոշելու նատվածքային ծածկոցի հզորությունների փոփոխություններին: Ուսումնասիրվել են մինչև 50-70 մետր խորությունները: Էլեկտրահետախուզական աշխատանքները իրականացվել են **ԱԶ-72** էլեկտրոնային ավտոկոմպենստորով:

Երկրաֆիզիկական հետազոտությունների արդյունքները

Մագնիսական հանույթ: 1:1000 մասշտաբի ընտրությունը պայմանավորված է եղել հանքային դաշտում առկա ստրուկտուրաների տեսանելի հզորություններով և երկրաբանական քարտեզագրման համար նախատեսված 1:2000 մասշտաբով: Հանույթի միջին քառակուսային սխալը կազմել է $m = \pm 5.9$ մՏԼ, այսինքն՝ իրականացվել է միջին ճշտության հանույթ: Դա նշանակում է, որ գրաֆիկների և իզոդինամների քարտեզների վրա դաշտի այն փոփոխությունները, որոնք գերազանցում են 15 մՏԼ (ըստ միջին քառակուսային սխալի մեծության), կարող են համարվել անոմալիաներ՝ կապված երկրաբանական առաջացումների հետ:

Երկրամագնիսական T դաշտի չափված արժեքները ուղղվել են վարիացիաների և նորմալ դաշտի մնացորդի համար: Ուղղված արժեքներով հաշվարկվել է ΔT դաշտի արժեքները և Surfer ծրագրով կառուցվել են գրաֆիկների ու իզոդինամների քարտեզները(Նկ.1 և 2):

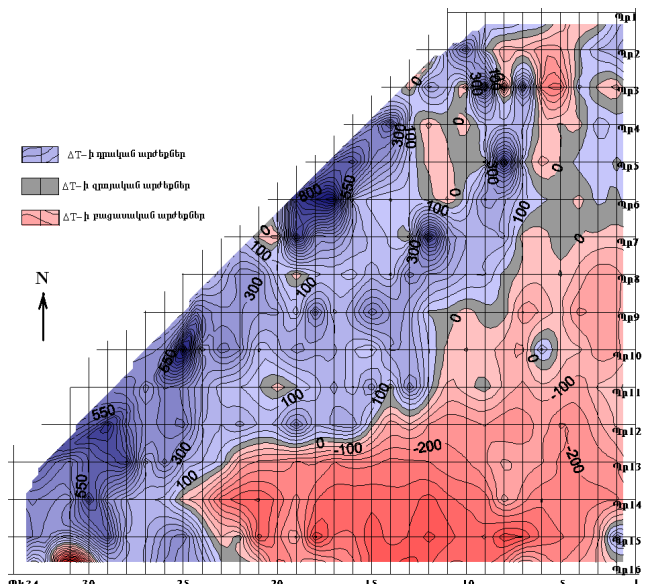


Նկ.1 ΔT գրաֆիկների քարտեզ,
Մ 1:1000

Դրական անոմալ դաշտը պայմանավորված է հետազոտվող տարածքի փոփոխված կամ հանքայնացված տեղամասերի հետ, իսկ գրոյականին մոտ և բացասական դաշտով նկարագրվում են չփոփոխված գրանիտոիդները, որոնք

ծածկված են տարբեր հզորության պրոլուվիալ, դելուվիալ նստվածքներով: Ինչպես երևում է քարտեզից, հանքայնացված ապարները հիմնականում տարածված են պրոֆիլների արևմտյան կեսում, իսկ որպես հանքային մարմին՝ այն ունի հարավ-արևմուտք, հյուսիս-արևելք ձգած տեսք: Ըստ անոմալ դաշտի պատկերի՝ հանքայնացված գոտին կարող է ունենալ շարունակություն, ինչպես հյուսիս արևելքում, այնպես էլ հարավ արևմուտքում:

Նման պատկեր է դիտվում ΔT իզոդինամների քարտեզի վրա, որը բերված է Նկ.2-ում: Այստեղ հանքայնացված գոտին ուրվագծվում է զրոյական իզոգծով, որը նշված է գորշ գույնով, իսկ դրական և բացասական արժեքներով իզոգծերի տեղամասերը նույնպես պատկերված են կարմիր և կապույտ գույներով: Ինչպես երևում է քարտեզից, դրական անոմալ դաշտի ինտենսիվությունը հասնում է մինչև 800-1000ՆՏլ: Հանքայնացված տեղամասը առանձնանում է նաև անոմալ դաշտի բարձր գրադիենտի գոտիով:



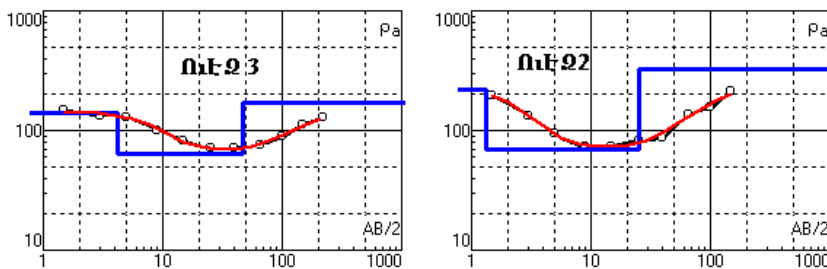
Նկ 2. ΔT իզոդինամների քարտեզը,՝ հանույթի ցանցով, Մ 1:1000

Իզոդինամների քարտեզի վրա դրված (20մ x 10մ) հանույթի ցանցի օգնությամբ, անհրաժեշտության դեպքում կարելի է հաշվել հանքային մարմնի զբաղեցրած մակերեսը պլանում, իսկ առանձին կետերում ստացված հզորությունները (ըստ ՈւԷՁ-ի տվյալների), թույլ կտան հաշվելու նաև հանքանյութի մոտավոր ծավալները:

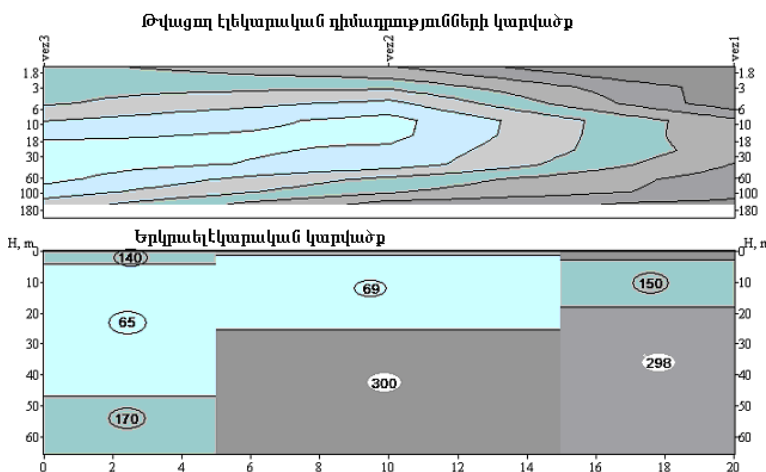
Ամփոփելով մագնիսական հանույթի արդյունքները գալիս ենք եզրահանգման, որ փոփոխված, գրեյզենացված կամ հանքայնացված ապարները շրջափակող քվարցային դիորիտներից տարանջատվում են՝ ΔT անոմալ դաշտի դրական և բարձր ինտենսիվությամբ անոմալիաներով:

Էլեկտրահետախուզական ուսումնասիրությունները տարվել են ուղղաձիգ էլեկտրական զոնդավորման(ՈւԷՁ) մեթոդով: Բոլոր ՈւԷՁ-ները մեկնաբանվել են համակարգչային IPI2win ծրագրով և որպես բնորոշ օրինակ նրանցից երկուսը բերված են նկ.4-ում: Դրված է եղել խնդիր որոշել ինչպես պրոլուվիալ և դելուվիալ

նատվածքների հզորությունները, այնպես էլ հանքայնացված ապարների հզորությունները: Ինչպես երևում է ՈւԷՁ-ի կորերը հիմնականում H տիպի են, միայն ՈւԷՁ4-ն է **HK** տիպի, այսինքն երկրաէլեկտրական կտրվածքները այդ կետերում եռաշերտ են, որոնցից առաջին շերտը համնկնում է պրոլուվիալ և դելուվիալ նատվածքներին($\rho_p=220-500\text{Օհմ.մ}$): Երկրորդ շերտը համեմատաբար ցածր դիմադրության շերտ է, որը համապատասխանում է հանքայնացված ապարներին($\rho_p=60-180\text{Օհմ.մ}$): Երրորդ շերտը բարձր դիմադրության շերտ է գեոէլեկտրական կտրվածքում համնկնում է չփոփխված գրանիտոիդների (քվարցային դիորիտների) հետ($\rho_p=500-1000\text{Օհմ.մ}$): Ինչպես ցույց են տալիս մեկնաբանման արդյունքները, տարբեր կետերում նույնանուն շերտերի հզորությունները տարբեր են: Նատվածքային ծածկոցի հզորությունները փոխվում են $h=1.0-1.80\text{մ}$, հանքայնացված շերտերինը $h=10-76\text{մ}$: Ի դեպ հանքայնացված շերտերի մեծ հզորությունները դիտվել են հատկապես այն կետերում, որտեղ մագնիսական անոմալ դաշտը նկարագրվել է բարձր ինտենսիվությամբ:



ՆԿ.3 ՈւԷՁ-ի կորեր մեկնաբանված IPI2win ծրագրով.



