ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ՖԱԿՈՒԼՏԵՏ

Գ. Ռ. ԳԱՐԵՅԱՆ

ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՈՐՈՆՄԱՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

(ՈՒՍՈՒՄՆԱՄԵԹՈԴԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ)

ԵՐԵՎԱՆ
ԵՊՀ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ
2019

ՀՏԴ 550.84(075.8)
ԳՄԴ 26.34:26.30գ73
Գ 349

Հրատարկության է երաշխավորել
ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության
ֆակուլտետի գիտական խորհուրդը:

Գրախոսներ՝

երկրաբ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ Շ. Վ. Խաչատրյան
ՀՀ ԳԱԱ ԵԳԻ լաբորատ. վարիչ, երկրաբ. գիտ.
թեկնածու Ա. Ե. Հովհաննիսյան

Գարեյան Գ. Ռ.
Գ 349 Օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնման երկրաքիմիական մեթոդներ: Ուսումնամեթոդական ձեռնարկ/ Գ. Գարեյան: -Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2019, 76 էջ:

Ձեռնարկում լուսաբանված են որոնումների երկրաքիմիական մեթոդները: Քննարկված են քիմիական տարրերի անոմալ կուտակումների արդյունքում ձևավորված առաջնային և երկրորդային երկրաքիմիական պսակները, նրանց առանձնահատկությունները, հայտնաբերման և եզրագծման մեթոդները, երկրաբանահետախուզական աշխատանքների տարբեր փուլերում նրանց կիրառությամբ լուծվող խնդիրները:

Նախատեսված է ԵՊՀ աշխարհագրության և երկրաբանության ֆակուլտետի ուսանողների, ինչպես նաև երկրաբանության ոլորտում կիրառական երկրաքիմիայով զբաղվող ուսանողների ու մասնագետների համար:

Հասկացություններ – տարրերի միգրացիա, արմատական և փուխր ապարներ, առաջնային և երկրորդային պսակներ, ցրման հոսքեր, զոնալականության ցուցիչ, տարր-ինդիկատորներ, մնացորդային և վրադրված պսակներ, բաց և փակ պսակներ:

ՀՏԴ 550.84(075.8)
ԳՄԴ 26.34:26.30գ73

ISBN 978-5-8084-2405-0

© ԵՊՀ հրատ., 2019
© Գարեյան Գ. Ռ., 2019

ՆԱԽԱԲԱՆ

Երկրաբանական աշխատանքների խնդիրներից մեկը արդյունաբերությունը հանքային հումքով ապահովելն է, որի լուծման համար, հորատման և լեռնային աշխատանքների հետ միաժամանակ, կատարվում են երկրաբանական, երկրաֆիզիկական և երկրաքիմիական համալիր հետազոտություններ:

Տասնյակ տարիների ընթացքում հանքավայրերի շահագործման և արդյունահանման հետևանքով խիստ կրճատվել է երկրի մակերեսին մերկացող հանքավայրերի թիվը: Այս իրավիճակում արդիական է որոնումների երկրաքիմիական մեթոդների կիրառությունը, որոնց հիմքում ընկած են երկրաքիմիայի չորս հիմնադրույթները.

- քիմիական տարրերի համընդհանուր տարածվածությունը բոլոր գեոսֆերաներում,
- նրանց անընդհատ միգրացիան ժամանակի և տարածության մեջ,
- բնության մեջ գտնվելու տեսակների ու ձևերի բազմազանությունը,
- տարրերի ցրված վիճակների գերակշռությունը նրանց կուտակումների նկատմամբ:

Դեռևս 1906 թ. ակադեմիկոս Վ. Ս. Վերնադսկին ասել է. «Երկրի վրա նյութի յուրաքանչյուր կաթիլի և փոշեհատիկի մեջ, կախված ուսումնասիրությունների զարգացման աստիճանից, մենք անընդհատ հայտնաբերում ենք նոր տարրեր: Ավազահատիկի կամ կաթիլի մեջ, ինչպես միկրոտիեզերքում, անդրադառնում է տիեզերքի ամբողջ կազմը»:

Հանքավայրերի երկրաքիմիական որոնումների մեթոդիկայի զարգացման պատմության մեջ առանձնացնում են երկու խոշոր փուլ: Մինչև անցյալ դարի 60-ական թթ. փխրուն առաջացումների տակ թաղված հանքավայրերի երկրաքիմիական որոնումների գիտական և մեթոդական հիմքերի զարգացման համար օգտագործվում էին տարր-ինդիկատորների ցրման երկրորդային լիթոքիմիական պսակները: Հետագայում՝ 60-ական թվականներից հետո, թե՛ գիտա-

կան և թե՛ կիրառական մեծ նշանակություն են ստանում հիդրոթերմալ ծագման կույր ներծին հանքայնացման որոնումներն առաջնային երկրաքիմիական պսակների օգնությամբ:

Որոնումների երկրաքիմիական մեթոդները կիրառվում են երկրաբանահետախուզական աշխատանքների բոլոր փուլերում և լուծում հետևյալ խնդիրները.

- հողմահարման հետևանքով բացված և հետագայում փուխր առաջացումներով ծածկված հանքավայրերի որոնումներ երկրորդային երկրաքիմիական պսակներով,
- երկրի մակերեսին չմերկացող հանքավայրերի և հանքային մարմինների որոնումներ առաջնային երկրաքիմիական պսակներով,
- հետախուզության փուլում գտնվող հանքավայրերի խորը հորիզոններում և թևերում թաքնված հանքային մարմինների հայտնաբերում,
- կանխատեսումային ռեսուրսների գնահատում
- նավթի և գազի հանքավայրերի որոնումներ և այլն:

Ուսումնական ձեռնարկը կազմված է Ա. Ա. Բեուսի, Ս. Վ. Գրիգորյանի, Ա. Պ. Սոլովովի և այլոց տպագիր հրատարակությունների (ներկայացված են գրականության բաժնում) մշակումների հիման վրա, համապատասխանում է օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնման երկրաքիմիական մեթոդներ դասընթացի ծրագրին և նախատեսված է ԵՊՀ-ում «Երկրաբանություն» մասնագիտության բակալավրի կրթական ծրագրի համանուն դասընթացի տեսական մասի յուրացման համար:

1. «ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՈՐՈՆՄԱՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ» ԴԱՍԸՆԹԱՑԻ ՆԿԱՐԱԳՐԻՉՆԵՐԸ

«Օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնման երկրաքիմիական մեթոդներ» դասընթացը նախատեսված է ԵՊՀ «054101.0106-Երկրաբանություն» բակալավրի կրթական ծրագրի («Երկրաբանություն» մասնագիտությամբ) առկա ուսուցման 7-րդ կիսամյակում: Լսարանային պարապմունքները կազմում են 45 ժամ, որից դասախոսություններին տրամադրված է 30 ժամ, գործնական պարապմունքներին՝ 15 ժամ և ինքնուրույն աշխատանքներին՝ 45 ժամ:

Դասընթացի նպատակն է՝

❖ ուսանողներին ծանոթացնել որոնման երկրաքիմիական մեթոդների տեսական հիմքը կազմող հասկացություններին, աշխատանքների մեթոդիկային, երկրաքիմիական նմուշարկման, պսակների եզրագծման և վերծանման աշխատանքներին,

❖ տալ հիմնարար գիտելիքներ առաջնային և երկրորդային պսակների ձևավորման, նրանց հատկությունների, տարր-ինդիկատորների ուղղաձիգ զոնալականության, վերհանքային և ստորհանքային տարրերի վերաբերյալ,

❖ տալ պատկերացումներ անոմալիաների էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի գնահատման, երկրաքիմիական պսակների միջոցով կանխագուշակային ռեսուրսների գնահատման մասին:

Դասընթացի ավարտին ուսանողն ունակ կլինի՝

ա. մասնագիտական գիտելիք և իմացություն

❖ վերհիշելու քիմիական տարրերի միգրացիոն հատկություններն ու տեսակները,

❖ թվարկելու որոնման երկրաքիմիական մեթոդների դասակարգումը,

❖ բացատրելու առաջնային երկրաքիմիական պսակների ձևավորումն արմատական ապարներում, նկարագրելու նրանց հատկությունները՝ տարրական կազմը, ինտենսիվությունն ու չափերը, մորֆոլոգիան, զոնալականությունը,

❖ հիմնավորելու տարրերի զոնալականության շարքի կառուցվածքը, առանձնացնելու վերհանքային և ստորհանքային տարր-ինդիկատորները, հաշվարկելու զոնալականության ցուցիչը,

❖ նկարագրելու փխրուն առաջացումներում ձևավորվող երկրորդային երկրաքիմիական պսակներն ու նրանց հատկությունները, դասակարգել տեսակները:

բ. գործնական մասնագիտական կարողություններ

❖ կառուցելու հանքավայրերի առաջնային և երկրորդային երկրաքիմիական պսակները,

❖ ընտրելու երկրաքիմիական անոմալիաների վերհանքային և ստորհանքային տարր-ինդիկատորները,

❖ որոշելու թաքնված հանքավայրերի էրոզիոն կտրվածքի մակարդակը երկրաքիմիական անոմալիաների օգնությամբ,

❖ կազմելու զոնալականության շարքեր հակադրության գործակիցների մեթոդով՝ միջին պարունակությունների և գծային արդյունավետությունների օգնությամբ,

❖ կազմելու ուղղաձիգ զոնալականության շարք զոնալականության ցուցիչի մեթոդով,

❖ կիրառելու երկրաքիմիական մեթոդները որոնողահետախուզական աշխատանքների տարբեր փուլերում:

«Օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնման երկրաքիմիական մեթոդներ» դասընթացը չնավորում է կրթական ծրագրի հետևյալ վերջնարդյունքները.

Ա4. ներկայացնելու, ձևակերպելու և հիմնավորելու երկրաբանահանութային և որոնողահետախուզական աշխատանքների խնդիրներն ու սկզբունքները, մեթոդները և դրանց համալիրի ընտրությունը, կիրառվող տեխնիկական, տեխնոլոգիական և տեղեկատվական միջոց-

ները, դրանց հնարավորություններն ու աշխատանքի սկզբունքները, դաշտային և լաբորատոր նյութի մշակման, վերլուծության և ներկայացման մեթոդներն ու սկզբունքները, երկրաբանատնտեսագիտական գնահատման գործոնները,

Բ3. ինքնուրույնաբար ընտրելու երկրաբանական տարբեր տիպի ուսումնասիրությունների, երկրաբանահանութային, որոնողական և հետախուզական աշխատանքների մեթոդների արդյունավետ համալիրը, կիրառվող տեխնիկական միջոցները, դաշտային և լաբորատոր նյութի հավաքագրման, մշակման, վերլուծության և ներկայացման մեթոդները,

Բ6. համակողմանիորեն վերլուծելու ուսումնասիրվող տարածքների երկրաբանական կառուցվածքը, տեկտոնական, մետաղածնական, երկրաքիմիական, երկրաֆիզիկական, ջրաերկրաբանական և ինժեներաերկրաբանական բնութագրերը, դաշտային հետազոտություններից և լաբորատոր ուսումնասիրություններից ստացված տվյալները:

Դասավանդման և ուսումնառության ձևերն ու մեթոդները

1. դասախոսություններ,

2. հանձնարարված մասնագիտական գրականության ընթերցում,

3. գործնական պարապմունքներ (անոմալիաների եզրագծում, երկրաքիմիական քարտեզների ու կտրվածքների կազմում):

Գնահատման մեթոդներն ու չափանիշները

Դասընթացն առանց եզրափակիչ գնահատման է: Նախատեսված 2 ընթացիկ քննություններից յուրաքանչյուրը գնահատվում է 10 միավոր առավելագույն արժեքով: Հարցատոմսը պարունակում է 5 հարց՝ յուրաքանչյուրը 2 միավոր: Միավորների քայլը 0.5 է: Առաջին ընթացիկ քննությունը գրավոր է, երկրորդը՝ բանավոր:

2. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԻԳՐԱՑԻԱՆ

Երկրաքիմիական միգրացիան, ըստ Ա. Ս. Ֆերսմանի, քիմիական տարրերի ատոմների տեղափոխությունն է երկրակեղևում, որի հետևանքով տեղի է ունենում նրանց կուտակումը կամ ցրումը: Գոյություն ունեն միգրացիայի ներքին և արտաքին գործոններ: Ներքին գործոններն են ատոմների ջերմային, գրավիտացիոն, քիմիական և ռադիոակտիվ հատկությունները:

Ատոմների ջերմային հատկությունները պայմանավորում են քիմիական տարրերի և նրանց միացությունների դյուրահալությունն ու ցնդելիությունը երկրաբանական պրոցեսներում: Երկրակեղևի խորքերում և վերին մանտիայում դյուրահալության հատկությունը որոշում է մագմատիկ հալոցքների ձևավորման օրինաչափությունները, նրանց մեջ տարրերի միգրացիայի առանձնահատկությունները: Հիպերգենեզի գոտում և երկրակեղևի վերին շերտերում այս երկու հատկություններն էլ կարևոր դեր են խաղում սնդիկի (Hg), յոդի (I) և բոլոր գազանման տարրերի միգրացիայի ժամանակ:

Ատոմների գրավիտացիոն հատկությունները որոշում են Երկրի գրավիտացիոն դաշտում նրանց միգրացիայի առանձնահատկությունները: Յուրաքանչյուր ատոմ ձգվում է իր զանգվածին համապատասխան ուժով, որն ի հայտ է գալիս թե՛ բյուրեղացման, թե՛ հողմահարման և թե՛ նստվածքակուտակման ժամանակ՝ ձևավորելով Երկրի արտաքին թաղանթը: Գրավիտացիոն հատկությունների դերը մեծ է նաև մագմատիկ հալոցքներում տարրերի միգրացիայի ժամանակ. օջախի մերձհատակային մասերում կուտակվում են բարձր խտությամբ օժտված տարրերը (պլատին և նրա խումբը) և միներալները (քրոմիտներ և այլն): Հեղուկ հալոցքների գրավիտացիոն բաժանումը տարբեր խտություններով օժտված չխառնվող հալոցքների կոչվում է լիկվացիա: Այս երևույթի հետևանքով էլ առաջանում են լիկվացիոն ծագման հանքավայրերը:

Միգրացիայի ժամանակ գերակշռող դեր ունեն *տարրերի քիմիական հատկությունները*, քանի որ այն կատարվում է հիմնականում հեղուկ վիճակում (հալոցքների կազմում, վերկրիտիկական և

հիդրոթերմալ լուծույթներում): Միգրացիան գազային և պինդ վիճակում ավելի հազվադեպ է:

Բոլոր դեպքերում էլ քիմիական տարրերի միգրացիայի բնույթն ու ուղիները կախված են կոնկրետ ֆիզիկաքիմիական պայմաններում տեղաշարժվող միացությունների կայունությունից: Վերկրիտիկական և հիդրոթերմալ լուծույթները բարձր ճնշման ու ջերմաստիճանի պայմաններում փոխազդում են շրջապատող ապարների հետ, զանազան քիմիական ռեակցիաների արդյունքում առաջացնում են դժվար լուծվող քիմիական միացություններ, որոնց նստեցման հետևանքով էլ առաջանում են մետաղները:

Տարրերը, որոնք ունակ են միգրացվելու բնական լուծույթներում, պետք է օժտված լինեն երկու հատկությամբ՝ քիչ թե շատ լուծվող և միգրացիոն-կայուն, այսինքն՝ տվյալ ֆիզիկաքիմիական պայմաններում հնարավորություն չունենան որևէ քիմիական ռեակցիայի մեջ մտնել:

Մի շարք տարրերի (ուրան, թորիում, կալիում, ռուբիդիում, ռենիում և այլն) իզոտոպների *ռադիոակտիվ տրոհման* հետևանքով առաջանում են նոր տարրեր, որոնք իրարից տարբերվում են միգրացիոն հատկություններով: Օրինակ. ուրանի (U) ու թորիումի (Th) տրոհման ժամանակ առաջանում են հեշտ միգրացվող հելիում (He) և դժվար միգրացվող կապար (Pb), ռուբիդիումի (Rb) և ռենիումի (Re) իզոտոպների տրոհման ժամանակ՝ համապատասխանաբար ստրոնցիում (Sr) և օսմիում (Os) + β (ճառագայթ, կալիումի (K) ժամանակ՝ արգոն (Ar):

Միգրացիայի արտաքին գործոնները բնութագրվում են տվյալ միջավայրի թերմոդինամիկ պայմաններով, որտեղ տեղի է ունենում քիմիական տարրերի միգրացիան և ի հայտ են գալիս դրանց ատոմների ներքին հատկությունները: Արտաքին գործոններն են. Երկրի գրավիտացիոն հատկությունները, միգրացիայի քիմիական պայմանները, ջերմությունը և ճնշումը:

Երկրի գրավիտացիոն հատկությունները պայմանավորում են քիմիական տարրերի տեղաշարժը գլոբալ մասշտաբով:

Միգրացիայի քիմիական պայմանները կարևորագույն գործոններից են, քանի որ տեղաշարժման ժամանակ բնական ջրային լուծույթները ռեակցիայի մեջ են մտնում շրջապատող ապարների հետ, որի հետևանքով կամ հարստանում են նրանց տարրերով, կամ տեղի է ունենում նրանց փոխազդեցությունը: Ըստ որում, բնական միջավայրում քիմիական ռեակցիաների արագությունն ուղիղ համեմատական է փոխազդող նյութերի ակտիվությանը:

Միգրացիայի ժամանակ շատ մեծ դեր ունի *ջերմաստիճանը*: Հայտնի է, որ նրա բարձրացմանը զուգահեռ շատ միացությունների լուծելիությունը ջրային միջավայրում մեծանում է: Ջերմաստիճանի նվազման դեպքում փոքրանում են մի շարք բարձր ջերմաստիճանային տարրերի լուծելիությունն ու կայունությունը, որը կարող է դառնալ նրանց զանգվածային նստեցման պատճառ: Ջերմաստիճանի փոփոխման դեպքում փոփոխվում է քիմիական ռեակցիայի արագությունը:

Հետմագմատիկ պրոցեսներում տարրերի միգրացիայի համար առաջատար դեր ունի ջերմաստիճանային գործոնը, քանի որ քիմիական միացությունների և նրանց խառնուրդների հալման ջերմաստիճանից է կախված հալոցքի առաջացումն ու հետագա վարքը:

Ճնշումը ևս կարևոր թերմոդինամիկ գործոն է, որը պայմանավորում է բնական համակարգերի վիճակն ու նրանց վարքի միտումները: Սիստեմում ճնշման կտրուկ նվազումը (օրինակ՝ տեկտոնական պրոցեսների ժամանակ ճեղքվածքային գոտիների առաջացումը) կարող է խթանել բարձր ջերմաստիճանային վերկրիտիկական լուծույթից հանքային միներալների նստեցումը:

Հիպերգենեզի գոտում քիմիական տարրերի միգրացիայի գործոնները բավականին տարբերվում են խորքային զոնաների գործոններից: Այստեղ միգրացիան տեղի է ունենում գործնականորեն հաստատուն ճնշման և ջերմաստիճանի շատ քիչ տատանումների պայմաններում: Բացի այդ, կարևոր դեր ունեն կենսաբանական գործոնները, նյութի տեղափոխման կոլոիդ և ադսորբցիոն ձևերը և այլն: Երկրակեղևի մակերեսի քիմիական պայմանները կարող են ուսումնասիրվել արմատական ապարների հիպերգեն քայքայման

արդյունքների, բնական ջրերի, օդի, հողի երկրաքիմիական հետազոտությունների միջոցով:

Առավել տարածում ունեն միգրացիայի հետևյալ տեսակները՝ մագմատիկ հալոցքներ, լուծույթներ, միներալային, իզոմորֆ և կենսածին ձևեր, գազային խառնուրդներ:

1. *Մագմատիկ հալոցքներ:* Այս ձևով տեղաշարժվում են ինչպես մանտիայից եկող, այնպես էլ խիստ մետամորֆիզմի ժամանակ հալված և ձուլված նյութերը: Միգրացիայի միջավայր են դառնում հալոցքը և նրա ու ներփակող ապարների սահմանները, իսկ արտաքին գործոններ են նյութի խտությունը, ջերմաստիճանն ու ճնշումը: Ներքին գործոններից կարևոր դեր են խաղում ատոմների գրավիտացիոն հատկությունները, իոնների շառավիղների չափերը և բյուրեղացման հատկությունները: Միներալներն այս դեպքում կարող են լինել և՛ հանքային և՛ ոչ հանքային: Միգրացիայի այս տեսակի ժամանակ առաջանում են միայն առաջնային երկրաքիմիական պսակներ:

2. *Լուծույթներ:* Քիմիական տարրերի մեծ մասը երկրակեղևում տեղաշարժվում է կոլոիդ և իսկական լուծույթների տեսքով, ինչպես հիդրոթերմալ և մետամորֆային պրոցեսների հետևանքով, այնպես էլ ստորգետնյա և մակերևութային ջրերի միջոցով: Միգրացիոն միջավայր են դառնում ապարների ճեղքերն ու դատարկությունները, միներալների ծակոտիկները, փխրուն առաջացումներն ու հողածածկը, գետերի, ծովերի, լճերի, ճահիճների ջրային լուծույթները և այլն: Հաճախ միգրացվող նյութերը շփվում են մթնոլորտի և երկրի ընդերքի գազերի հետ: Արդյունքում առաջանում են և՛ առաջնային, և՛ երկրորդային երկրաքիմիական պսակներ:

3. *Միներալային տեսակը:* Սա միներալների տեղաշարժն է լիթոսֆերայում: Միգրացիոն միջավայր կարող են լինել մագմատիկ հալոցքները, մակերեսային ջրերը և մթնոլորտի ու լիթոսֆերայի սահմանը: Այս տեսակի արդյունքում առաջանում են և՛ առաջնային, և՛ երկրորդային երկրաքիմիական պսակներ, որտեղ տարր-ինդիկատորները գտնվում են միայն միներալային վիճակում: Ընդ որում, պսակներն առաջանում են նյութի չափերի ու խտության մեխանիկական տարբերակման հետևանքով:

4. *Իզոմորֆային չափ* միներալային միգրացիայի մի մասն է, երբ դիտարկվող տարրերը գտնվում են իզոմորֆ խառնուրդների տեսքով: Այս դեպքում առաջանում են և՛ առաջնային, և՛ երկրորդային երկրաքիմիական պսակներ:

5. *Գազային խառնուրդների* տեսքով միգրացիան տեղի է ունենում պնևմատոլիթային պրոցեսների, ռադիոակտիվ տարրերի տրոհումների, սուլֆիդների օքսիդացման, մի շարք միացությունների սուբլիմացիայի* ժամանակ: Գազային ներփակումներն առաջանում են ապարների փոքր ճեղքերում և ծակոտիկներում միգրացվող գազերի խցանման, իսկ հեղուկները՝ խցանված գազերի ու գոլորշիների կուտակման հետևանքով: Գազեր կարող են առաջանալ մի շարք ռադիոակտիվ տարրերի տրոհման հետևանքով: Օրինակ, ռադիում և հելիում առաջանում են ուրանի տրոհման հետևանքով, արգոնը՝ կալիումի, թորոնը և հելիումը՝ թորիումի: Սրանք պատկանում են ազնիվ գազերի ընտանիքին և միացություններ չեն տալիս:

Մշտական հոսանքի դեպքում գազերն առաջացնում են երկրորդային պսակներ: Ստորգետնյա ջրերում՝ բարձր ճնշման պայմաններում, գազերը գտնվում են լուծված վիճակում և առաջացնում են երկրորդային հիդրոերկրաքիմիական պսակներ:

6. Միգրացիայի *կենսածին (բիոգեն)* տեսակը կախված է կենդանական և բուսական օրգանիզմներում քիմիական տարրերի կուտակման քանակից: Կենդանի օրգանիզմներում որոշակի տարրերի բավական մեծ կուտակումների դեպքում, դրանց մահացումից և հետագա ապարագոյացումից հետո, ձևավորվում են հանքավայրեր ու դրանց առաջնային երկրաքիմիական պսակներ: Հանքավայրերի վրա աճող բույսերի մեջ ևս կուտակվում են մի շարք տարրեր՝ առաջացնելով ցրման երկրորդային կենսաերկրաքիմիական պսակներ:

---

* Սուբլիմացիա - պինդ նյութի ցնդումը գազերի տեսքով, առանց անցնելու հեղուկ ագրեգատային վիճակի

3. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

3.1. Կիրառական երկրաքիմիայում օգտագործվող հիմնական հասկացությունները

Երկրաքիմիական որոնումների իրականացման համար ուսումնասիրվող տարածքում կատարվում է երկրաքիմիական նմուշարկում: Կախված նմուշարկվող բնական առաջացումներից՝ առանձնացնում են լիթոերկրաքիմիական, հիդրոերկրաքիմիական, կենսաերկրաքիմիական և ատմոսերկրաքիմիական մեթոդներ:

Ծանոթանանք կիրառական երկրաքիմիայում օգտագործվող մի քանի հասկացության:

Կլարկ - արտահայտում է քիմիական տարրի միջին պարունակությունը երկրակեղևում, հիդրոսֆերայում, ամբողջությամբ Երկրում, տիեզերական մարմիններում և այլ համակարգերում:

Նորմալ երկրաքիմիական դաշտեր – սրանք օգտակար հանածոների հանքավայրերի և երևակումների սահմաններից դուրս գտնվող, քիմիական տարրերի կլարկներին մոտ պարունակություն ունեցող մարզեր են:

Անոմալ երկրաքիմիական դաշտեր - նորմալ դաշտերում ֆոնային արժեքներից քիմիական տարրերի բարձր կամ ցածր պարունակությամբ առանձնացվող դաշտեր են, որոնք ունենում են սեփական երկրաքիմիական անոմալիաներ:

Տեղական երկրաքիմիական ֆոն - հանքառաջացման պրոցեսների ազդեցությանը չենթարկված տեղամասերի սահմաններում քիմիական տարրի միջին պարունակությունը, որից առավելագույն շեղումը ստացել է *նվազագույն-անոմալ պարունակություն* անունը:

Երկրաքիմիական անոմալիաներ - բնական առաջացումների լոկալ տեղամասեր, որոնք բնորոշվում են քիմիական տարրերի անոմալ (բարձրացած կամ ցածրացած) պարունակությամբ՝ համեմատած ֆոնի հետ:

Լիթոերկրաքիմիական անոմալիաներ - արմատական ապարներում և փխրուն առաջացումներում քիմիական տարրերի անոմալ կուտակման տեղամասեր:

Հիդրոերկրաքիմիական անոմալիաներ - ստորգետնյա և մակերևութային ջրերում քիմիական տարրերի անոմալ պարունակությամբ աչքի ընկնող տեղամասեր:

Ատմոերկրաքիմիական անոմալիաներ - Երկրի ընդերքից անջատվող գազերի կամ գազանման բաղադրիչների կուտակման տեղամասեր:

Կենսաերկրաքիմիական կամ ֆիտոերկրաքիմիական անոմալիաներ - բույսերի մեջ քիմիական տարրերի անոմալ պարունակություն ունեցող տեղամասեր:

Կուտակման գործակից - երկրաքիմիական անոմալիաների ինտենսիվության քանակական ցուցանիշ, որը անոմալիայի սահմանում և տեղական ֆոնում տվյալ քիմիական տարրի պարունակությունների հարաբերությունն է *($C_{ան}$/ $C_{ֆ}$):*

Հանքավայրի երկրաքիմիական պսակ – ներփակող ապարների, փխրուն առաջացումների, բուսականության, մակերևութային և գրունտային ջրերի տեղամաս, որտեղ դիտարկվում են տվյալ հանքայնացմանը բնորոշ մետաղական տարրերի ու նրանց ուղեկիցների անոմալ պարունակություններ: Պսակների առաջացումը կապված է հանքավայրերի ձևավորման *(առաջնային երկրաքիմիական պսակներ)* կամ նրանց հիպերգեն քայքայման *(երկրորդային երկրաքիմիական պսակներ)* պրոցեսների հետ:

Տարբերում են *լիթոերկրաքիմիական պսակներ*՝ փխրուն առաջացումներում, *ցրման հոսքեր*՝գետահունային նստվածքներում, *հիդրոերկրաքիմիական պսակներ*՝ մակերևութային և գրունտային ջրերում, *կենսաերկրաքիմիական պսակներ*՝բուսականության մեջ, *ատմոերկրաքիմիական պսակներ*՝վերգետնյա և գետնատակի օդում:

Հանքայնացման տարր-ինդիկատորներ - տարբեր բնական առաջացումներում օգտակար հանածոների հանքավայրերի որոնումների չափանիշ հանդես եկող տարրերը: Հանքաքարի մեջ կու-

տակված տարրերը հանքայնացման *ուղղակի ինդիկատորներ* են, իսկ ուղեկից տարրերը՝ *անուղղակի ինդիկատորներ:*

3.2. Հանքավայրերի երկրաքիմիական պսակները

Երկրակեղևի բոլոր երկրաբանական առաջացումներում քիմիական տարրերը բաշխված են տարբեր պարունակությամբ: Եթե լիթոսֆերայում տարրերի կլարկն ընդունենք որպես միջին չափանիշ, ապա շեղումը նվազման ուղղությամբ առաջացնում է տարրերի ցրումներ, իսկ շեղումը մեծացման ուղղությամբ՝ տարրերի կուտակումներ: Ըստ երկրաքիմիական մասնագիտացման՝ քիմիական տարրերի, հետևաբար նաև, հանքանյութերի առավելագույն կուտակումները երկրակեղևի որևէ հատվածում, որոնք քանակով, որակով և տեղադրման պայմաններով տնտեսության զարգացման տվյալ փուլում կարող են օգտագործվել արդյունաբերության մեջ, կոչվում են հանքավայրեր: Մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում մետաղական հանքավայրերը, որոնք երկրաքիմիական տեսակետից մետաղների խոշոր կուտակումներ են և երկրակեղևում գտնվում են միներալների տեսքով:

Հանքավայրերի առաջացման ժամանակ անհրաժեշտ են բարենպաստ պայմաններ՝ երկրակեղևի տվյալ հատվածում որոշակի տարրերի կուտակման համար: Սովորաբար այդպիսի կուտակումներ տեղի են ունենում երկրաքիմիական բարիերների մոտ՝ տարրերի միգրացիայի ինտենսիվության թուլացման հետևանքով: Հիպերգենեզի գոտում դա ֆիզիկաքիմիական պայմանների կտրուկ փոփոխությունն է տարրերի միգրացիայի ճանապարհին, որն առաջացնում է լուծույթներից որոշակի տարրերի նստեցում: Էնդոգեն միգրացիայի ժամանակ ջերմաստիճանի և ճնշման կտրուկ անկումով է պայմանավորվում միներալագոյացումը: Ե՛վ հիպոգեն, և՛ հիպերգեն հանքավայրերի մեծ մասն առաջացել են հենց այդպիսի տեղամասերում:

Հանքակուտակմանը նպաստում են հետևյալ պայմանները.

- անհրաժեշտ է, որ բարիերներում լուծույթներից համարյա ամբողջությամբ նստեն հանքային տարրերը և ընդհակառա-

կը, համարյա չնստեն ոչ հանքայինները, այլապես տեղի կունենա աղքատացում,

- երկրաբանորեն երկարատև ժամանակահատվածում աղքատ ջրերից հնարավոր են հանքային տարրերի էական կուտակումներ բարիերներում (օրինակ՝ ծովային տեղամասերում U-ի և այլ հազվագյուտ տարրերի կուտակումները):

Հանքային մարմինների առաջացումից հետո տարրերի մի մասը դադարում է տեղաշարժը, մյուս մասը կուտակվում է տարբեր երկրաքիմիական պայմանների սահմանագծում, իսկ մեկ այլ մաս, շարունակելով տեղաշարժը նույն ուղղությամբ, տարածվում է հանքային գոտուց ավելի հեռու:

Այսպիսով, մետաղների առավել բարձր պարունակությամբ տեղամասերն իրենցից ներկայացնում են հանքային մարմիններ, որոնց շուրջը գոյանում են նույն մետաղների բարձրացված պարունակությամբ առաջնային երկրաքիմիական պսակներ:

Հանքային մարմինների շուրջն առաջնային պսակների առաջացում տեղի է ունենում նաև այն դեպքում, երբ ներփակող ապարներից տարալուծման հետևանքով հեռանում է ոչ հանքային բաղադրիչների մեծ մասը: Ինտենսիվ դուրսբերման տեղամասերում առաջանում են հանքային մարմիններ: Այն հատվածներում, որտեղ դուրսբերումն ավելի թույլ է ընթանում, հանքային բաղադրիչների խտությունը փոքրանում է, և առաջանում են միայն առաջնային պսակներ:

Հանքավայրերի կազմավորման և նրանց հիպերգեն քայքայման հետևանքով օգտակար հանածոների մարմինների շուրջն առաջանում են քիմիական տարրերի և միներալների պսակներ՝ օգտակար հանածոների խոշոր բեկորների, միներալների մանր հատիկների կամ առանձին տարրերի այլ կուտակումների տեսքով:

Այսպիսով, երկրաքիմիական պսակները բաժանվում են երկու ծագումնաբանական խմբի՝ առաջնային (հիպոգեն) և երկրորդային (հիպերգեն): Առաջնային պսակներն առաջանում են հանքավայրերի ձևավորման հետ միաժամանակ՝ հանքատար լուծույթների շարժման դիֆուզիոն և ինֆիլտրացիոն պրոցեսների արդյունքում: Դրանք ծառայում են որպես որոնողական հատկանիշ խորը տեղադրված հան-

քավայրերի հայտնաբերման ժամանակ: Օրինակ՝ ռադիոակտիվ անոմալիաներն ուրանի կամ թորիումի հանքայնացումների համար, հանքային միներալների ներփակումները հանքային նստվածքների մոտակայքում և այլն:

Որոնողական աշխատանքների ժամանակ առավել մեծ դեր ունեն երկրորդային ցրման պսակները, որոնք առաջանում են օգտակար հանածոների մարմինների ֆիզիկական և քիմիական հողմահարման հետևանքով: Ծանրության ուժի ազդեցության ներքո հողմահարման արդյունքները տարածվում են լեռների ստորոտներում և գետերի ափերին՝ առաջացնելով ցրման հոսքեր: Օրինակ, մեխանիկական ճանապարհով առաջանում են հողմահարման գոտում կայուն առաջնային միներալների՝ կասիտերիտի (անագաքար-SnO_2), վոլֆրամիտի ($(FeMn)WO_4$), շեելիթի ($CaWO_4$), կինովարի (ջինջարակ-HgS) և այլնի ցրման հոսքերը: Ջրային հոսքերում տեղի է ունենում միներալների տեսակավորում (ըստ տեսակարար կշռի), որի հետևանքով կարող են առաջանալ արդյունաբերական կուտակումներ՝ ոսկու (Au), պլատինի (Pt), ռուտիլի (TiO_2), իլմենիտի ($FeTiO_3$), ցիրկոնի ($ZrSiO_4$), նռնաքարերի, ալմաստի (C) ցրոնային հանքավայրեր:

3.3. Որոնումների երկրաքիմիական մեթոդների դասակարգումը

Երկրաքիմիական մեթոդները, կախված նմուշարկման պայմաններից, բաժանվում են երեք խմբի՝ դիստանցիոն, կոնտակտային և կոնտակտադիստանցիոն:

Դիստանցիոն մեթոդները լինում են տիեզերական և օդային (աերոմեթոդներ): Նրանց հիմքում ընկած են ուսումնասիրվող օբյեկտներից որոշակի հեռավորության վրա գտնվող երկրաքիմիական դաշտերի պարամետրերի չափումները: Տիեզերական լուսանկարների համեմատությունը թույլ է տալիս առանձնացնել բուսականության որոշակի տիպերի զարգացման դաշտերը, որոնք կապված են ընդերքում քիմիական տարրերի կուտակումների հետ: Օդային մեթոդների ժամանակ թռչող սարքերից ֆիքսում են բարձր ռադիոակտիվությամբ կամ ցնդելու հատկությամբ օժտված տարրերի

երկրաքիմիական անոմալիաները: Այս մեթոդների օգնությամբ ուսումնասիրում են ռեգիոնալ և լոկալ տիպերի երկրաքիմիական դաշտերը:

Կոնտակտային մեթոդների ընդհանուր սկզբունքն է նմուշարկման միջոցով կամ տվյալ օբյեկտի հետ անմիջական կապի ժամանակ երկրաքիմիական պարամետրերի չափումը: Առանձնացնում են վերերկրյա և ստորջրյա երկրաքիմիական մեթոդներ: Ըստ որում, վերերկրյա մեթոդների բաժանումը կատարվում է՝ ելնելով նմուշարկվող բնական առաջացումներից (լիթո-, հիդրո-, կենսա-, ատմո-, ռադիո- և միջուկային երկրաքիմիական մեթոդներ):

Լիթոերկրաքիմիական մեթոդներն իրենց մեջ ներառում են նմուշարկման մի քանի տեսակ՝ կախված տեղանքի երկրաբանական կառուցվածքից և լանդշաֆտի պայմաններից: Փխրուն առաջացումներում կատարում են հունային, լանջային և խորքային նմուշարկում: Հունային նմուշարկման նպատակը ժամանակակից կամ հնագույն նեղ ջրհոսքերի երկարությամբ տեղայնացված անոմալիաների ուսումնասիրությունն ու եզրագծումն է: Լանջային նմուշարկումը կիրառվում է 2-3մ հզորություն ունեցող էլյուվիալ-դելյուվիալ և պրոլյուվիալ նստվածքներում անոմալիաների առանձնացման համար: Խորքային նմուշարկումն անց է կացվում մակերեսից զգալի խորության վրա, փուխր առաջացումների ստորին մասում, որտեղ առավել պարզորոշ են արտահայտվում արմատական ապարների հետ կապված երկրաքիմիական անոմալիաները:

Արմատական ապարների լիթոերկրաքիմիական նմուշարկման նպատակն է օգտակար հանածոների հետ կապված ներծին, արտածին և մետամորֆածին երկրաքիմիական դաշտերի ուսումնասիրությունը և անոմալիաների առանձնացումը: Այս դեպքում մակերեսային նմուշարկումը կատարվում է բնական մերկացումներում և ոչ խորը փորվածքներում՝ առուներում, մաքրումներում, հետախուզահորերում, իսկ խորքային նմուշարկման ենթարկվում են հորատանցքերի կեռնը և ստորգետնյա լեռնային փորվածքները:

Հիդրոերկրաքիմիական մեթոդները կիրառվում են ջրերում երկրաքիմիական անոմալիաների հայտնաբերման ու եզրագծման հա-

մար: Նմուշարկման օբյեկտ կարող են լինել մակերեսային (գետերի, առուների, ճահիճների, լճերի) և ստորգետնյա (աղբյուրների, ջրհորների, հետախուզահորերի, հորատանցքերի) ջրերը:

Կենսաերկրաքիմիական մեթոդը բաժանվում է երկու մասի՝ ֆիտոերկրաքիմիական և երկրաբուսաբանական: Առաջինը հիմնված է բուսածածկոցի երկրաքիմիական դաշտերի ուսումնասիրության և անոմալիաների առանձնացման, իսկ երկրորդը՝ որոշակի քիմիական տարրեր պարունակող բույս-ինդիկատորների հատուկ քարտեզագրման վրա:

Ատոմերկրաքիմիական մեթոդները կիրառվում են գետնատակի օդի և ստորգետնյա ջրերի գազային բաղադրիչների երկրաքիմիական դաշտերի ուսումնասիրման և եզրագծման համար՝ օգտակար հանածոների ատոմերկրաքիմիական անոմալիաները հայտնաբերելու նպատակով:

Վերգետնյա ռադիո- և միջուկային երկրաքիմիական մեթոդները թույլ են տալիս ֆիքսել այն երկրաբանական օբյեկտները, որոնք օժտված են բնական ռադիոակտիվությամբ, այսինքն՝ պարունակում են երեք գլխավոր տարրերի՝ ուրանի, թորիումի և կալիումի ռադիոակտիվ իզոտոպներ:

Օգտակար հանածոների մի քանի տեսակ (անագ, ոսկի, տիտանի և ցիրկոնի միներալներ, ծծումբ, ֆոսֆորիտներ) կարող են հայտնաբերվել ծովերի և օվկիանոսների մերձափնյա կամ խորքային գոտիներում, իսկ երկաթ-մանգանային կոնկրեցիաներում՝ կոբալտ, նիկել և պղինձ: Այս դեպքերում կիրառվում են *ստորջրյա երկրաքիմիական մեթոդներ:*

Կոնպակտրադիստանցիոնը վերը նշված երկու մեթոդների համալիր օգտագործումն է:

4. ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐՆ ԱՐՄԱՏԱԿԱՆ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ

Որոնողական աշխատանքների վաղ փուլերում երկրաքիմիական ուսումնասիրություններն ունեն խիստ որոշակի խնդիրներ: Հրային, մետամորֆային և նստվածքային կոմպլեքսների պոտենցիալ հանքատարության գնահատումը թույլ է տալիս տեղայնացնել առավել հեռանկարային տեղամասերը՝ հետագա մանրամասն ուսումնասիրությունների համար: Եթե տեղանքը ծածկված է բերված նստվածքային առաջացումների հզոր ծածկոցով, ապա հետագա երկրաբանաորոնողական աշխատանքների անցկացման համար եզրահանգումները հիմնվում են հորատանցքերի հանուկների տվյալների վրա: Կատարվում է արմատական ապարների երկրաքիմիական քարտեզագրում 1:200000 – 1:50000 մասշտաբներով, որը նպատակահարմար է անցկացնել երկրաբանական հանույթի հետ միաժամանակ, իսկ արդեն քարտեզագրված տարածքներում օգտագործվում է պատրաստի երկրաբանական հիմքը:

Որոնողական աշխատանքների ժամանակ լուծվում են հետևյալ խնդիրները.