ՆԿ.4 ՈւԷՁ(3,2,1) պրոֆիլով IPI2win ծրագրով. կառուցված թվացող էլեկտրական դիմադրության և երկրաէլեկտրական կտրվածքները.

Կատարված հետազոտությունների համատեղ վերլուծությունները թույլ են տալիս անելու հետևյալ եզրակացությունները:

- Ըստ պետրոֆիզիկական հետազոտությունների քվարցային դիորիտների ֆիզիկական հատկությունները, հիդրոթերմալ փոփոխության, կամ մալախիտացման հետևանքով կրել են զգալի փոփոխություններ՝ միջին միներալային խտությունը, մագնիսական ընկալունակությունը և մնացորդային մագնիսականությունը աճել են, իսկ տեսակարար էլեկտրադիմադրությունը՝ փոքրացել է:
- Պետրոգրաֆիական տեսանկյունից՝ փոփոխված ապարները չնայած կրել միներալային կազմի բավական լուրջ փոփոխություններ, որի արդյունքում հանքային միներալների պարունակությունը 7%-ից հասել է 14%-ի, սակայն պահպանել են քվարցային դիորիտների ստրուկտուրային հատկանիշները:
- Երկրամագնիսական դաշտում հանքայնացված ապարները իրենց տարածման սահմաններով առանձնանում են որպես դրական բարձր ինտենսիվությամբ ΔT անոմալ դաշտի տեղամասեր, իսկ պլանում հստակորեն սահմանագատվում են չփոփոխված քվարցային դիորիտներից:
- Մագնիսական դաշտի ΔT իզոդինամների և գրաֆիկների քարտեզների վրա կարելի է հաշվել հանքայնացված տեղամասը զբաղեցրած մակերեսը:
- Երկրաբանական կտրվածքում էլեկտրական դիմադրության դիֆերենցվածությունը հիմք է հանդիսացել ՈւԷԶ մեթոդի կիրառմամբ, բարձր ճշտությամբ որոշելու առանձին պրոֆիլներով հանքային մարմնի և նրա ծածկոցի հզորությունները:
- Օգտագործելով մագնիսական հանույթի տվյալներով ստացված հանքային մարմնի զբաղեցրած մակերեսը, ինչպես նաև ՈւԷԶ-ի տվյալներով նրա հզորությունները՝ կարելի է հաշվարկել հանքային մարմնի մոտավոր ծավալները, իսկ օգտագործելով նաև հանքային միներալների տոկոսային պարունակության չափանիշը՝ գնահատել նաև նրա ներուժը:

Օգտագործված գրականություն

1. Г. И. Гринкевич; Магниторазведка. Москва, "Недра", 1987г.

2. Գ. Վ. Մարկոսյան, Հ. Պ. Գույումջյան «Ազատեկի ոսկի-բազմգնետադային հանքավայրի Ալձորի(Ալդարայի) տեղամասի մալախիտային գոնայի գրանիտոիդների պետրոգրաֆիական – պետրոֆիզիկական բնութագրերը» Կիրառական երկրաբանության ժամանակակից հիմնահարցերը, պրոֆ. Պ.Ս. Բոշնադյանի ծննդյան 90-ամյակին նվիրված գիտաժողովի գիտական աշխատությունների ժողովածու: Երևան 2010թ. նոյեմբեր “-“.

3. Инструкция по магниторазведке: хаземная магнитная съемка, аэромагнитная съемка, гидромагнитная съемка/ Под ред. Ю.С.Глебовская и В.Е.Никитского.: Л.Недра, 1981г.
- 4.Ю.В.Якубовский и Л.Л.Ляхов; Электраразведка,Недра,Москва 1974г.

Г.В.МАРКОСЯН

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЗОНАХ ОКИСЛЕНИЯ
СУЛЬФИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДИ

(на примере месторождения Вайоцдзорского месторождения “Малахит”)

Резюме

В статье рассмотрены результаты исследований зоны окисления Азатекского медного сульфидного месторождения геофизическими методами. Показана эффективность применения электраразведки и магнитаразведки при дифференциации и оценке мощностей малахитизированного участка.

G.V.MARKOSYAN

EFFICIENCY OF GEOPHYSICAL METHODS APPLICATION IN COPPER SULFIDE DEPOSITS
OXIDATION ZONES (on the pattern of “Malakhit” deposit of Vayots dzor)

In the article the results of investigations of oxidation zone in Azatek copper sulfide deposit by geophysical methods have been discussed. It was pointed the application efficiency of electric and magnetic exploration in problems of differentiation and assesment of thicknesses in malakhitization zone.