- պոտենցիալ-հանքատար երկրաբանական կոմպլեքսների առանձնացումը օգտակար հանածոյի կոնկրետ տեսակի մանրամասն որոնողական աշխատանքների համար,
- քարտեզագրվող տեղանքում պոտենցիալ-հանքատար երկրաբանական առաջացումների առավել հեռանկարային տարածքների (փոփոխված ապարների գոտիներ, տեկտոնական խախտումներ, ճեղքավորման գոտիներ, ինտրուզիվ մարմինների էկզոկոնտակտների պսակներ և այլն) հայտնաբերումը,
- երկրաքիմիական ֆոնի մաթեմատիկական գնահատման նպատակով ապարներում հանքայնացման տարր-ինդիկատորների բաշխման չափանիշների որոշումը և այլն:

Վերոհիշյալ խնդիրների լուծման համար կատարվում է նմուշարկվող կետերի մանրամասն երկրաբանական նկարագրություն

(մետամորֆիզմի աստիճանը, վրադրման պրոցեսների ինտենսիվությունը, հիպերգեն փոփոխության աստիճանն ու բնույթը), արմատական ապարների երկրաքիմիական նմուշարկում, նմուշների անալիզ, անալիզների արդյունքների մշակում և երկրաբանաերկրաքիմիական քարտեզների կազմում:

Եթե երկրաքիմիական քարտեզագրությունն անց է կացվում երկրաբանական հանույթի հետ միաժամանակ, ապա դաշտային դիտարկումները կատարվում են ըստ երթուղիների, կտրվածքների, լեռնային փորվածքների և այլն:

4.1. Երկրաքիմիական նմուշարկում և պսակների եզրագծում

Երկրաքիմիական նմուշարկումը կատարվում է նախապես ընտրված կտրվածքներով կամ պրոֆիլներով, որոնք ուղղահայաց են հանքակուտակող կառուցվածքներին: Նմուշարկման ցանցը հաշվարկվում է այնպես, որ յուրաքանչյուր ենթադրվող անոմալիա հատվի առնվազն երկու պրոֆիլով: Դրանք կարող են լինել տարբեր երկարության, բայց պետք է դուրս գան փոփոխված ապարների սահմաններից:

Նմուշարկումը կատարվում է կետակոսային մեթոդով՝ լեռնային փորվածքներից, հորատանցքերի կեռնից և բնական մերկացումներից: Ակոսային և շտուֆային մեթոդների հետ համեմատած՝ այս մեթոդն աչքի է ընկնում տարր-ինդիկատորների անոմալ պարունակությունների որոշման բարձր զգայունությամբ: Իրարից հավասար հեռավորությունների վրա վերցնում են ապարների 8-10 փոքր կտոր՝ 3-4 սմ տրամագծով: Այնուհետև այդ բոլորը միացնում և ստանում են մեկ նմուշ տվյալ ինտերվալից: Ստորգետնյա և բաց լեռնային փորվածքների ու հորատանցքերի կեռնի նմուշարկումը կատարվում է 5-10 մ ինտերվալով: Նմուշի քաշը պետք է կազմի 200 գ:

Եթե նմուշարկվող ինտերվալում նկատվում է ապարների հերթափոխում, ապա ամեն տեսակից վերցնում են առանձին նմուշ: Տեկտոնական ճեղքվածքները, երակներն ու երակիկները նմուշարկվում են առանձին-առանձին:

Արմատական ապարների նմուշարկումն անպայման ուղեկցվում է երկրաբանական փաստագրմամբ: Գրվում են ապարների կազմը, տեղադրման էլեմենտները, ճեղքվածության, հիդրոթերմալ-մետասոմատիկ փոփոխվածության ու հանքային միներալացման աստիճանը և այլն: Դաշտային գրքույկում նշվում են նաև տոպրակի, նմուշի, պրոֆիլի համարները, նմուշարկման խորությունը, կոորդինատները:

Նմուշների մշակումը կատարվում է որոշակի հերթականությամբ: Առաջին հերթին տարբեր տիպի մամլիչներով մանրացնում են ապարի բեկորները, փոշիացնում (մինչև 0.074 մմ), ապա խառնում և կրճատում մինչև 50-100 գ: Փոշիացված նմուշի մի մասն ուղարկում են անալիզի, իսկ մնացածը պահում որպես կրկնօրինակ: Ամեն նմուշի մշակումից հետո փշրող և մանրացնող սարքավորումները խնամքով մաքրվում են՝ հատկապես, եթե նմուշները հանքայնացված են:

Այնուհետև, նմուշները ենթարկվում են տարբեր տիպի անալիզների: Առավել արդյունավետ ու տեղեկատվական է (30% շեղումով) մոտավոր-քանակական սպեկտրալ անալիզը (ICP), քանի որ հնարավորություն ունի որոշել բավական մեծ թվով (40-ից ավել) քիմիական տարրերի պարունակությունները: Ստացված արդյունքների հուսալիության համար, ստուգիչ անալիզներից բացի, նմուշների 10%-ը ենթարկվում է կրկնակի անալիզի: Կատարվում են նաև քիմիական, կիսաքանակական սպեկտրալ անալիզներ: Մի շարք տարրեր՝ ուրանը (U), ոսկին (Au), սնդիկը (Hg), յոդը (I), ֆտորը (F), ռուբիդիումը (Rb), անհրաժեշտության դեպքում անալիզի են ենթարկվում հատուկ մեթոդներով: Ոսկին (Au), արծաթը (Ag), պլատինը (Pt) ենթարկվում են որակական անալիզի՝ ճշգրիտ տվյալներ ստանալու համար:

Ապա ստացված տվյալները՝ տարր-ինդիկատորների պարունակությունները, բաշխվում են ուսումնասիրվող տեղամասի երկրաբանական հիմքի (մակերևույթի, հետախուզական հորիզոնների հատակագծերի և/կամ կտրվածքների) վրա, որտեղ նախօրոք նշվել են նմուշարկման կետերը՝ կազմելով երկրաբանաերկրաքիմիական քարտեզներ:

Մետաղական հանքավայրերի որոնումների երկրաքիմիական մեթոդների նպատակն է հայտնաբերել և մեկնաբանել հանքայնացման պրոցեսում ձևավորված թե՛ առաջնային, և թե՛ երկրորդային պսակները:

Մինչև առաջնային պսակների եզրագծումը որոշվում է հետազոտվող տարրերի տեղական երկրաքիմիական ֆոնը: Այդ նպատակով օգտագործվում են հատուկ ընտրված ֆոնային տեղամասերի երկրաքիմիական նմուշարկման արդյունքները: Ընդ որում, այդ չափանիշները հաշվարկվում են ապարների ամեն տեսակի համար: Նման տեղամասերը պետք է հեռու լինեն հանքավայրերից և չկրեն հանքային միներալացման հետքեր: Տվյալների հավաստիության համար երբեմն ընտրում են երկու-երեք ֆոնային տեղամաս:

Տարրերի առաջնային պսակների եզրագծումն ինչպես պլանում, այնպես էլ կտրվածքում կատարվում է ըստ նվազագույն-անոմալ պարունակության մեծությունների (5% նշանակալիության մակարդակով): Կառուցվում են և՛ միատարր, և՛ գումարային պսակների քարտեզներ: Միատարր քարտեզները կազմվում են յուրաքանչյուր տարրի համար առանձին-առանձին՝ հաշվի առնելով տեղական երկրաքիմիական ֆոնը: Ավելի ինտենսիվ երկրաքիմիական պսակներ հայտնաբերելու համար կիրառվում են եզրագծման գումարային մեթոդները՝ ադիտիվ և մուլտիպլիկատիվ: Ադիտիվ պսակները կառուցվում են տարր-ինդիկատորների պարունակությունների պարզ գումարման եղանակով *(Ag+Zn+Pb)*՝ նորմավորելով միջին ֆոնային պարունակություններով:

Խիստ հակադիր երկրաքիմիական պսակների հայտնաբերման համար նպատակահարմար է կառուցել տարր-ինդիկատորների խմբերի մուլտիպլիկատիվ պսակներ, որոնք կազմվում են քիմիական տարրերի պարունակությունների բազմապատկման միջոցով *(Ag x Zn x Pb)*՝ յուրաքանչյուր նմուշի համար առանձին-առանձին: Այս մեթոդն ավելի պարզ է և հուսալի, քանի որ անհրաժեշտ չէ որոշել ամեն տարրի երկրաքիմիական ֆոնը: Այս եղանակով են կառուցում քարտեզներ վերհանքային և ստորհանքային տարրերի համար: Գումարային պսակները զգալիորեն մեծ են և՛ չափերով, և՛ պարունակու-

թյունների կոնտրաստով: Երբեմն, անալիզների անբավարար զգայունության պատճառով, այս կամ այն տարրերի պարունակությունները չեն հայտնաբերվում: Այդ դեպքերում՝ գումարային պսակները կազմելու ժամանակ, դրանց պարունակությունները հավասարեցնում են անալիզների զգայունության սահմանի կեսին:

Խիստ հակադիր պսակները եզրագծվում են զոնալականության մուլտիպլիկատիվ գործակցի *(Kз)* մեծությամբ, որը վերհանքային և ստորհանքային տարրերի մուլտիպլիկատիվ պարունակությունների հարաբերությունն է և հաշվվում է յուրաքանչյուր նմուշի համար [*(Ag x Zn x Pb)/(W x Mo x Co)]:*

5. ԱՌԱՋՆԱՅԻՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՊՍԱԿՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿ

5.1. Առաջնային երկրաքիմիական պսակները և նրանց հատկությունները

Առաջնային երկրաքիմիական պսակը ներփակող ապարների մի զոնա է, որը շրջապատում է հանքային մարմիններն ու հանքավայրերը և բնութագրվում քիմիական տարրերի բարձրացված պարունակությամբ: Առաջնային պսակներն ու ապարների շուրջհանքային փոփոխության գոտիներն ազգակից առաջացումներ են, նրանց միջև կտրուկ սահման չկա: Օրինակ, ներփակող ապարների սերիցիտացման գոտիները միաժամանակ կարող են դիտարկվել որպես կալիումի առաջնային երկրաքիմիական պսակներ, իսկ ալբիտացմանը՝ նատրիումի:

Առաջնային պսակները գենետիկորեն սերտ կապի մեջ են գտնվում հանքային մարմինների հետ և արտահայտում են ապարների շուրջհանքային փոփոխությունների երկրաքիմիական էությունը:

Հանքային մարմինների և հանքավայրերի շուրջն առաջանում են քիմիական տարրերի և՛ բերման, և՛ դուրս բերման պսակներ: Բերման պսակների ձևավորումը գենետիկորեն կապված է խորքային ծագման հետմագմատիկ լուծույթների հետ: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ բերման պսակները բավական շատ են տարածված, օժտված են մեծ չափերով և, հետևաբար, ավելի մեծ պրակտիկ նշանակություն ունեն: Բացի այդ՝ բերման պսակները կազմվում են հանքայնացման տիպամորֆ տարրերով, հետևաբար դրանք նաև ուղղակի ինդիկատորներ են հանքային մարմինների համար:

Դուրս բերման պսակներն առաջանում են թթու լուծույթների ազդեցության տակ ներփակող ապարներից տարրերի տարալուծման արդյունքում, որը կարող է տեղի ունենալ ինչպես հանքային, այնպես էլ մինչհանքային կամ հետհանքային փուլերում ապարների վերա-

մշակման ժամանակ: Այս պսակները դեռևս լավ չեն ուսումնասիրված:

Տարրական կազմը, ինտենսիվությունը, չափերը, մորֆոլոգիան և զոնալականությունն այն հատկություններն են, որոնցով օժտված են առաջնային երկրաքիմիական պսակները, և որոնց իմացությունն անհրաժեշտ է գործնականում դրանք կիրառելու համար:

Ա. Տարրական կազմ: Բոլոր մետաղական հանքավայրերը բազմաբաղադրիչ են: Օրինակ, տարբեր ֆորմացիոն պատկանելիություն և տեղադրման պայմաններ ունեցող մի քանի հանքավայրերի առաջնային պսակներն ունեն այսպիսի տարրական կազմ.

պղինձ-նիկելային - *Cu, Ni, Co, Ba, Pb, Zn, Ag, Bi, Sn, Be, W, Zr,*

անագահանքային - *Sn, Pb, As, Cu, Bi, Zn, Ag, Mo, Co, Ni, W,*

երկաթահանքային - *Mn, Pb, Cu, Zn, Ni, V, Sn, Sr, B, Zr, Mo, Co, Fe, Ti , Cr, Y, Sc*,

բազմամետաղային - *Sb, Cd, Ag, Pb, Zn, Cu, Ni, Bi, Co, Mo, Sn, W, Be,*

ոսկու հանքային - *Au, Sb, As, Ag, Pb, Zn, Mo, Cu, Bi, Co, Ni, W, Be,*

ծարիր-սնդիկային - *Sb, Hg, As, Cu, Ag, Pb, Zn, Be, Co, Ni, W, Sn,*

սնդիկային - *Hg, Ba, Ag, Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Sn, Mo, W,*

ուրանային – *U, Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, Co, Ni, V* և այլն:

Այս շարքերից երևում է, որ պսակառաջացնող շատ տարրեր «միջանցիկ» են և հանդիպում են բոլոր հանքավայրերում: Միայն ուրանը, ծարիրը, սնդիկը և այլ տարրեր բնորոշ են որոշակի տիպի հանքավայրերի: Հայտնի է, որ հանքային մարմինների տեղայնացումը և նրա շուրջը էնդոգեն երկրաքիմիական պսակների ձևավորումը տեղի է ունենում միաժամանակ՝ ենթարկվելով միևնույն հանքառաջացման պրոցեսին: Այստեղից հետևում է, որ հանքային մարմինների ու պսակների առաջացման աղբյուր են միևնույն հետմագմատիկ հանքաբեր լուծույթները, և նրանց հիմնական տարր-ինդիկատորները համարյա լրիվ համընկնում են, ինչի մասին հիշեցնում են համեմատական ուսումնասիրությունները: Սա թույլ է տալիս եզրակացնել,

որ առաջնային պսակները հանքային մարմինների ուղղակի որոնողական հատկանիշներ են, իսկ դրանց կազմի մեջ մտնող քիմիական տարրերը՝ հանքայնացման տարր-ինդիկատորներ (նկ.1):

Այսպիսի օրինաչափությունը թաքնված հանքային մարմինների հայտնաբերման համար գործնական մեծ նշանակություն ունի, քանի որ այն թույլ է տալիս պսակների տարրական կազմի միջոցով որոշել հանքային մարմինների որակական կազմը: Հանքաքարում և պսակի տարածքում տարր-ինդիկատորներն առաջացնում են նույն միներալները:

Առաջնային պսակներում տարրերի պարագենետիկ ասոցիացիաները հայտնաբերվում են անալիտիկ մեթոդներով (քանակական անալիզ, մոտավոր-քանակական սպեկտրալ անալիզ, նմուշների և հանքաքարի, շուրջհանքային ապարների և մոնոմիներալային ֆրակցիայի քիմիական անալիզ):

Ոսկու հանքավայրի համար առավել կարևոր տարր-ինդիկատորների ընտրության ժամանակ հաճախ կիրառվում է կոռելյացիոն անալիզ (հաջորդական կոռելյացիայի մեթոդ), որով քանակական կապ է հաստատվում փոփոխվող մեծությունների միջև: Կոռելյացիայի գործակիցը փոփոխվում է ± 0.01 մինչև 1.0, որտեղ (+) կամ (–)-ը կապի բնույթն է, իսկ թիվը՝ կապի ուժը: Օրինակ, ոսկու հանքավայրի համար հաշվել են ոսկու և տարբեր քիմիական տարրերի միջև կոռելյացիոն գործակիցները.

Au - Ag (+ 0.99), Au - Pb (+ 0.83), Au - Sb (+ 0.80), Au - Zn (+ 0.76), Au -Cu (+ 0.69), Au - As (+ 0.68), Au - Ba (+ 0.57), Au - Bi (+ 0.50), Au - Mo (+ 0.27), Au - Sn (+ 0.05), Au - Co (– 0.14), Au - Ni (– 0.22), Au -V (– 0.30) և այլն:

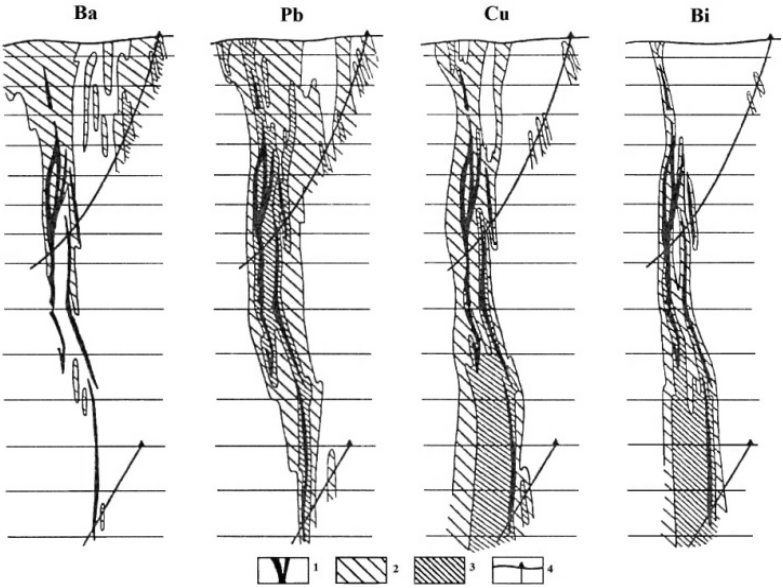
Արդյունքում ոսկու հետ առավել ամուր դրական կոռելյացիոն կապ ցուցաբերում են արծաթը, կապարը, ծարիրը, ցինկը, պղինձը, մկնդեղը, բարիումը, բիսմուտը, որոնք տվյալ տիպի հանքավայրի համար հիմնական տարր-ինդիկատորներն են:

Բ. Չափերը: Առաջնային պսակներն ըստ չափերի, սովորաբար, գերազանցում են այն հանքային մարմիններին, որոնց շուրջը ձևավորվել են և ձգվում են նրանց տարածման ուղղությանը համապա-

տասխան: Ա.Դ. Կաբլուկովը գրել է. «Հիդրոթերմալ հանքավայրերն առաջանում են թուլացած զոնաներում, որտեղ՝ ճեղքվածքներին մոտ, ինֆիլտրացիայի հետևանքով զարգանում են դիֆուզիոն պսակներ»: Առաջնային պսակները ձգվում են մինչև մի քանի 100մ, լայնությունը 10-20 անգամ գերազանցում է հանքային մարմինների հզորությունը և հասնում մի քանի տասնյակ մետրի: Նրանց ուղղաձիգ ձգվածությունը պայմանավորված է նաև մեծաթեք ճեղքվածքների զարգացման զոնաների ինտենսիվությամբ: Առանձնապես մեծ է վերհանքային պսակների ձգվածությունը ուղղաձիգ ուղղությամբ, որը երբեմն հասնում է մի քանի 100-ից մինչև 1000մ-ի և որոշում նրանց կիրառական մեծ նշանակությունը կույր հանքայնացման որոնումների ժամանակ: Այսպիսով, որքան մեծ են պսակների չափերը, այնքան դրանք ավելի արդյունավետ են թաքնված հանքային մարմինների և հանքավայրերի հայտնաբերման համար:

Բացի այդ, հետազոտությունները ցույց են տվել, որ տարբեր հանքավայրերում, տարբեր կազմի հանքայնացումների շուրջը միևնույն տարրը կարող է առաջացնել տարբեր չափերի պսակներ, որոնք երբեմն այնքան փոքր են լինում, որ անհրաժեշտ է դառնում դրանք ուժեղացնել:

Այս դեպքում օգտագործում են կառուցման գումարային, մուլտիպլիկատիվ և այլ մեթոդներ: Պսակների բնույթը կախված է նաև հանքային ֆորմացիաների առանձնահատկություններից: Բարձր ջերմաստիճանային՝ գրեյզենային, ոսկի-քվարցային, ֆորմացիաների հանքային մարմինների շուրջն առաջանում են համեմատաբար նեղ պսակներ (10-ից 100-200 մ), ըստ որում, առավել զարգացած են ոսկու, մոլիբդենի, մկնդեղի պսակները: Միջին ջերմաստիճանային հանքավայրերի պսակները բնորոշվում են ավելի մեծ ձգվածությամբ, առավել զարգացած են պղնձի, կապարի, ցինկի պսակները: Ցածր ջերմաստիճանային հանքավայրերն առաջացնում են ամենաձգված պսակները (500 մ-ից ավելի): Առավել զարգացած են սնդիկի, ծարիրի, մկնդեղի, ծծումբի պսակները:



Նկ.1. Առաջնային պսակներ կտրուկ անկող հանքային մարմնի շուրջը (Կուրուսայ 1), (ըստ Ս. Վ. Գրիգորյանի)
1. հանքային մարմին, 2-3. առաջնային պսակներ (3. տարրերի բարձրացված պարունակություններ), 4. նմուշարկման հորիզոն

Պսակների չափերը կախված են.

- հանքային մարմինների չափերից,
- լուծույթների քիմիացումից,
- քիմիական տարրերի երկրաքիմիական շարժունությունից,
- հանքային մարմիններում տարրերի խտությունից,
- ներփակող ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից,
- անալիզներ կատարող սարքերի զգայունությունից, հետազոտությունների մեթոդիկայից:

Գ. Իմպենսիվությունը: Առաջնային երկրաքիմիական պսակներում քիմիական տարրերն ունեն շատ անհավասարաչափ բաշխվածություն, նրանց խտությունը տատանվում է մեծ սահմաններում:

Պսակներում տարրերի պարունակությունն ավելի ցածր է, քան հանքային մարմիններում, որոնց շուրջը դրանք զարգացել են: Առավելագույն պարունակությունը ֆիքսվում է հանքային մարմիններում և նրանց կողային մասերում (զալբանդներում), որոնցից հեռանալուն զուգահեռ աստիճանաբար նվազում է՝ հասնելով երկրաքիմիական ֆոնին ($C_h > C_q > C_պ > C_ֆ$):

Երկրաքիմիական անոմալիայի սահմաններում քիմիական տարրի խտության աստիճանի քանակական արտահայտման համար կիրառվում է *հակադրության գործակիցը (ՀԳ)*, որը քիմիական տարրի միջին պարունակության հարաբերությունն է երկրաքիմիական ֆոնի միջին արժեքին *(ՀԳ = $C_{ան}$ / $C_ֆ$)*:

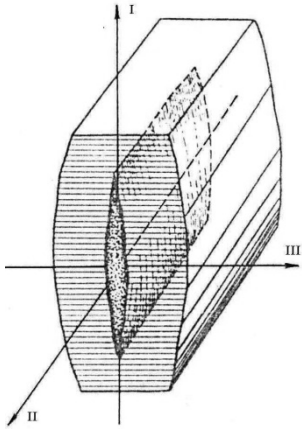
Առաջնային պսակներում տարրերի խտության ինտենսիվության աստիճանը կախված է.

- հանքային մարմինների տարրերի խտությունից,
- տարրերի երկրաքիմիական շարժունությունից,
- հանքային մարմինների չափերից,
- հանքաներփակող ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից:

Դ. Մորֆոլոգիան (ձևը): Տեղանքի երկրաբանակառուցվածքային գործոններով է պայմանավորվում առաջնային պսակների ձևը: Էնդոգեն հանքավայրերի համար դրանք գլխավորապես ճեղքվածության գոտու ձևերն են, ուղղությունը և ապարների բարձր ծակոտկենությունը: Երկրաքիմիական պսակները, ընդհանուր առմամբ, կրկնում են հանքային մարմինների ուրվագծերը, որոնց շուրջը ձևավորվել են, և աչքի են ընկնում բազմազանությամբ:

Մեծաթեք երակներին բնորոշ են կտրվածքում մոմի բոցը հիշեցնող, իսկ պլանում՝ ժապավենաձև, ճվաձև պսակները (նկ.1): Ըստ որում, դրանք կարող են լինել սիմետրիկ և ոչ սիմետրիկ: *Ոսպնյակները* առաջացնում են սնկաձև պսակներ, որոնք պլանում կրկնում են ոսպնյակների պրոյեկցիան մակերևույթի վրա: *Շտոկվերկները* և՛ պլանում, և՛ կտրվածքում ստեղծում են իզոմետրիկ պսակներ:

Երկրաքիմիական պսակների ձևերը մակերևույթի վրա որոշում են թաքնված հանքայնացման մորֆոլոգիան: Այս օրինաչափությունը



Նկ.2. Պսակների զոնալականության տիպերը (ըստ Ս. Վ. Գրիգորյանի)

որոնումների համար ունի պրակտիկ մեծ նշանակություն: Պսակների ձևերը կախված են.

- հանքային մարմինների մորֆոլոգիայից, որոնց շուրջը դրանք ձևավորվել են,
- հանքային մարմինների տեղադրման պայմաններից,
- հանքաներփակող ապարների ֆիզիկամեխանիկական հատկություններից:

5. Զոնալականությունը – Առաջնային երկրաքիմիական պսակների զոնալականությունն ունի պրակտիկ մեծ նշանակություն: Առանձնապես մեծ ուշադրություն է դարձվում ուղղաձիգ զոնալականությանը, որը երկրաքիմիական անոմալիայի էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի գնահատման չափանիշ է և պայմանավորված է կտրվածքում տարրերի բաշխման տարբերություններով: Ըստ որում, տարրերի մի մասը կուտակվում է կտրվածքի վերին, մյուս մասը՝ ստորին հորիզոններում, իսկ երրորդներն առաջացնում են միևնույն ինտենսիվության պսակներ ամբողջ ուղղաձիգ կտրվածքում:

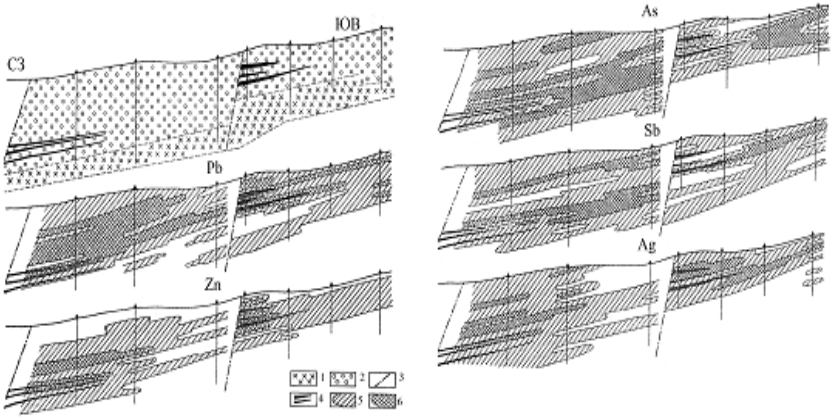
Պսակների զոնալականությունը վեկտորային հասկացություն է և, կախված ուղղությունից, լինում է երեք տիպի (նկ. 2):

I - Առանցքային զոնալականություն, որն առաջանում է հանքաբեր լուծույթների շարժման ուղղությամբ: Մեծաթեք հանքաբեր զոնաների դեպքում այն համընկնում է ուղղաձիգ, իսկ մոտ հորիզոնականի դեպքում՝ հորիզոնական ուղղությունների հետ (նկ. 3):

II - Երկայնական զոնալականությունն արտացոլում է պսակների զոնալ կառուցվածքը տարածման ուղղությամբ, որը լուծույթների շարժման ուղղությունն է հանքատար զոնաների հարթության վրա:

III - Լայնական զոնալականություն արտացոլում է պսակների զոնալ կառուցվածքը տարածմանն ուղղահայաց ուղղությամբ: Այն որոշվում է հանքային մարմիններում և պսակներում տարրերի կոնցենտրացիայով, շարժունությամբ, ինչպես նաև, ներփակող ապարներում նրանց ֆոնային պարունակությունների մեծությամբ:

Զոնալականությունն, ըստ էության, ցույց է տալիս հիդրոթերմալ հանքավայրերի ձևավորման փուլայնությունը: Տարբեր տարր-ինդիկատորներ կարող են կապված լինել տարբեր փուլերի հետ: Բայց, այնուամենայնիվ, նրանց պսակների համար բացահայտվում է միասնական ուղղաձիգ զոնալականություն:



Նկ. 3. Առաջնային պսակներ մոտհորիզոնական տեղադրության հանքային մարմնի շուրջը (Տուտլի 1) (ըստ Ս. Վ. Գրիգորյանի)

1. անդեզիտ-դացիտային պորֆիրներ, 2. կրաքար-արկոզային կոնգլոմերատներ, 3. դիզյունկտիվ խախտումներ, 4. հանքային մարմիններ, 5,6. առաջնային պսակներ (6. բարձրացված պարունակություններ)

5.2. Պոլիֆորմացիոն պսակներ

Անհրաժեշտ է նշել, որ նույն տարածքում երբեմն համատեղվում են տարբեր հանքային ֆորմացիաների երևակումներ. հետևանքում առաջանում են պոլիֆորմացիոն պսակներ, որոնց մեկնաբանումը կարևոր է երկրաքիմիական որոնումների ժամանակ: Այդպիսի անոմալիաները հայտնաբերվում են մանրակրկիտ կառուցվածքամինեբալոգիական հետազոտությունների արդյունքում, երբ ուսումնասիրվում են տիպամորֆ միներալային ասոցիացիաները: Եթե ֆորմացիաներից մեկի հանքային մարմինները կույր են, ապա դրանց վերծանման համար անհրաժեշտ են լրացուցիչ երկրաքիմիական չափանիշներ:

Ինչպես գիտենք, յուրաքանչյուր ֆորմացիայի հանքային մարմինների շուրջն առաջացած պսակները բնութագրվում են իրենց բնորոշ տարր-ինդիկատորներով, և այլ տարրերի անոմալիաների ի հայտ գալը կարելի է դիտարկել որպես ուրիշ ֆորմացիայի հատկանիշ: Օրինակ, ուրանի անոմալիաների առկայությունը բազմամետաղային, ոսկու կամ այլ հանքավայրերում նրանց բնորոշ չէ, որը կարող է վկայել նոր՝ ուրանային ֆորմացիայի գոյության մասին:

Պոլիֆորմացիոն պսակները բնութագրվում են տարր-ինդիկատորների պարունակությունների յուրահատուկ կոռելյացիոն կապով: Տարբեր հանքային ֆորմացիաների տիպամորֆ տարրերի պարունակություններն ունեն բացասական կոռելյացիոն կապ, երբ նույն հանքային ֆորմացիայի հետ կապված պսակներում կապը դրական է: Օրինակ, բազմամետաղային և վրադրված ուրանային հանքայնացումների պոլիֆորմացիոն պսակներում տարրերի պարունակությունների կոռելյացիոն գործակցի մեծություններն ունեն հետևյալ տեսքը.

Տարրերի զույգ	**Բազմամետաղային հանքայնացման պսակներ**	**Տարրերի զույգ**	**Ուրանային հանքայնացման պսակներ**
կապար-ցինկ	+ 0.54	ուրան-ցինկ	- 0.74
կապար-արծաթ	+ 0.64	ուրան-արծաթ	- 0.64
կապար-պղինձ	+ 0.65	ուրան- պղինձ	+ 0.14 (կապն անանշան է)

Որոշ դեպքերում պոլիֆորմացիոն պսակները ձևավորվում են տարբեր ֆորմացիաների հանքային մարմինների և հանքավայրերի դեպի խորքերը հերթափոխման արդյունքում:

Պոլիֆորմացիոն անոմալիաների վերծանման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվի առնել կոնկրետ տեղամասերի երկրաբանական՝ առաջին հերթին երկրաբանակառուցվածքային առանձնահատկությունները:

5.3. Զոնալականության ուսումնասիրման մեթոդները

Հանքավայրերի տարր-ինդիկատորների ուղղաձիգ զոնալականության շարքերը որոշելու համար կիրառում են մի քանի մեթոդ: Ս.Վ. Գրիգորյանը 1965թ. առաջարկել է զոնալականության շարքերի կազմման մեթոդ հակադրության գործակիցների *(ՀԳ)* օգնությամբ, որը հանքային մարմինների վերին և ստորին հորիզոններում կուտակված տարրերի միջին պարունակությունների հարաբերությունն է: Ըստ որում, հաշվարկները կատարում են երկու եղանակով. առաջին դեպքում օգտագործում են տարրերի միջին պարունակությունները, երկրորդ դեպքում՝ գծային արդյունավետությունները:

ա). միջին պարունակությունների (Cx) օգտագործումը

Հաշվարկները կատարվում են պղինձ-մոլիբդենային հանքավայրի օրինակով:

Հորիզոն	Cx (%)				
	Ag	Pb	Cu	Zn	Mo
Մակերես	80	36	50	32	39
I	70	25	45	20	20
II	65	19	30	15	16
III	20	16	17	11	15
IV	4	3	5	2	13
ՀԳ	20	12	10	16	3

Ուղղաձիգ զոնալականության շարքը կազմվում է ըստ հակադրության գործակցի նվազման՝ վերհանքայինից ստորհանքային՝

Ag (20) - Zn (16) - Pb (12) - Cu (10) - Mo (3)

բ). Գծային արդյունավետության (P) օգտագործումը

Գծային արդյունավետությունը տարրի միջին պարունակության և նրա պսակի լայնության արտադրյալն է՝

$$P_x = Cx * L,$$

որտեղ P_x-ն պսակի գծային արդյունավետությունն է (մ%), Cx-ը՝ պսակում տարրերի միջին պարունակությունը (%), L-ը՝ պսակի լայնությունը (մ):

Ուղղաձիգ զոնալականության հաշվարկը կատարվում է ուրանի հանքավայրի օրինակով.

Հորիզոն	P (մ%)			
	U	Cu	Zn	Pb
Մակերես	0.3	1.2	3.0	12.0
IV	0.45	1.3	1.6	5.0
V	0.5	0.7	1.2	0.26
ՀԳ	0.6	1.7	15.0	46.0

Զոնալականության շարքն այստեղ ևս կազմվում է ըստ նվազման և ունի հետևյալ տեսքը՝

Pb (46.0) – Zn (15.0) – Cu (1.7) – U (0.6)

Հակադրության գործակցի օգնությամբ շարքերի կազմումը արդյունավետ է այն դեպքում, երբ ուղղաձիգ ուղղությամբ տարրերի պարունակությունների փոփոխությունն ունի միօրինակ բնույթ: Սակայն բնության մեջ այս պայմանը հաճախ է խախտվում: Այդ պատճառով ավելի մեծ կիրառություն ունի մեկ այլ մեթոդ՝ տարր-ինդիկատորների զոնալականության ցուցիչի որոշումը, որն ավելի հուսալի տվյալներ է տալիս:

Զոնալականության ցուցիչը տվյալ տարրի պսակի գծային արդյունավետության հարաբերությունն է հանքայնացման բոլոր տարրերի պսակների գծային արդյունավետությունների գումարին:

Զոնալականության շարքի որոշման համար առաջին հերթին հաշվում են պսակների գծային արդյունավետությունները.

Պսակի մակարդակը	Գծային արդյունավետությունը - P (մ%)					
	Pb	As	Sb	Cu	Bi	Mo
Մակերես	1.5	**0.17**	**0.066**	0.96	0.07	0.00077
Հորիզոն I	**8.1**	0.006	0.006	0.75	0.03	0.0074
Հորիզոն II	1.3	0.027	0.014	**1.2**	**0.16**	0.018
Հորիզոն III	0.13	0.017	0.006	0.67	0.076	**0.02**

Ամենաբարձր արժեքները կապարինն են, նույն կարգն ունեն պղնձի պսակները: Այդ պատճառով նորմավորող գործակիցը (Գն) Pb և Cu-ի համար կլինի 1 (Գն= 1): Մյուս տարրերի համար Գն-ը կլինի կապար-տարր հարաբերությամբ (1:10, 1:100)՝ As – 10 (0.17→1.7), Bi - 10 (0.16→1.6), Sb – 100 (0.066→6.6), Mo – 100 (0.02→2.0):

Տարր	P-ի նորմավորված արժեքները					Զոնալականության ցուցիչը			
	Գն	Մակերես	Հոր. I	Հոր. II	Հոր. III	Մակերես	Հոր. I	Հոր. II	Հոր. III
Pb	1	1.5	**8.1**	1.3	0.13	0.13	**0.764**	0.17	0.03
As	10	**1.7**	0.06	0.27	0.17	**0.148**	0.0057	0.036	0.039
Sb	100	**6.6**	0.6	1.4	0.6	**0.574**	0.057	0.184	0.139
Cu	1	0.96	0.75	**1.2**	0.67	0.084	0.071	**0.158**	0.156
Bi	10	0.7	0.3	**1.6**	0.76	0.061	0.028	**0.21**	0.177
Mo	100	0.07	0.74	1.8	**2.0**	0.0061	0.07	0.236	**0.465**
ΣP		11.5	10.6	7.6	4.3				

Զոնալականության ցուցիչի որոշման համար միևնույն հորիզոնի յուրաքանչյուր տարրի նորմավորված արժեքը բաժանվում է բոլոր արժեքների գումարին: Այնուհետև ընտրում են ամենաբարձր արժեքները:

Ստացվում է զոնալականության շարքը՝ վերհանքայիններից ստորհանքայիններ՝

(As, Sb) - Pb - (Cu, Bi) – Mo

Փակագծերի մեջ տարրերի տեղը որոշվում է համեմատության միջոցով: Ծայրամասային՝ վերին կամ ստորին, մակարդակների վրա հայտնաբերված կուտակումները համեմատելու համար օգտագործվում է հետևյալ բանաձևը՝

$$G=n\frac{D\,max}{Di},$$

որտեղ G-ն փոփոխականության ցուցիչն է, D_{max}-ը՝ տարրի զոնալականության ցուցիչի առավելագույն արժեքը, Di-ն տարրի զոնալականության ցուցիչի արժեքն է i-րդ հորիզոնի վրա, n-ը հորիզոնների թիվը (չհաշված առավելագույն կուտակման հորիզոնը):

Մկնդեղի համար ստանում ենք.

$$G_{As} = (0.148 : 0.0057) + (0.148 : 0.036) + (0.148 : 0.039) =$$
$$25.96 + 4.11 + 3.8 = 33.87$$

Ծարիրի համար՝

$$G_{Sb} = (0.574 : 0.057) + (0.574 : 0.184) + (0.574 : 0.139) =$$
$$10.1 + 3.12 + 4.13 = 17.35$$

$G_{As} > G_{Sb}$, այսինքն՝ շարքում առաջինը մկնդեղն է, հետո՝ ծարիրը:

Այն դեպքերում, երբ առավելագույն արժեքները գտնվում են ստորին ծայրամասային հորիզոնի վրա, զոնալականության շարքում տարրերը դասավորվում են ըստ մեծացման:

Եթե առավելագույն կուտակման արժեքները գտնվում են միջին մակարդակների վրա, ապա օգտագործվում է G_1- G_2 արժեքը, որտեղ G_1-ը առավելագույնից դեպի վեր գտնվող արժեքներն են, իսկ G_2-ը՝ դեպի ներքև: Զոնալականության շարքում տարրերի հերթականությունը որոշվում է հետևյալ կերպ. որքան մեծ է այդ տարբերությունը, այնքան տարրերը դասավորվում են դեպի աջ, կամ ընդհակառակը:

Մեր օրինակում անհրաժեշտ է որոշել պղնձի և բիսմուտի տեղերը:

Cu-ի համար $G_1 = (0.158 : 0.071) + (0.158 : 0.084) = 2.23 + 1.88 = 4.11$

$$G_2 = 0.158 : 0.156 = 1.01$$
$$G_1 - G_2 = 4.11 - 1.1 = \mathbf{3.1}$$

Bi-ի համար $G_1 = (0.21 : 0.028) + (0.21 : 0.061) = 7.5 + 3.4 = 10.9$

$$G_2 = 0.21 : 0.177 = 1.19$$
$$G_1 - G_2 = 10.9 - 1.19 = \mathbf{9.71}$$

Այսպիսով, Bi > Cu, ուրեմն շարքում լինելու է պղինձ, հետո բիսմուտ: Շարքի վերջնական տեսքը ստացվում է *As – Sb – Pb – Cu – Bi – Mo:*

Զոնալականության ցուցիչի օգնությամբ կազմվել են մետաղային շատ հանքավայրերի զոնալականության շարքեր: Օրինակ.

պղինձ-կոլչեդանային – Mo, Co, As₂, Cu, Zn, Pb, Ag, As₁, Ba

բազմամետաղային-սկառնային – Sr, (W, Mo), Co, Bi, Cu, Zn, Pb, Ag, (Sb, As), Ba, I

բազմամետաղային-երակային – W, As₂, Sn, Co, Bi, Cu, Zn, Pb, Ag, As₁, Ba, I

ոսկի-հանքաքարային՝

բարձր ջերմաստիճանային – (Be, W, As₂, Ni, Co), Bi, Cu, Mo, Au, Zn, (Pb, Ag, As₁, Sb)

միջին ջերմաստիճանային – (Co, W, Be), Bi, (Sn, Mo), Cu, Au, Zn, Pb, (Ag, As, Sb)

ցածր ջերմաստիճանային – (W, Bi, Sn), Mo, (Cu, Zn), Pb, Au, Ag, (As, Sb), Ba, Hg

պղինձ-պորֆիրային – (Be, W, Co, Sn), (Mo, Cu), Bi, Au, (Zn, Pb, Ag), Sb, As, Ba

սնդիկային – (Sn, W, Ni, Co), (Bi, Mo), Cu, Zn, Pb, Ag, Hg, As, Sb

ծարիր-սնդիկային – (Ni, Co, W), Mo, Cu, Zn, Pb, Sn, Ag, (Sb, As), Hg և այլն:

Այս շարքերում ձախից աջ տեղի է ունենում ստորհանքային տարրերի փոխարինում վերհանքայիններով (փակագծում տարրերի տեղը շարքում վերջնական չի որոշված):

Ստացված տվյալների համեմատությունը ցույց է տալիս, որ միևնույն և մոտիկ կազմ ունեցող հանքային ֆորմացիաների զոնալականության շարքերը նման են: Այս օրինաչափությունն ունի գործնական մեծ նշանակություն, քանի որ տարրերի միասնական զոնալականությունը կարելի է օգտագործել նոր մակերեսների վրա երկրաքիմիական անոմալիաների մեկնաբանման համար:

Բացի այդ, շարքերի ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ մկնդեղը մի քանի հանքավայրում առաջացնում է և՛ վերհանքային և՛

ստորհանքային կուտակումներ: Սա վկայում է այն մասին, որ առաջնային երկրաքիմիական պսակներում գոյություն ունի *միներալային զոնալականություն*, այսինքն՝ միևնույն տարրը տվյալ տարածքում մտնում է տարբեր միներալների կազմի մեջ: Օրինակ, տվյալ դեպքում մկնդեղը խորը հորիզոններում մտնում է արսենոպիրիտի, իսկ վերին հորիզոններում՝ խուճացած հանքանյութի, գալենիտի և սֆալերիտի կազմի մեջ: Սակայն պետք է նշել, որ ոչ բոլոր դեպքերում է այս կամ այն միներալի ներկայությունը բերում տարրի տեղաշարժ զոնալականության շարքում: Անհրաժեշտ է, որ այդ միներալներն ունենան մոտ կամ հավասար քանակություն:

Ս. Վ. Գրիգորյանը և Լ. Ն. Օվչիննիկովը, միջինացնելով մոտ 300 հիդրոթերմալ հանքավայրի զոնալականության շարքերը և հաշվի առնելով միներալային զոնալականությունը, առաջարկել են տարր-ինդիկատորների ուղղաձիգ զոնալականության հետևյալ ունիվերսալ շարքը (ներքևից վերև).

W - Be - As₂ - Sn₂ - U - Mo - Co - Ni - Bi - Cu₂ - Au -Sn₁ - Zn - Pb - Ag - Cd - Cu₁ - Hg - As₁ - Sb - Ba:

Ուղղաձիգ զոնալականության հաստատումից հետո անհրաժեշտ է առանձնացնել վերհանքային և ստորհանքային տարր-ինդիկատորները: *Վերհանքային* տարր-ինդիկատորներին (օրինակ՝ *Ba, Hg, Ag, Zn, Pb*) բնորոշ է կուտակումը հանքային մարմինների վերին մասերում, իսկ *ստորհանքայիններին* (օրինակ՝ *W, Be, Mo, Ni, Co*)՝ ստորին մասերում: Դեպի խորքերը երկրաքիմիական անոմալիաների հեռանկարային գնահատման, այսինքն՝ նրանց էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի որոշման համար օգտագործում են երկրաքիմիական զոնալականության *մուլտիպլիկատիվ գործակիցը (Кз)*, որը վերհանքային և ստորհանքային տարրերի մուլտիպլիկատիվ պարունակությունների հարաբերությունն է.

$$Кз = \frac{Ba*Hg*Ag*Zn*Pb}{W*Be*Mo*Ni*Co}$$

5. 4. Ցրված հանքային միներալացման գոտիների երկրաքիմիական առանձնահատկությունները

Հայտնի է, որ ցանկացած հանքային շրջանում հանդիպում են բազմաթիվ հանքաերնակումներ և երկրաքիմիական անոմալիաներ, որոնք ներկայացված են *ցրված միներալացման գոտիներով:* Սրանք տեղամասեր են, որոնց սահմաններում ներփակող ապարների վրա հանքառաջացնող լուծույթների ազդեցության հետևանքով ձևավորվել են տվյալ տիպի հանքայնացմանը բնորոշ տարր-ինդիկատորների բարձր խտության զոնաներ: Ըստ որում, նրանց արժեքները մեծ են երկրաքիմիական ֆոնից, իսկ կուտակված հանքայնացում չկա: Այդտեղ հաճախ հանդիպում են պիրիտի, գալենիտի, սֆալերիտի ներփակումներ, ֆիքսվում են փոփոխված՝ լիմոնիտացված, քլորիտացված, սերիցիտացված ապարների զոնաներ:

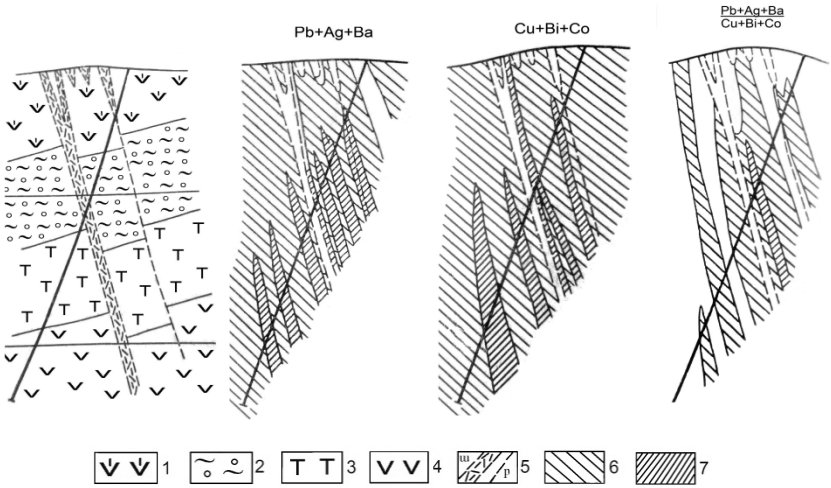
Երկրաքիմիական որոնումների ժամանակ այդ գոտիները «վտանգավոր» են, քանի որ աշխատանքների սկզբնական փուլում հաստատուն չափանիշների բացակայության պատճառով շատ դժվար է դրանց մեկնաբանումը: Իսկ այդ տեղամասերում հաճախ կատարվում են մանրամասն աշխատանքներ թանկարժեք լեռնային փորվածքներով ու հորատանցքերով:

Բացի այդ՝ ցրված միներալացման գոտիները «խանգարում են» կույր հանքայնացման որոնումներին, քանի որ դրանք և վերհանքային երկրաքիմիական պսակներն ունեն մի շարք նման պարամետրեր: Սակայն ուսումնասիրությունների արդյունքում հայտնաբերվել են որոշ էական տարբերություններ:

Հետազոտությունները կատարել է Ս. Վ. Գրիգորյանը Տաջիկստանի «Հանքային Կարամազարի» բազմամետաղային հանքավայրում: Հաստատվել են ցրված միներալացման գոտիների մի շարք չափանիշներ (նկ. 4).

- գործնականորեն բացակայում է ուղղաձիգ զոնալականությունը,
- շատ ցածր են ու հաստատուն վերհանքային և ստորհանքային պսակների գծային արդյունավետությունները,

- հորիզոնական զոնալականությունը թույլ է արտահայտված կամ բացակայում է,
- բոլոր խորությունների վրա դրանք ունեն հաստատուն տարրական կազմ:



Նկ. 4. Ցրված հանքային միներալացման աղիտիվ պսակներ
(ըստ Ս. Վ. Գրիգորյանի)

1. անդեզիտային պորֆիրներ, 2. ֆելզիտներ, պորֆիրներ, 3. տուֆեր, տուֆալավաներ, 4. անդեզիտադացիտային պորֆիրիտներ, 5. ջարդման գոտի (ա), տեկտոնական խախտում (բ), 6,7. աղիտիվ պսակներ

Իսկ հանքային մարմինների վերհանքային պսակներում բացակայում են ստորհանքային տարրերի, ստորհանքային պսակներում՝ վերհանքային տարրերի բարձր պարունակությունները (նկ. 1, 3): Բացի այդ՝ ցրված միներալացման գոտիները բնորոշվում են տարրինդիկատորների նույն խտություններով, երբ հանքային կուտակումների պսակներում հանքային մարմնից հեռանալում զուգընթաց տարրերի պարունակություններն աստիճանաբար նվազում են:

5.5. Կույր հանքայնացման որոնումները

Երկրաքիմիական անոմալիաների մեկնաբանման մեթոդիկայի ընտրությունն էականորեն կախված է հանքային մարմինների տեղադրման պայմաններից: Ենթադրվող հանքային կուտակների հնարավոր տեղադրման պայմանների որոշման համար առաջնահերթ նշանակություն ունի հետազոտվող տեղամասերի և, առավել ևս, այդ շրջանում արդեն հայտնի հանքավայրերի երկրաբանակառուցվածքային իրավիճակի բացահայտումը: Կարևոր են նաև երկրաֆիզիկական և երկրաքիմիական (առաջնային պսակների զարգացման) ուսումնասիրությունների տվյալները: Դիտարկենք երկու ծայրահեղ հակառակ դեպք՝ երբ հանքային մարմիններն ունեն կտրուկ անկում և երբ ունեն մեղմաթեք տեղադրություն (նկ. 5):

Կտրուկ անկում ունեցող հանքային մարմինների դեպքում մակերեսի վրա արտահայտվում են սերտորեն միաձուլված պսակներ, որոնք ունենում են հանքաներփակող կառույցների երկարությամբ ձգված տեսք և արագ մարում են դեպի կողքերը հեռանալիս:

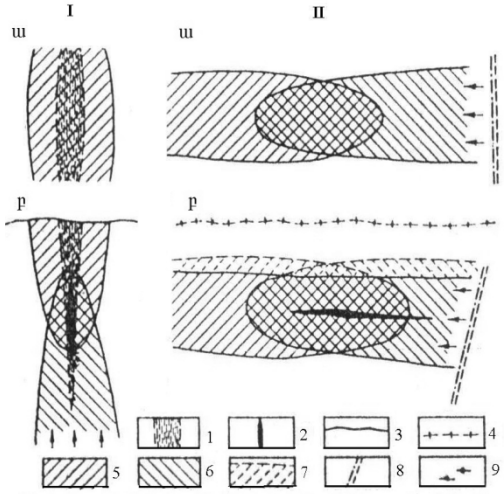
Մեղմաթեք հանքային մարմինների դեպքում մակերես դուրս եկած պսակներն իրենց չափերով ավելի մեծ են, սահմաններն ավելի «լղոզված», պոկված են խզումներից, և նրանց կառուցվածքում հաճախ հայտնաբերվում է տարր-ինդիկատորների հորիզոնական զոնալականություն:

Կույր հանքայնացման որոնումների ժամանակ երկրաքիմիական անոմալիաների մեկնաբանման համար նախ պարզվում է հանքային միներալացման տիպը, ապա որոշվում անոմալիայի մակարդակը հանքայնացման նկատմամբ:

Հանքային միներալացման տիպը որոշվում է ուսումնասիրվող տեղամասերի երկրաբանական դիրքով (շրջանում հայտնի հանքավայրերի անալոգիայով), շուրջհանքային փոփոխությունների բնույթով, միներալների տիպամորֆ ասոցիացիաներով: Երկրաքիմիական չափանիշներից օգտագործվում է լայնական զոնալականությունը: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ հանքային միներալացման տիպի որոշմանը ծառայում են առաջին հերթին հանքայնացման

հիմնական բաղադրիչները: Օրինակ, կապարը համարյա բոլոր ներծին մետաղական հանքավայրերի տարր-ինդիկատորն է, իսկ սնդիկը՝ բուն սնդիկի կամ ծարիր-սնդիկային հանքավայրերինը:

Մեղմաթեք կամ մոտհորիզոնական կույր մարմինների որոնումների խորությունը էականորեն փոքր է՝ համեմատած կտրուկ անկում ունեցող մարմինների հետ: Հետևաբար, տեղադրման մեծ խորությունների դեպքում նրանց առաջնային պսակները ևս կույր են լինում: Սակայն այսպիսի հանքային մարմինների որոնումների ժամանակ առաջնային պսակների օգտագործումը հետագա ուսումնասիրությունների կարիք ունի:



Նկ.5. Առաջնային պսակների ընդհանրացված սխեմա կտրուկ անկող (I) և մեղմաթեք (II) հանքային մարմինների շուրջը. պլանում (ա), կտրվածքում (բ) (ըստ Ս. Վ. Գրիգորյանի)

1. հանքաներփակող զոնա, 2. հանքային մարմին, 3. ժամանակակից մակերես, 4. հանքավայրի ձևավորման ժամանակ մակերեսի գիծը, 5. վերհանքային պսակներ, 6. ստորհանքային պսակներ, 7. էրոզիայով ոչնչացված պսակներ, 8. դիզյունկտիվ խախտումներ, 9. հանքաբեր լուծույթների շարժման ուղղությունը

5.6. Երկրաքիմիական անոմալիաների էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի գնահատումը

Այն դեպքում, երբ երկրաքիմիական անոմալիաները հայտնաբերվել են մակերեսի վրա, անհրաժեշտ է լինում գնահատել ենթադրվող հանքայնացման *էրոզիոն կտրվածքի մակարդակը*: Այս խնդրի լուծումն առավել կարևոր է կույր հանքայնացման որոնումների ժամանակ: Խիստ դենուդացված հանքային շրջաններում ստորհանքային պսակներով արտահայտված անոմալիաները բավական շատ են, և նրանց խոտանումն անհրաժեշտ պայման է որոնումները հաջողությամբ անցկացնելու համար (նկ. 6):

Հայտնի է, որ հանքավայրում հանքային մարմիններն ունեն կուլիսաձև տեղադրություն: Երկրաքիմիական անոմալիաների և հանքաերևակումների էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի գնահատման ժամանակ կիրառում են պսակների զոնալականությունը՝ նպատակ ունենալով անոմալիաների բազմությունից առանձնացնելու առավել հեռանկարայինները, որոնք ներկայացված են վերհանքային երկրաքիմիական պսակներով:

Վերհանքային պսակներն ուսումնասիրված են ամբողջ ուղղաձիգ երկարությամբ, մինչև նրանց լրիվ սեպաձև վերականգնումը: Ստորհանքային պսակները մինչև լրիվ անհետացումը չեն ուսումնասիրված: Էրոզիոն կտրվածքի մեծացմանը զուգընթաց ստորհանքային պսակների քանակությունը պրոգրեսիայով աճում է:

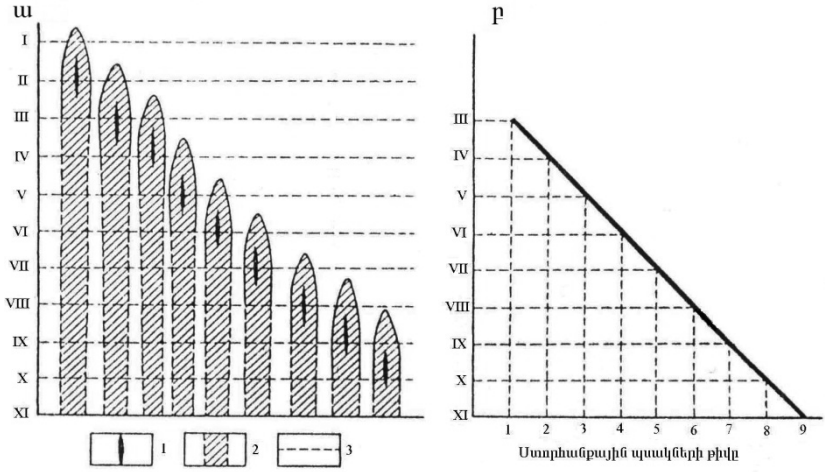
Դրանք, հետապնդվելով մեծ խորություններում, ֆիքսում են հանքաբեր լուծույթների ստացման ուղիները, ինչով էլ պայմանավորված է այդ պսակների ուղղաձիգ ձգվածության մեծությունը:

Ոչ խորը էրոզիոն կտրվածքի դեպքում մերկանում են փոքր խորությունների վրա գտնվող հանքային մարմինների վերհանքային պսակները: Հանքաբեր միջակայքի լրիվ էրոզիայի ժամանակ մերկանում են միայն ստորհանքային պսակները: Սա ունի գործնական մեծ նշանակություն, քանի որ հանքային մարմիններն արդեն լիովին հողմահարվել են, և այնտեղ թանկարժեք հետախուզական փոր-

վածքներ անցկացնելու անհրաժեշտություն չկա: Փաստորեն կատարվում է այդ տարածքի խոտանում:

Վերհանքային և ստորհանքային տարրերն ընտրվում են էտալոնային հանքավայրերի ուղղաձիգ զոնալականության շարքից: Անոմալիայի վերհանքային բնույթը հաստատվում է վերհանքային տարրերի բարձր արժեքների գերակշռությամբ և զոնալականության մուլտիպլիկատիվ գործակցի մեծությամբ:

Անոմալիաների էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի գնահատումը կատարվում է տվյալ հանքային մարմնի առաջնային պսակների պարամետրերի (միջին պարունակություն, գծային արդյունավետություն, մորֆոլոգիա, վերհանքային պսակների մուլտիպլիկատիվ ցուցիչների արժեքներ, զոնալականության գործակից) և նույն հանքային ֆորմացիայի էտալոնային հանքային մարմինների շուրջը ձևավորված պսակների պարամետրերի համեմատությամբ:



Նկ. 6. ա. պսակների կուլիսաձև տեղադրություն, բ. ստորհանքյին պսակների գրաֆիկը (ըստ Ս. Վ. Գրիգորյանի)

1. հանքային մարմին, 2. առաջնային պսակ, 3. էրոզիոն կտրվածքի մակարդակը

Բացի որակականից, անհրաժեշտ է տալ նաև վերհանքային անոմալիաների քանակական գնահատականը, այսինքն որոշել կույր հանքայնացման հնարավոր մասշտաբները: Բարենպաստ պայմանների (էտալոնային հանքավայրի և գնահատվող օբյեկտի պարամետրերի նմանություն) դեպքում կույր հանքայնացման հնարավոր մասշտաբների մասին կարելի է դատել՝ օգտագործելով հանքային մարմինների և դրանք շրջապատող պսակների պարամետրերի օրինաչափ կապը: Օրինակ, հայտնաբերված է, որ նման պայմանների դեպքում հզոր հանքային մարմիններն ուղեկցվում են ավելի լայն և երկարաձգված պսակներով, քան փոքր մարմինները: Սակայն, հաճախ, հանքային մարմիններն ունենում են բավական խորը տեղադրություն, որի հետևանքով առաջնային պսակները մակերեսի վրա չեն ֆիքսվում: Այս դեպքերում հաշվի են առնվում վերհանքային պսակների չափերը, որոնց մասին խոսվել է վերևում:

6. ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ԼԻԹՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ՊՍԱԿՆԵՐՈՎ ԵՎ ՑՐՄԱՆ ՀՈՍՔԵՐՈՎ

6.1. Ցրման երկրորդային պսակներ, նրանց տեսակները

Երկրակեղևը կազմող ապարները հիպերգենեզի գոտում, հողմահարման և դենուդացիայի հետևանքով, վեր են ածվում փխրուն առաջացումների, որոնք իրենց ֆիզիկական հատկություններով խիստ տարբերվում են արմատական ապարներից: Բոլորովին այլ ծագում ունեն բերովի փխրուն նստվածքները, որոնք կուտակվում են ցածր տեղամասերում՝ ծածկելով արմատական ապարները: Այս օրինաչափությանն են ենթարկվում նաև մոնոլիթ (մենաքար) հանքային մարմիններն ու նրանց առաջնային պսակները: Այսպիսի առաջացումներում ձևավորված երկրորդային պսակներով և ցրման հոսքերով երկրաքիմիական որոնումները ներկայումս համարվում են մետաղային հանքավայրերի որոնողական աշխատանքների առաջատար մեթոդներից մեկը:

Երկրորդային պսակներով երկրաքիմիական որոնումների մեթոդի հիմքում ընկած է հանքային մարմինների և նրանց առաջնային պսակների հիպերգեն հողմահարման հետևանքով ձևավորված ցրման երկրորդային պսակների ուսումնասիրությունը:

Ցրման երկրորդային պսակը հանքայնացման որոշակի տարրինդիկատորների անոմալ-բարձր պարունակությունների լոկալ զոնա է: Այն ձևավորվել է հանքային մարմնի ելքերը և նրա առաջնային երկրաքիմիական պսակները շրջապատող ու ծածկող փուխր առաջացումների հաստվածքում՝ ժամանակակից էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի վրա:

Մեխանիկական, ֆիզիկական, ֆիզիկաքիմիական և կենսաքիմիական ուժերի ազդեցության հետևանքով փխրուն առաջացումները ենթարկվում են բնական տեղաշարժի, այնուհետև ամրանում սեփական միներալների կամ տարբեր միներալային միացությունների ձևով:

Ըստ ֆազային վիճակի՝ ցրման երկրորդային պսակները բաժանվում են՝ մեխանիկական (բեկորային), աղային և գազային:

Մեխանիկական կամ բեկորային այն երկրորդային պսակներն են, որտեղ հանքային բաղադրիչները հիպերգենեզի գոտում ներկա են կայուն առաջնային ու երկրորդային միներալների տեսքով, իսկ միգրացիան տեղի է ունենում մեխանիկական ճանապարհով: Այս պսակները տարածվում են ժամանակակից էլյուվիալ-դելյուվիալ առաջացումներում և հանքաներփակող հաստվածքների հնագույն մնացորդային հողմահարման կեղևում: Ցրման մեխանիկական պսակներ առաջացնում են ոսկին, պլատինը, կասիտերիտը, քրոմիտը, շեելիթը և այլ միներալներ:

Աղային կոչվում են այն երկրորդային պսակները, որոնք առաջանում են բնական ջրերում լուծված միացությունների միգրացիայի հետևանքով: Նրանք ձևավորվում են միներալացված ջրերի շարժման, դիֆուզիայի, մազանոթներով բարձրացման և գոլորշացման հետևանքով: Բույսերի արմատները յուրացնում են աղային պսակների բաղադրիչները և առաջացնում կենսաերկրաքիմիական պսակներ:

Աղային պսակները բնորոշ են հողմահարման գոտում անկայուն միներալներ պարունակող հանքավայրերին: Դրանց թվին են պատկանում բոլոր սուլֆիդային հանքավայրերը, որոնց հանքային միներալները օքսիդացման պրոցեսում, մակերեսային ջրերի ու թթվածնի ազդեցության տակ, ենթարկվում են փոփոխությունների՝ առաջացնելով նոր միներալներ:

Բնության մեջ հաճախ հանդիպում են խառը՝ *բեկորա-աղային* երկրորդային պսակներ:

Գազային պսակներն առաջանում են հանքավայրերի գազային բաղադրիչների դիֆուզիայի հետևանքով և բնորոշ են ռադիոակտիվ հանքայնացումներին, առաջանում են արմատական ապարների հողմահարումից կամ դենուդացիայից անկախ: Դրանք հետևանք են տարրերի ռադիոակտիվ տրոհման, երբ անջատվում են գազանման էմանացիաներ՝ ռադոն, թորոն:

Երկրորդային պսակները լինում են մնացորդային ու վրադրված՝ ըստ ներփակող հաստվածքի բնույթի և ձևավորման պայմանների: *Մնացորդային պսակները* նախկինում գոյություն ունեցած առաջնային պսակների կամ հանքային մարմինների հողմահարման արդյունք են, իսկ *վրադրվածները* ձևավորվում են այն ժամանակ, երբ պսակառաջացման ընթացքում բացակայում է առաջնային հանքային միներալացումը:

Ըստ նմուշարկման մատչելիության աստիճանի տարբերում են բաց և փակ երկրորդային պսակներ**:** *Բաց* պսակները դուրս են գալիս երկրի մակերես, իսկ *փակ* կամ *թաղված* պսակները զարգանում են երկրի մակերեսից որոշակի խորության վրա: Բաց պսակները կարող են հայտնաբերվել և ուսումնասիրվել հողի վերին հորիզոնների նմուշարկման, իսկ փակ պսակները՝ շուրֆերի և փոքր հորատանցքերի նմուշարկման ճանապարհով:

Երկրաքիմիական որոնումները ցրման երկրորդային պսակներով կատարվում են հողի կամ փխրուն առաջացումների սիստեմավորված նմուշարկման միջոցով: Ըստ որում, մեծ նշանակություն ունեն տեղամասի երկրաբանական և լանդշաֆտաերկրաքիմիական առանձնահատկությունները: Նմուշարկման են ենթարկվում փորվածքները, շուրֆերը և հուսալի հորիզոնները, նմուշները վերցնում են ձեռքի հորատներով և նմուշարկման գործիքներով՝ մի քանի 10-յակ սմ խորությունից, ընտրվում են հողակավային ֆրակցիայից և ունենում 300-400գ քաշ: Խոնավ նմուշները չորացնում են, բոլորը մաղում, հեռացնում են խոտերը և այլ մնացորդները, ստացված զանգվածը՝ 100 գ կիսում են երկու մասի և ուղարկում անալիզի:

Նմուշարկման ցանցի ընտրությունը կախված է որոնումների մասշտաբից ու խնդիրներից: Այսպես, օրինակ, 1:200000 մասշտաբի դեպքում պրոֆիլների միջև հեռավորությունը կազմում է 2000 մ, նմուշարկման կետերի միջև՝ 200 մ, իսկ 1 քառ. կմ մակերեսից վերցրած նմուշների թիվը՝ 2-5: 1:50000 մասշտաբի դեպքում, համապատասխանաբար, 500 մ, 50 մ և նմուշների թիվ՝ 40: Կամ 1:5000 մասշտաբի դեպքում պրոֆիլների միջև 50 մ է, նմուշարկման կետերի միջև՝ 10-20 մ, իսկ նմուշների թիվը կազմում է 2000-1000 և այլն: Այլ խոսքով,

նմուշարկման մասշտաբի խոշորացմանը զուգահեռ մեծանում է նմուշների թիվը:

Նմուշները ենթարկվում են մոտավոր-քանակական սպեկտրալ անալիզի: Ստացված տվյալների մշակումը, պսակների եզրագծումը կատարվում են նույն մեթոդիկայով, ինչ որ արմատական ապարներինը: Երկրորդային պսակների որոնումների հիմնական խնդիրն է հայտնաբերել երկրաքիմիական անոմալիաները, նրանց միջոցով էլ թաքնված հանքավայրերը կամ դրանց հետ կապված թաքնված հանքայնացումները:

6.2. Երկրորդային պսակների դասակարգումը

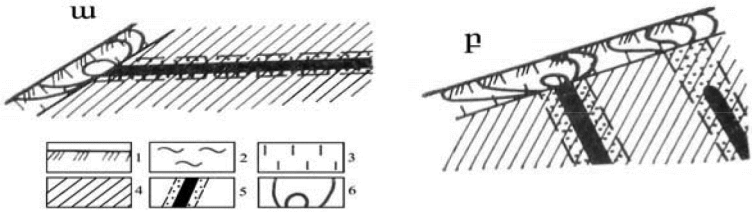
Ա. Պ. Սոլովովը, ուսումնասիրելով երկրորդային լիթոերկրաքիմիական պսակները, տվել է նրանց ընդհանրացած դասակարգումը, որից շեղումները բնական երկրաբանական պայմաններում անխուսափելի են: Ըստ որում, I – IV-ը պատկանում են մնացորդային բաց, իսկ V-VII-ը՝ փակ տիպերին:

I տիպ - Մնացորդային բաց պսակներ (նկ. 7): Ձևավորվում են ակտիվ դենուդացիոն շրջաններում՝ ժամանակակից էլյուվիալ - դելյուվիալ նստվածքներում, միշտ պարունակում են հանքավայրերի և նրանց առաջնային երկրաքիմիական պսակների քայքայման բեկորներ: Պսակների մակերեսները կախված են հողմահարման պրոցեսների ինտենսիվությունից. որքան արագ է ընթանում հողմահարումը, այնքան դրանք ավելի մեծ են:

Անապատային չոր կլիմայի դեպքում պսակները ներկայացված են հանքավայրերի հողմահարման բեկորային, իսկ մեղմ խոնավ մարզերում՝ բեկորա-աղային նյութերով:

Ըստ որում, նրանց ձևավորման ժամանակ գերակշռում է մեխանիկական միգրացիան. որքան տարրերը շարժուն են, այնքան հեշտությամբ են դուրս բերվում պսակի սահմաններից: Մնացորդային պսակները պլանում, ընդհանուր առմամբ, կրկնում են հանքայնացման ելքը խոշորացված չափերով: Մասնատված ռելիեֆի պայմաններում դրանք կարող են ձևավորել նստվածքային ծագման կամ

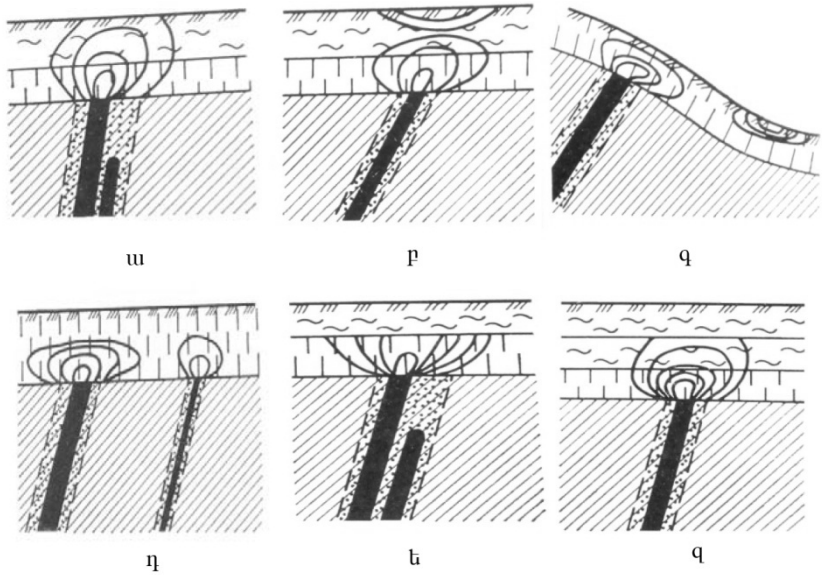
հնագույն հողմահարման կեղևի հորիզոնական տեղադրության հանքավայրեր (ա): Այս տիպի պսակների նշանակությունն առավել կարևոր է մեծաթեք ներծին և նստվածքամետամորֆածին հանքավայրերի որոնումների համար, նույնիսկ, եթե հողմահարման ու դենուդացիայի ենթարկվել են միայն հանքային մարմինների առաջնային պսակները (բ): Այս տիպի պսակներն ունեն որոնողական մեծ նշանակություն և նրանց առկայությունը հնարավորություն է տալիս հանքային շրջաններում կատարել լայնածավալ ու արդյունավետ լիթոքիմիական հանույթ:



Նկ. 7. 1. հողածածկույթ, 2. բերված նստվածքներ, 3. էլյուվիալ-դելյուվիալ նստվածքներ կամ հնագույն հողմահարման կեղև, 4. ներփակող ապարներ, 5. հանքային մարմիններ և առաջնային պսակներ, 6. ցրման երկրորդային պսակներ (ըստ Ա. Պ. Սոլովովի)

II տիպ - Դիֆուզիոն տիպի բաց վրադիր պսակներ (նկ. 8ա), որոնք ձևավորվում են ակումուլյատիվ-դենուդացիոն ռելիեֆի պայմաններում: Նրանք բնորոշ են չորային, մեղմ խոնավ և խոնավ հարթավայրային մարզերին, որոնք ծածկված են սահմանափակ հզորությամբ ալոխթոն նստվածքներով: Պսակներն առաջանում են փուխր նստվածքներում և հողերում լուծույթների դիֆուզիայի հետևանքով,տեղադրված են հողմահարված մետաղային հանքավայրերի և նրանց առաջնային երկրաքիմիական պսակների վրա: Այսպիսի պսակներում գերակշռում են մետաղային տարրերի աղային ցրոնները: Առանձին դեպքերում դիտարկվում են կայուն միներալների վրադիր մեխանիկական պսակներ: Փխրուն առաջացումների և հողերի հզորությունները, որոնց մեջ ներթափանցում են դիֆուզիոն պսակները, չեն գերազանցում 2-4մ-ը: Սակայն, խոշոր հանքավայրերի դեպ-

քում երբեմն ուղղաձիգ ուղղությամբ կարող են հասնել 8-10 և ավելի մետրի:



Նկ. 8. Պայմանական նշանները տես նկ. 7

III տիպ - Ակումուլյատիվ տիպի բաց վրադիր պսակներ (նկ. 8բ): Սրանք տարբերվում են վերը նկարագրվածից նրանով, որ բաժանվում են խորը տեղադրված հանքային մարմնից ալոխթոն փխրուն առաջացումներով, որոնց մեջ ուղղաձիգ ուղղությամբ պսակներ չեն հայտնաբերվում: Այսպիսի պսակներ ձևավորվում են հողային շերտում տարր-ինդիկատորների բիոգեն ակումուլյացիայի արդյունքում, երբ բույսերի արմատները հասնում են հանքային մարմնին կամ թաղված մնացորդային (դիֆուզիոն) պսակներին:

IV տիպ - Պոկված վրադիր բաց պսակներ (նկ. 8գ): Սրանք նախորդից տարբերվում են ալոխթոն հաստվածքի բացակայությամբ, տեղաշարժված են ժամանակակից հոսքերի ուղղությամբ և դատարկ ապարներով անջատված են մայրական աղբյուրից: Այս պայմաններում հանքավայրերը ստեղծում են ցրման բաց պսակներ: Հիպերգենեզի գոտում, մետաղների հետագա ակումուլյացիայի հաշվին, առա-

ջանում են երկրորդային պոկված աղային պսակներ, որոնք վրադրված են տեղական էլյուվիալ-դելյուվիալ և ալյուվիալ-պրոլյուվիալ նստվածքներում: Սրանք հետագայում կարող են վերածվել ցրման աղային հոսքերի:

V տիպ – Տարալվացված և ծայրահեղ աղքայրացած (նկ. 8դ): Այս պսակները ձևավորվում են էլյուվիալ-դելյուվիալ առաջացումներում, պատկանում են մնացորդային տիպին, բնորոշ են դանդաղ դենուդացվող խոնավ գոտիներում ջրերի միջոցով ակտիվ միգրացվող տարրերին: Ըստ էության, սրանք փակ երկրորդային ցրման պսակներ են, առավել բնորոշ են փոքր հանքաերևակումների, մասնավորապես կույր հանքային մարմինների առաջնային երկրաքիմիական պսակներին: Հարուստ հանքայնացումները նման երկրաբանական պայմաններում ստեղծում են բաց մնացորդային պսակներ:

VI տիպ - Թաղված մնացորդային ցրման պսակներ (նկ. 8ե): Նման են I տիպին, տարբերվում են միայն ձևավորման հնաշխարհագրական պայմաններով, ծածկված են ալոխթոն նստվածքների հաստվածքով, որի հզորությունն արգելակում է դիֆուզիոն պսակների թափանցումը դեպի վեր: Այսպիսի պսակները զարգանում են, հիմնականում, երկհարկ կառուցվածք ունեցող փակ շրջանների սահմաններում, որտեղ ծալքավոր հիմքի հարթացված մակերեսի վրա պահպանված է հողմահարման հնագույն կեղևը: Ուղղաձիգ կտրվածքում թաղված պսակներն ունեն սնկանման, հաճախ, ասիմետրիկ ձև:

VII տիպ - Թաղված վրադիր փակ պսակներ (նկ. 8զ): Սրանք դուֆուզիոն բաց վրադիր (II տիպ) պսակների հնաշխարհագրական անալոգներն են, տարբերվում են ալոխթոն հաստվածքի հզորությամբ, որի հետևանքով, նույնիսկ միևնույն հանքային գոտու սահմաններում, պսակները կարող են վերածվել թաղված վիճակի:

6.3. Որոնումների մեթոդիկան ցրման հոսքերով

Ցրման հոսքերը գետերի և գետակների հովիտներում առաջացած գծային ձգված պսակներ են, որոնք ձևավորվել են տվյալ ջրային ավազանում հանքային մարմինների, նրանց առաջնային և երկրորդային պսակների հիպերգեն քայքայման հաշվին: Ցրման հոսքերը ձևավորվում են նաև վերգետնյա և ստորգետնյա ջրերի միջոցով այդ հանքավայրերին բնորոշ քիմիական տարրերի դուրս բերման ճանապարհով, ինչպես կոլոիդ լուծույթների, այնպես էլ քայքայված նյութերի ձևով: Նյութերի տեղափոխման հեռավորությունը հակառակ համեմատական է մասնիկների չափերին՝ հողմահարման աղբյուրից ամենաշատը հեռանում են նուրբ դիսպերսիոն մասնիկները:

Հանքային միներալները, մեծ մասամբ, միգրացվում են վերգետնյա ջրհոսքերով՝ նուրբ դիսպերսիոն ֆրակցիայում: Բացառություն են կազմում մի քանի միներալներ (կասիտերիտ, կինովար, ոսկի, պլատին և այլն), որոնք կուտակվում են ցրոններում: Ջրային հոսքերով տեղափոխվում են նաև այս միներալների նուրբ դիսպերսիոն ֆրակցիաները: Անհրաժեշտ է նշել, որ դիսպերսիոն ֆրակցիան ավելի շատ ինֆորմացիա է տալիս, քան խոշորը, որը մեծ մասամբ կուտակվում է ցրոններում:

Ցրման հոսքերը ձգվում են ջրային հոսքի ուղղությամբ և իրենց վերնամասով կից են երկրորդային պսակներին, որոնց քայքայման հաշվին, լանջային էրոզիոն պրոցեսների արդյունքում էլ ձևավորվում են: Այսպիսով, ցրման հոսքերը գենետիկորեն կապված են երկրորդային ցրման պսակների, իսկ նրանց միջոցով էլ՝ արմատական ապարներում հանքային կուտակումների հետ:

Երկրաքիմիական նմուշարկման է ենթարկվում կավատիղմային մանր ֆրակցիան, որն ինֆորմացիայի լավագույն աղբյուր է: Նմուշները վերցնում են անմիջապես ջրհոսքի հատակից կամ կողերի չոր մասերից, քաշը չոր վիճակում պետք է լինի 150-200 գ: Այնուհետև, դրանք ենթարկվում են մոտավոր-քանակական սպեկտրալ անալիզի՝ տարր-ինդիկատորների ամբողջ կոմպլեքսի համար:

Լեռնային շրջաններում ջրհոսքի մեծ արագության դեպքում տիղմային և ավազակավային կուտակումներ լինում են խոշոր քարերի միջև ու գետի կտրուկ ոլորաններում: Նմուշարկումը կատարվում է ջրհոսքով դեպի վեր՝ սկսած գետաբերանից: Նմուշներ վերցնում են բոլոր վտակների գետաբերաններից, անհրաժեշտության դեպքում՝ ամբողջ վտակից: Աշխատանքների մասշտաբից ու խնդիրներից կախված՝ որոշվում է նմուշների միջև եղած հեռավորությունը: Այսպես, 1:200000 մասշտաբի դեպքում ջրհոսքերի միջև միջին հեռավորությունը կազմում է 2 կմ, նմուշարկման կետերի միջև հեռավորությունը՝ 500 մ և 1 քառ.կմ մակերեսում՝ 1 նմուշ: Երբ մասշտաբը 1:100000 է, համապատասխանաբար՝ 1 կմ, 250 մ և 4 նմուշ: 1:50000 մասշտաբի դեպքում ջրհոսքերի հեռավորությունը 500-700 մ է, նմուշարկվող կետերի միջև՝ 50-250մ, նմուշների քանակը՝ 8 և այլն:

Անալիզների արդյունքներով կազմում են ցրման հոսքերի երկրաքիմիական քարտեզներ: Հոսքերի գլխամասերում, որոնք կից են անմիջապես հանքավայրերին, տարրերն ունեն բարձր և անհամաչափ պարունակություն ($C_ф$-ը գերազանցում են 10-100 անգամ): Հոսքով դեպի ներքև տարրերի տեղաբաշխումն ավելի հավասարաչափ է ($C_ф$-ը գերազանցում են 3-5 անգամ):

Հոսքերի տարր-ինդիկատորների կազմը կախված է առաջնային պսակների ու հանքանյութի կազմից, տարբեր լանդշաֆտաերկրաքիմիական պայմաններում տարրերի հիպերգեն միգրացիայի տեսակից: Նրանց ձգվածությունը տարբեր կլիմայական և լանդշաֆտային պայմաններում տարբեր է: Օրինակ, անապատներում այն կարող է հասնել 1,5 - 2,5 կմ, իսկ խոնավ տրոպիկական մարզերում՝ 12-15 կմ: Ապացուցված է, որ մետաղական հանքավայրերի հոսքերի ձգվածությունը պակաս չէ 800 մետրից:

Երկրորդային պսակների և ցրման հոսքերի միջև գոյություն ունեցող քանակական կապն արտահայտում են հետևյալ բանաձևով՝

$$P = S\,(C_x - C_ф),$$

որտեղ P -ն ցրման հոսքերի գծային արդյունավետությունն է ($մ^2$%), S-ը՝ դենուդացիոն ավազանի մակերեսը ($մ^2$), C_x-ը՝ տարրերի միջին պարունակությունը հոսքում (%), $C_ф$-ը՝ տեղական երկրաքիմիական ֆոնը (%):

7. ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ԱՏՄՈՍԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

Տարբեր տիպի մետաղական հանքավայրերի վրա գազային պսակների առկայությունը վաղուց է հայտնաբերված: Այս բնական պրոցեսը սկսվում է հանքավայրերի առաջացումից մինչև նրանց լրիվ քայքայումը և ստեղծում է ատմոսերկրաքիմիական պսակներ, որոնք հասնում են մինչև երկրի մակերես: Դրանք, հիմնականում, ձևավորվում են ֆիզիկաքիմիական ու կենսաբանական պրոցեսների արդյունքում, որոնք տեղի են ունենում հանքային մարմիններում և նրանց առաջնային պսակներում: Այս մեթոդի խորքայնությունը մետաղական հանքավայրերի համար հասնում է 500-1000 մ, նավթի ու գազի հանքավայրերի համար՝ 2000-3000 մ:

Խորքային աղբյուրներից դեպի երկրի մակերես գազային բաղադրիչների միգրացիայի մեծ արագության շնորհիվ ատմոսերկրաքիմիական մեթոդները թաքնված հանքավայրերի բոլոր տիպերի համար հնարավորություն ունեն մեծացնել որոնումների խտությունը: Այսպիսի պսակների կազմի մեջ մտնում են.

- հանքային մարմիններում և նրանց հիպերգեն քայքայման արդյունքներում գազերի տեսքով գտնվող բոլոր բաղադրիչները,
- հանքանյութերի հեղուկ և կարծր բաղադրիչները, որոնք երկրակեղևի մակերեսին օժտված են գոլորշիների բարձր ճնշմամբ, որը մթնոլորտի ստորին շերտերի ջերմաստիճանային պայմաններում հեշտացնում է նրանց անցումը գազանման վիճակի:

Գազային մեթոդները լայնորեն կիրառվում են նավթի ու գազի հանքավայրերի որոնումների ժամանակ, կատարվում է գազային հանույթ, որոշվում են թռչող ածխաջրածիններն ու հելիումը:

Ուրանի հանքավայրերի որոնումների ժամանակ լայնորեն օգտագործում են ռադոնի գազային պսակները, որոնք առկա են ուրանի բարձր կուտակումներ ունեցող տեղամասերի մթնոլորտում և գետնատակի օդում: Մետաղական հանքավայրերի համար այս մեթոդները գտնվում են փորձարարական մշակումների փուլում:

Ա. Ֆ. Ֆրիդմանն առանձնացրել է հանքային մարմինների հետ գազային բաղադրիչների կապի հիմնական տեսակները:

1. Գազերի կուտակումները հանքային մարմիններում, որոնք տեղայնացված են տեկտոնապես թուլացած գոտիներում: Վերջիններ-ը հանքառաջացնող լուծույթների ու բնական գազերի տեղաշարժման հիմնական ճանապարհներն են:

2. Քիմիական ռեակցիաների արդյունքում գազային բաղադրիչների կուտակումները մետաղական հանքավայրերի օքսիդացման գոտում: Մասնավորապես սուլֆիդներից սուլֆատների առաջացումը, որոնք, փոխազդելով կարբոնատային լուծույթների հետ, առաջացնում են ածխաթթու և ծծմբային գազեր, ծծմբաջրածին:

3. Ռադիոակտիվ տրոհման արդյունքում գազային բաղադրիչների (ռադոն, թորոն, հելիում, ջրածին և ծանր ծծմբաջրածնային գազեր) անոմալ կոնցենտրացիաների ի հայտ գալը:

4. Հանքային մարմինների էնդոգեն գազային պսակներ, որոնք ձևավորվել են հանքային մարմինների և նրանց առաջնային պսակների գազահեղուկային միացություններում:

Բավական լավ ուսումնասիրված են սնդիկի գազային պսակները: Բարձր ցնդելիության շնորհիվ նրա գոլորշիները կարողանում են թափանցել ծակոտկեն փուխր առաջացումների հաստվածքով 100-ավոր մետրեր: Ըստ որում, նրանց շնորհիվ հայտնաբերվում են ինչպես բուն սնդիկի, այնպես էլ այն հանքավայրերը, որտեղ սնդիկը հանդես է գալիս որպես տարր-ուղեկից: Այսպես օրինակ, սնդիկի պսակները ֆիքսում են տարբեր խորությունների վրա գտնվող սնդիկ-ծարիրային (450 մ), բազմամետաղային (800 մ), պղինձ-կոլչեդանային (400 մ) թաքնված հանքավայրերը:

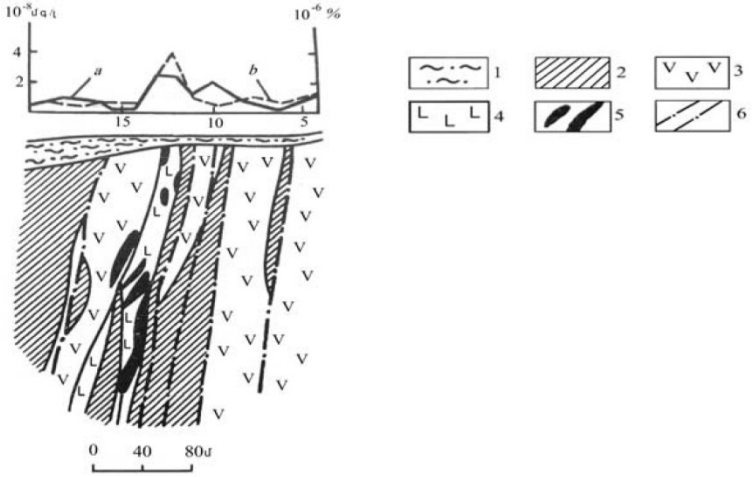
Սնդիկային գազային հանույթի օգնությամբ ալոխթոն բերվածքներով ծածկված շրջաններում կարելի է ուսումնասիրել տեղանքի ճեղքվածքային տեկտոնիկան: Երկրի մակերեսից բարձրանալուն զուգահեռ մթնոլորտում սնդիկի խտությունը կտրուկ ընկնում է:

Ծծմբային գազի (SO_2) պսակներ հայտնաբերվել են հանքաքարում սուլֆիդ պարունակող տարբեր տիպի հանքավայրերի վրա, զանազան կլիմայական պայմաններում: Այն առաջանում է ծծումբ պարունակող միներալների օքսիդացման ժամանակ, կուտակվում է հանքավայրերի վրա՝ գետնատակի օդում, մլրդ-ի 25-50 մասով ($C_ф$-ը

կազմում է մլրդ-ի 2-10 մասը): Ծծմբային գազը թափանցում է նաև զգալի հզորություն ունեցող փխրուն առաջացումների հաստվածքի միջով:

Ավելի քիչ տեղեկություններ կան սուլֆիդ պարունակող հանքավայրերի գազային պսակներում ծծմբաջրածնի (H_2S) առկայության մասին (ԱՄՆ-ի Կոլորադո նահանգի Կրիպլ Կրիկ ոսկու հանքավայրեր):

Ֆտորի և քլորի ատմոսֆերաքիմիական պսակներ ֆիքսվել են մի շարք գրեյզենային և ոսկու հանքավայրերի վրա (ԱՄՆ, Կոլորադո): Այս տարրերի պարունակությունները 3 անգամ գերազանցել են տեղանքում հաստատված երկրաքիմիական ֆոնը:



Նկ. 9. Սնդիկի կուտակման գրաֆիկ Ուլու-Տոո հանքավայրում
(ըստ Վ. Զ. Ֆուրսովի)
a,b-Hg կուտակման գրաֆիկ. a-գազային ֆազում, մգ/լ, b-պինդ ֆազում, %:
1. ալոխթոն ավազակավեր, 2. թերթաքարեր, 3. հիմքային էֆուզիվներ,
4. լիստվենիտներ, 5. հանքային մարմին, 6. խզվածքային խախտումներ

Գազային երկրաքիմիական պսակների հայտնաբերման առավել արդյունավետ եղանակը մետաղական հանքավայրերի վրա գետնատակի օդի գազային հանույթն է: Նմուշարկումը կատարվում է հանքային մարմինները ծածկող փխրուն առաջացումներում գետնատակի օդի դուրս մղման ճանապարհով: Նույն մեթոդով նմուշարկում են գազի ու նավթի հանքավայրերը՝ ճագարների և ոչ մեծ պոմպերի օգնությամբ: Սրանց մեջ տեղադրում են արծաթյա ֆիլտր-հավաքիչներ, 2 ժամից դրանք հանում և ուղարկում են անալիզի: Առավել առաջադեմ մեթոդ է բարձր զգայունության սարքավորումներով գազերի որոշումը (սնդիկի միկրոքանակության ատոմա-աբսորբցիոն չափիչներ, քլորի, ֆտորի, սնդիկի, ծծմբաջրածնի միկրոքանակությունների չափումների համար հատուկ նշանակության մասսսպեկտրամետրեր): Դրանք մոնտաժում են ինքնաթիռների վրա՝ կատարելով անընդհատ չափումներ:

Գետնատակի օդի երկրաքիմիական նմուշարկումը կարող է կիրառվել մանրամասն որոնումների ժամանակ մերկացումների բացակայության կամ դրանց քիչ քանակի դեպքում՝ ջրաբերուկների տակ թաքնված հանքավայրերի ատմոերկրաքիմիական պսակների հայտնաբերման նպատակով:

8. ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ՀԻԴՐՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

Որոնումների հիդրոերկրաքիմիական մեթոդները հիմնված են բնական մակերեսային և ստորգետնյա ջրերի քիմիական կազմի ուսումնասիրության վրա, որի համար հիմք է ծառայում ջրի հատկությունն իր մեջ լուծելու տարբեր բնական միացություններ և զգալի տարածություններ տեղափոխելու քիմիական տարրերի մեծ մասը: Սրանք կիրառվում են 10 մ հզորությամբ փուխր առաջացումների ծածկոցի տակ թաղված մետաղական հանքավայրերի, դժվարանցանելի լեռնային շրջաններում հանքային մարմինների, տեկտոնական կառույցներով կամ ավելի ամուր ապարներով էկրանացվող թաքնված մետաղական հանքավայրերի, պլատֆորմային մարզերի խորը տեղադրված հանքավայրերի որոնումների ժամանակ:

Ջուրը, հարելով հանքային մարմիններին, հանքավայրերին և երկրաքիմիական պսակներին, հարստանում է նրանց բնորոշ քիմիական տարրերով: Այդ կուտակումների շուրջը ձևավորվում են գոտիներ, որտեղ ստորգետնյա ջրերն ունեն տարբեր հանքային բաղադրիչների բարձր պարունակություններ: Դրանք կոչվում են քիմիական տարրերի *ցրման ջրային պսակներ*, իսկ որոնումների հիդրոերկրաքիմիական մեթոդները հիմնված են նման պսակների հայտնաբերման վրա:

Ներկայումս հաստատված է այս մեթոդների կիրառության արդյունավետությունը բորի, բերիլիումի, լիթիումի, ֆտորի, ցեզիումի, վոլֆրամի, ուրանի և այլ տիպի հանքավայրերի որոնումների ժամանակ: Հատկապես արդյունավետ են պղինձ-կոլչեդանային և կոլչեդան-բազմամետաղային հանքավայրերի հայտնաբերման համար, որոնց շուրջը հեշտ օքսիդացվող հանքանյութերի շնորհիվ առաջանում են ջրային լայն պսակներ:

Ջրային պսակների չափերն ու ինտենսիվությունը կախված են հետևյալ գործոններից.

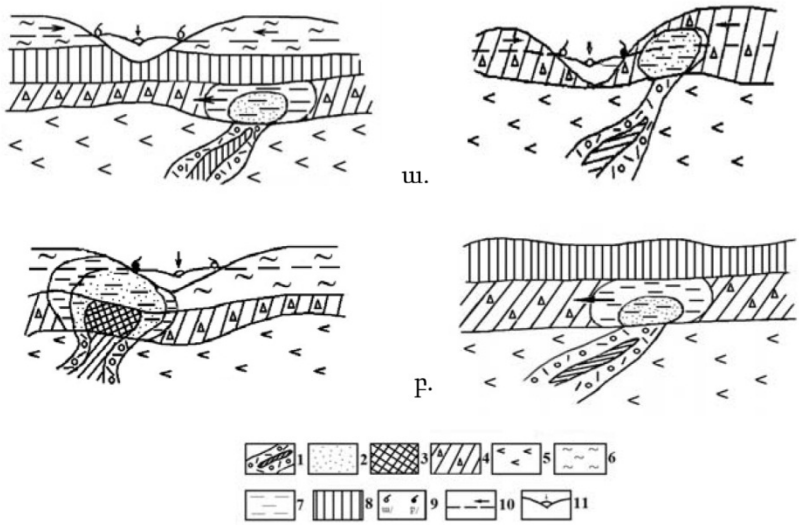
- հանքային մարմնի և նրա առաջնային պսակների մորֆոլոգիայից ու կազմից,

- ներփակող ու ծածկող ապարների բնույթից և ջրաթափանցելիության հատկություններից,
- հիդրոերկրաբանական և պալեոերկրաքիմիական պայմաններից,
- էրոզիոն պրոցեսների ինտենսիվությունից ու տևողությունից,
- տարր-ինդիկատորների միգրացիոն հատկություններից ու լանդշաֆտա-երկրաքիմիական պայմաններից:

Հիդրոերկրաքիմիական պսակները լինում են մշտական և ժամանակավոր: *Մշտական* պսակները բնորոշ են հաստատուն ջրային ռեժիմով խորքային ջրատար հորիզոններին: *Ժամանակավորները* ձևավորվում են ոչ խորը գետային կամ մակերեսային ջրերում: Գարնանը՝ ջրերի ավելացման ժամանակ, նրանք կարող են անհետանալ: Ջրային պսակները միշտ ձգվում են մակերեսային կամ ստորգետնյա ջրերի հոսքի ուղղությամբ:

Կախված երկրի մակերեսի վրա արտահայտման պայմաններից՝ առանձնացվում են բաց և փակ անոմալիաներ: *Բաց անոմալիաները (նկ.10,ա)* երևան են գալիս զանազան բաց օջախների՝ աղբյուրների, ճահիճների, ջրահոսքերի տեսքով, պսակային ջրերի բեռնաթափման հետևանքով:

Փակ անոմալիաները (նկ. 10,բ) կապված են այնպիսի հանքային մարմինների հետ, որոնք տեղադրված են տեղային էրոզիոն բազիսից ցածր, թույլ մասնատված նախալեռնային և հարթավայրային մարզերում: Սրանք չեն հայտնաբերվում մակերեսային ջրերում:



Նկ.10. Ցրման ջրային պսակների հիմնական տիպերը
(ըստ Գ. Ա. Գոլեվայայի)

ա/. բաց, բ/. փակ անոմալիաներ. 1. հանքային մարմին և առաջնային պսակներ, 2. երկրորդային պսակներ, 3. օքսիդացած հանքաքարեր, 4. հողմահարման կեղև, 5. հանքաներփակող արմատական ապարներ, 6. նստվածքային ջրատար ապարներ, 7. ցրման ջրային պսակ, 8. ջրամերժ ապարներ, 9. գրունտային ջրերի աղբյուրներ. ա/. ֆոնային, բ/. անոմալ պարունակություններով, 10. ջրերի շարժման ուղղությունը, 11. էրոզիայի տեղային բազիս:

Ջրային պսակների չափերը տատանվում են 0,5-3 կմ սահմաններում, իսկ տարբեր մետաղների բարձրացված խտությունների դեպքում դրանք կարող են հայտնաբերվել 5-8 կմ հեռավորության վրա:

Տարբեր հանքավայրերի ջրային պսակների ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ հանքային մարմիններից հեռանալուն զուգընթաց, զանազան պրոցեսների հետևանքով փոփոխվում են տարրերի խտությունները, որի արդյունքում ջրային պսակների տարբեր մասերում տեղի է ունենում տարրերի նստեցում: Որոնողական աշխատանքների ժամանակ այս մեթոդների օգտագործման արդյունավե-

տությունը պայմանավորված է ուսումնասիրվող շրջանի ջրառատությամբ:

Հիդրոերկրաքիմիական անոմալիաները բնորոշվում են առավել հավասարաչափ տեղաբաշխված տարր-ինդիկատորներով, որի շնորհիվ յուրաքանչյուր նմուշ կարող է բնութագրել բավական մեծ մակերես: Այս առանձնահատկությունը լայնորեն կիրառվում է փոքր մասշտաբի որոնողական աշխատանքների ժամանակ: Ջրային նմուշները վերցնում են ստորգետնյա ջրերի բնական աղբյուրներից, մակերեսային ջրերից (գետերից, գետակներից, ճահիճներից, լճերից), մակերեսային և ստորգետնյա լեռնային փորվածքների ջրերից և այլն: Նմուշները վերցնում են 1լ տարողությամբ ապակյա կամ պլաստմասայե շշերով: Նմուշարկման ցանցը կախված է աշխատանքների խնդիրներից ու մասշտաբից, լանդշաֆտի բարդությունից:

Հիդրոերկրաքիմիական նմուշարկման արդյունքները մշակվում են խիստ հաջորդականությամբ.

- հիմնական տարր-ինդիկատորների ֆոնային և անոմալ պարունակությունների որոշում,
- անոմալիաների սահմանագծում և բնույթի պարզում,
- անոմալիայի և հանքային մարմնի տեղադրման միջև տարածական կապի հաստատում,
- առանձնացված տեղամասերի հեռանկարային գնահատում:

9. ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

Մետաղական հանքավայրերի որոնումների համար կենսաերկրաքիմիական մեթոդների կիրառման հիմք է ծառայում բիոսֆերայի և շրջապատող արտաքին միջավայրի միջև գոյություն ունեցող օրգանական ամուր, փոխադարձ կապը: Այն իրականացվում է բույսերի միջոցով, որոնք սնվում են ատմոսֆերայի որոշակի բաղադրիչներով և լիթոսֆերայի վերին շերտերից ջրային լուծույթների կազմում դուրս բերվող միներալային աղերով: Բույսերն իրենց հյուսվածքներում կուտակում են միկրոտարրեր, որոնց քանակն ու բաղադրությունը պայմանավորված են հողերի և դրանց տակ գտնվող արմատական ապարների առանձնահատկություններով: Այսպիսի բույսերը կոչվում են բույս-ինդիկատորներ:

Առանձնացնում են միկրոտարրերի կուտակումների խմբակային ու սելեկցիոն տիպեր: Խմբակային կուտակումների ժամանակ որոշակի մակերեսների վրա աճող բոլոր բույսերը պարունակում են այս կամ այն քիմիական տարրերի բարձրացված քանակություններ, ինչը պայմանավորված է հողում, արմատական ապարներում դրանց բարձր պարունակություններով: Սելեկցիոն տիպի դեպքում որոշակի քիմիական տարրեր կուտակվում են բույսերի որոշակի տեսակներում կամ, հաճախ, նման բույսերում:

Բույսերի մեջ պարունակվող միկրոտարրերի և նույն միջավայրում տեղաբաշխված քիմիական տարրերի միջև գոյություն ունի կոռելյացիոն կապ: Օրինակ, Անդրբայկալում կենսաերկրաքիմիական որոնումների արդյունքում ստացվել են հետևյալ տվյալները.

Ծառատեսակ	Pb	Sn
կուենի (մոխիր - ապար)	+ 0.21	+ 0.35
կեչի (մոխիր - ապար)	+ 0.40	+ 0.81
հապալասենի (մոխիր - ապար)	+ 0.32	+ 0.41
ալպյան վարդ (մոխիր - ապար)	+ 0.46	+ 0.55

Որպես տարր–ինդիկատոր ընտրում են միայն այն զույգերը, որոնք ունեն դրական կոռելյացիոն կապ, և այն բույս-ինդիկատորնե-

ը, որոնց հանքային միկրոտարրերը լավ են կոռելացվում ապարների հետ: Խոտաբույսերի կոռելյացիոն կապը թույլ է կամ ընդհանրապես բացակայում է:

Բույսերի և արմատական ապարների միջև կոռելյացիոն կապի առկայությունը ցույց է տալիս, որ բույսերում տարրերի անոմալ բաղադրությունները պետք է տարածականորեն համընկնեն արմատական ապարների երկրաքիմիական անոմալիաների հետ: Ներկայումս բավական տեղեկություններ կան այն մասին, որ բույսերում հանքային և ուղեկից տարրերի բավական մեծ քանակությունների առկայությունը պայմանավորված է նրանց տակ գտնվող համապատասխան հանքայնացումների հետ:

Անհրաժեշտ է նշել, որ տարբեր տիպի բույսեր էապես տարբերվում են այս կամ այն տարրերի կուտակման աստիճանով, նույն բույսի տարբեր մասեր տարրերը կուտակում են տարբեր ձևով: Էական նշանակություն ունի նաև բույսի տարիքը: Երիտասարդ բույսերի մոտ բիոսինթեզի պրոցեսն ինտենսիվ է, ծերացմանը զուգահեռ այն դանդաղում է, իսկ որոշ բույսերում առավելագույն կուտակումներ նկատվում են գարնանն ու աշնանը:

Բույս-ինդիկատորները բաժանվում են երկու խմբի՝ ունիվերսալ և տեղային (լոկալ): *Ունիվերսալ* բույսերը որոշակի միներալային-երկրաքիմիական իրավիճակներում կապված են բացառապես որոշակի տարրերի բարձրացված պարունակությունների հետ: *Տեղային* բույսերն ունեն լայն տարածում և միայն լոկալ պայմաններում կարող են հանքայնացման որոնողական հատկանիշների դեր խաղալ:

Հողերի մեջ տարրերի բարձր պարունակությունների հետևանքով որոշ բույսերում կարող են առաջանալ տարբեր հիվանդություններ, անկանոն ձևեր: Առանձին դեպքերում միկրոտարրերի երկրաքիմիական անոմալիաների տեղամասերը կարող են մասամբ կամ ընդհանրապես զուրկ լինել բուսականությունից:

Կենսաերկրաքիմիական մեթոդների դրական հատկությունը մեծ խորքայնությունն է, որը պայմանավորված է բույսերի արմատների զարգացման հետ: Այս մեթոդները նպատակահարմար է կիրառել անապատային և կիսաանապատային լանդշաֆտներում, որտեղ

ավազների հզորությունը հասնում է 30մ: Շատ արդյունավետ է նաև դրանց կիրառությունը ճահիճների և տորֆաճահիճների, արևադարձային և մերձարևադարձային շրջաններում:

Նմուշարկման ցանցը կախված է աշխատանքների մասշտաբից: Վերցված նմուշները հավաքվում են պարկերի մեջ: Ամեն տիպը նմուշարկվում է առանձին-առանձին: Կախված նրանից, թե բույսի տարբեր օրգաններ ինչպես են կուտակում միկրոտարրերը, ընտրվում են որոշակի մասեր (տերևներ, ցողուններ և այլն): Բացի այդ, անհրաժեշտ է նմուշարկել նույն տարիքի բույսերը: Անտառներում մեկ նմուշի վերցման մակերեսը կազմում է 25–26 մ^2, տափաստանային, կիսաանապատային և անապատային շրջաններում՝ 1-3 մ^2: Նմուշները չորացնում և վեր են ածում մոխրի: Մեկ նմուշի քաշը պետք է լինի 200 գ: Ստացված տվյալների հիման վրա կազմում են կենսաերկրաքիմիական անոմալիաների պլաններ ու քարտեզներ:

Գնահատել կենսաերկրաքիմիական անոմալիան նշանակում է հաստատել կապը նրա և հանքավայրի երկրաքիմիական պսակների միջև:

Երկրաբուսաբանական պսակների դերը մեծ է որոնումների աերոերկրաբանական և տիեզերաերկրաբանական մեթոդների օգտագործման ժամանակ: Գունավոր աերոլուսանկարները ֆիքսում են բուսածածկույթի գույնի նվազագույն փոփոխությունները: Այդպես հայտնաբերվում են երկրաբուսաբանական գունավոր անոմալիաները, որոնք հանքային և ուղեկից տարրերի առաջացրած բարձր կուտակումներն են հողում և բույսերում:

Մակերեսային որոնումների ժամանակ անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել բույսի տվյալ տեսակի արտաքին փոփոխություններին, յուրահատուկ բույս-ինդիկատորների հանդես գալուն, տերևների ձևի փոփոխություններին, ծաղիկների անսովոր գունավորմանը, բույսերի զարգացման ռիթմի շեղումներին (վաղ ծաղկում, վաղ կամ ուշ տերևաթափ), բուսածածկույթի ճնշվածությանը կամ լրիվ բացակայությանը:

10. ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՈՐՈՆՈՂԱՀԵՏԱԽՈՒԶԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՏԱՐԲԵՐ ՓՈՒԼԵՐՈՒՄ

Որոնողական և հետախուզական աշխատանքների յուրաքանչյուր փուլին բնորոշ են որոշակի խնդիրներ, որոնք կարող են լուծվել երկրաքիմիական տարբեր մեթոդների օգնությամբ: Սակայն հաճախ հարկ է լինում միավորել այդ մեթոդներն ինչպես իրար, այնպես էլ երկրաֆիզիկական ու որոնողական այլ մեթոդների հետ և կիրառել նրանց առանձնահատկությունները՝ դրված խնդիրների լուծման համար:

Ա. Մանրամասշտաբ երկրաբանահանութային և որոնողական (1:200000-1:100000) աշխատանքներ: Այս փուլում երկրաբանական հանույթին զուգահեռ ուսումնասիրվում են ռեգիոնում տարածված հրային, մետամորֆային և նստվածքային ապարների երկրաքիմիական առանձնահատկությունները՝ երկրաբանական կոմպլեքսների պոտենցիալ հանքատարության հայտնաբերման նպատակով: Լուծվում են նաև մագմատիզմի, մետամորֆիզմի, լիթոլոգիայի, նստվածքակուտակման պայմանների, տեղանքի էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի գնահատման հետ կապված երկրաբանական խնդիրներ: Երկրաբանական հանույթին զուգահեռ, ժամանակակից հիդրոցանցի երկրորդային ցրման հոսքերով լիթոերկրաքիմիական որոնումներ են կատարվում տեղազննության նպատակով:

Այս մասշտաբի աշխատանքների հիմնական խնդիրն է հայտնաբերել և եզրագծել այն տարածքները, որտեղ հետագայում պետք է կատարվեն կոնկրետ օգտակար հանածոների մանրամասն որոնողական աշխատանքները:

Բաց շրջաններում, որտեղ արմատական ապարները թույլ են մերկացած, կատարվում են մակերևութային ջրային հոսքերի հատակային նստվածքների երկրաքիմիական որոնումներ, որոնք հնարավորություն են տալիս ստանալ կանոնավոր տեղեկատվություն ինչպես տարբեր ապարների երկրաքիմիական մասնագիտացման, այնպես էլ երկրաքիմիական անոմալիաների գոյության մասին:

Այս մեթոդն արդյունավետ չէ այն շրջաններում, որտեղ արմատական ապարները մերկացած չեն, ծածկված են ալոխթոն նստվածքների հզոր շերտով, իսկ գետերը չեն բացում արմատական ապարները: Նման դեպքերում քիչ թե շատ հավաստի երկրաքիմիական տեղեկատվություն կարող են տալ տարածքում երկրաբանահանութային աշխատանքների նպատակով անցած քարտեզագրական հորատանցքերը:

Զուգահեռ կատարվում է օդային և վերգետնյա երկրաֆիզիկական հանույթ: Արդյունքում կազմվում են կանխագուշակային երկրաբանաերկրաքիմիական քարտեզներ, որոնց վրա, առաջին հերթին, եզրագծվում են հետագա մանրամասն հետազոտությունների համար հեռանկարային տեղամասերը: Բացի այդ՝ քարտեզագրվում են արմատական ապարները, և առանձնացվում այս կամ այն տիպի հանքայնացումների համար հեռանկարային զանգվածներն ու կոմպլեքսները:

Բ. Երկրաքիմիական որոնումներ 1:50000 մասշտաբով: Այս փուլը տարբերվում է քարտեզագրման մանրակրկիտությամբ: Աշխատանքների ժամանակ շրջանի լանդշաֆտա-երկրաքիմիական պայմաններով (մերկացած և փակ տեղամասերի հարաբերությամբ) որոշվում է երկրաքիմիական մեթոդների կոմպլեքսը: Եթե լիթոերկրաքիմիական մեթոդներն այստեղ արդյունավետ չեն, ապա հեռանկարային տեղամասերում կարող են օգտագործվել կենսաերկրաքիմիական մեթոդները, հիդրոերկրաքիմիական նմուշարկման ենթարկվեն ստորգետնյա ջրերը: Այսպիսի պայմաններ հաճախ ստեղծվում են չորային (արիդ) մարզերում, ճահճապատ, անտառածածկ տեղամասերում, որտեղ հողային շերտի հզորությունն այնքան է, որ ծառերի արմատները կարող են հասնել կամ արմատական ապարներին, կամ հողմահարման կեղևին:

Հարթավայրային չոր- և կիսաչորային մարզերում, որոնք ծածկված են 10-15մ հզորությամբ ալոխթոն բերվածքներով, կատարում են ջրհորների և աղբյուրների հիդրոերկրաքիմիական նմուշարկում:

Այս մեթոդների օգնությամբ առանձնացված հեռանկարային տեղամասերում կատարվում են մակերեսային որոնումներ աշխատանքների մասշտաբին համապատասխան նմուշարկման ցանցով, որոնց նպատակն է առաջնային և երկրորդային երկրաքիմիական անոմալիաների հայտնաբերումն ու հետագա մանրամասն հետազոտումը: Եզրագծված թույլ միատարր անոմալիաներն ուժեղացվում են ադիտիվ ու մուլտիպլիկատիվ մեթոդներով: Այս աշխատանքների ժամանակ կարող են օգտագործել նաև ծանր ֆրակցիայի նմուշների ընտրողական անալիզների մեթոդը:

Բաց շրջաններում պոտենցիալ-հանքատար առաջացումների երկրաքիմիական նմուշարկման արդյունքներով հնարավոր է դառնում ֆիքսել առավել խոշոր անոմալիաները, որոշել նրանց կապը զանազան հանքային ֆորմացիաների հետ և հանքայնացումների էրոզիոն կտրվածքի մոտավոր մակարդակը:

Կատարված աշխատանքների արդյունքում կազմվում են կանխատեսումային երկրաբանաերկրաքիմիական քարտեզներ, որոնց վրա առանձնացվում են առաջնային և երկրորդային երկրաքիմիական (այդ թվում կենսա- և հիդրոերկրաքիմիական) անոմալիաները, հեռանկարային հրային, մետամորֆային ու նստվածքային ապարները:

Գ. Մանրամասն որոնումների փուլ (1:25000-1:10000 և ավելի խոշոր մասշտաբի): Այս մասշտաբի երկրաքիմիական որոնումների խնդիրն է արդեն առանձնացված հեռանկարային մակերեսների կանոնավոր հետազոտումը՝ երկրաքիմիական անոմալիաների եզրագծման և նախնական գնահատման նպատակով: Կախված շրջանի լանդշաֆտաերկրաքիմիական պայմաններից՝ կատարվում է լիթոերկրաքիմիական մեթոդների խմբավորում, համատեղվում են առաջնային և երկրորդային երկրաքիմիական պսակները և կենսա- ու հիդրոերկրաքիմիական մեթոդները:

Հիմնական որոնողական մեթոդը մակերեսային նմուշարկումն է: Ցանցն ընտրվում է այնպես, որ ամբողջական պատկերացում ստացվի տեղանքում զարգացած անոմալիաների մասշտաբի, երկրաքիմիական առանձնահատկությունների մասին: Այն մակերեսներում,

որտեղ արմատական ապարները բավականին մերկացած են, արդյունավետ է կատարել որոնումներ առաջնային երկրաքիմիական պսակներով: Հայտնաբերված երկրաքիմիական անոմալիաների մեկնաբանման ժամանակ լուծվում է մի քանի խնդիր:

Անոմալիաների ֆորմացիոն բնույթի որոշումը: Այս խնդիրը հիմնականում լուծվում է շրջանի մետաղածնական առանձնահատկություններով և միներալային տիպամորֆ զուգորդությունների առկայությամբ: Կիրառվում է նաև անալոգիայի մեթոդը, այսինքն՝ հայտնաբերված անոմալիաները համեմատվում են շրջանում արդեն հայտնի հանքավայրերի երկրաքիմիական պսակների հետ:

Երկրաքիմիական անոմալիաների էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի որոշումը: Այս նպատակով օգտագործվում է պսակների ուղղաձիգ զոնալականությունը: Պետք է նշել, որ, սովորաբար, երևակվում են բարդ կառուցվածքի անոմալիաներ, որոնք ձևավորվել են իրարից անջատված հանքային մարմինների շուրջը: Այդ պատճառով էրոզիոն կտրվածքի մակարդակները իրարից տարբերվում են: Ընդհանուր անոմալիայի սահմաններում պետք է առանձնացվեն տարրական անոմալիաներ, որոնցից յուրաքանչյուրի էրոզիոն կտրվածքի մակարդակը պետք է որոշել առանձին-առանձին:

Այս մասշտաբի աշխատանքների ժամանակ տեղանքի մասնակի մերկացվածության պայմաններում նպատակահարմար է կատարել էլյուվիալ-դելյուվիալ առաջացումների մակերեսային նմուշարկում, որի նպատակն է հայտնաբերել, եզրագծել և ուսումնասիրել երկրորդային երկրաքիմիական պսակները: Արդյունքում կազմվում են երկրաքիմիական պլաններ ու կտրվածքներ: Փաստագրման նյութերի, երկրաքիմիական և երկրաֆիզիկական տվյալների հիման վրա տրվում են կոնկրետ հանձնարարականներ՝ անցկացնելու լեռնային և հորատման աշխատանքներ բացված անոմալիաներն ու հանքային մարմինները ստուգելու նպատակով:

Դ. Հանքավայրերի հետախուզման փուլ

Քանի որ հետախուզական աշխատանքները չափազանց թանկարժեք են, ուստի նրանց արդյունավետության բարձրացման մեթոդների մշակումն արդիական խնդիր է: Գործնական մեծ նշանա-

կություն է ստացել երկրաքիմիական մեթոդների կիրառությունը և, առաջին հերթին, հանքային մարմինների առաջնային պսակների ուսումնասիրությունը: Նրանց դերն ավելի է մեծանում, երբ հետախուզական աշխատանքները բացում են հանքային մարմիններն ու հանքաներփակող ապարները: Բարենպաստ պայմաններ են ստեղծվում առաջնային երկրաքիմիական պսակների ծավալային ուսումնասիրության համար, հնարավոր է դառնում պարզել տարածության մեջ նրանց զարգացման և առանձին տեղամասերի հանքաբերության հեռանկարային գնահատման առանձնահատկությունները:

Երկրաքիմիական մեթոդները հետախուզման փուլում ևս լուծում են տարբեր խնդիրներ:

Հանքատար գոտիների հեռանկարային գնահատումը: Ակնառու է, որ այս աշխատանքները հանգեցնում են հանքատար գոտիների էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի գնահատմանը, այսինքն պարզում են, թե այդ գոտիների որ մասերն են մերկացած երկրի մակերեսին՝ վերին, միջին թե՞ արմատային: Մեթոդական առումով այս խնդիրը ոչնչով չի տարբերվում վերևում քննարկվածից, սակայն թանկարժեք հետախուզական աշխատանքները պահանջում են հանքայնացումը դեպի խորքերը կանխատեսելու բարձր հուսալիություն:

Կույր հանքայնացման որոնումները: Հայտնի է, որ հանքաբեր ինտերվալի սահմաններում հանքային մարմիններն ունեն կուլիսաձև տեղադրություն, որի պատճառով մակերեսում մերկացած և հետախուզված հանքային մարմինները միակը չեն: Նրանք ուղեկցվում են կույր մարմիններով, որոնց հայտնաբերումն ու հետազոտումը էականորեն կբարձրացնեն հետախուզական աշխատանքների արդյունավետությունը: Այսպիսով, լեռնային փորվածքների և հորատանցքերի կեռնի երկրաքիմիական նմուշարկումը հնարավորություն է տալիս հայտնաբերել կույր հանքայնացումների առաջնային պսակները հայտնի մարմիններից դեպի խորքերը կամ թևերը ընկած հատվածներում:

Կույր հանքայնացման երկրաքիմիական որոնումներն իրենց մեջ ներառում են երկու խնդիր. առաջինը՝ կույր մարմինների առաջնային պսակների հայտնաբերումը, երկրորդը՝ նրանց վերհանքային կամ ստորհանքային բնույթի որոշումը, այսինքն՝ առավել հեռանկարային վերհանքային պսակների առանձնացումը: Սա շատ կարևոր խնդիր է, քանի որ խիստ դենուդացված հանքային շրջաններում ստորհանքային պսակներով ներկայացած անոմալիաները զգալիորեն գերազանցում են վերհանքայիններին, իսկ նրա լուծման համար օգտագործվում է առաջնային պսակների ուղղաձիգ զոնալականությունը:

Նախկինում կատարած հետախուզական աշխատանքների վերաքննումը: Հայտնի է, որ ոչ բոլոր հանքավայրերն են հետախուզական աշխատանքներից հետո հանձնվում շահագործման: Պատճառներից մեկը հետախուզված պաշարների սահմանափակ քանակությունն է, որը չի ապահովում նրանց յուրացման շահութաբերությունը: Նման հանքավայրերում երբեմն երկրաքիմիական աշխատանքների կատարումը հանգեցնում է կույր հանքային մարմինների հեռանկարային տեղամասերի հայտնաբերման, որոնց հետախուզումը բերում է պաշարների մեծացման՝ հանքավայրը դարձնելով շահութաբեր արդյունաբերական յուրացման համար:

ԳԻՏԵԼԻՔՆԵՐԻ ՍՏՈՒԳՄԱՆ ՀԱՐՑԱՇԱՐ

1. Ի՞նչ խնդիրներ են լուծում որոնման երկրաքիմիական մեթոդները:

2. Տարրերի երկրաքիմիական միգրացիայի ներքին գործոնները:

3. Տարրերի երկրաքիմիական միգրացիայի արտաքին գործոնները:

4. Նկարագրել տարրերի միգրացիայի մագմատիկ հալոցքներ, միներալային և իզոմորֆ տեսակները:

5. Նկարագրել տարրերի միգրացիայի լուծույթներ, կենսածին և գազային տեսակները:

6. Ո՞րոնք են կիրառական երկրաքիմիայում օգտագործվող հիմնական հասկացությունները:

7. Ի՞նչ են երկրաքիմիական բարիերները: Նրանց դերը հանքային մարմինների ձևավորման ժամանակ:

8. Ինչպե՞ս են ձևավորվում առաջնային և երկրորդային երկրաքիմիական պսակները:

9. Որոնումների երկրաքիմիական մեթոդների դասակարգումը:

10. Երկրաքիմիական որոնումների մեթոդիկան, նմուշարկում, նմուշների մշակում և անալիզ:

11. Պսակների եզրագծում: Միատարր և գումարային պսակներ:

12. Առաջնային երկրաքիմիական պսակների տարրական կազմը:

13. Առաջնային երկրաքիմիական պսակների չափերն ու ինտենսիվությունը:

14. Առաջնային երկրաքիմիական պսակների մորֆոլոգիան և զոնալականությունը:

15. Ո՞րոնք են պոլիֆորմացիոն պսակները:

16. Զոնալականության ուսումնասիրման մեթոդները:

17. Ուղղաձիգ զոնալականության շարքի որոշումը զոնալականության ցուցիչի օգնությամբ:

18. Ցրված հանքային միներալացման գոտիների երկրաքիմիական առանձնահատկությունները:

19. Կույր հանքայնացման որոնումները:

20. Երկրաքիմիական անոմալիաների էրոզիոն կտրված քիմակարդակի գնահատումը:

21. Երկրորդային լիթոերկրաքիմիական պսակներ, նրանց տեսակները:

22. Երկրորդային լիթոերկրաքիմիական պսակների դասակարգումը:

23. Որոնումների մեթոդիկան ցրման հոսքերով:

24. Որոնումների ատմոերկրաքիմիական մեթոդներ:

25. Որոնումների հիդրոերկրաքիմիական մեթոդներ:

26. Որոնումների կենսաերկրաքիմիական մեթոդներ:

27. Երկրաքիմիական մեթոդների կիրառումը մանրամասշտաբ հանութային և որոնողական աշխատանքների փուլում:

28. Երկրաքիմիական որոնումներ 1:50000 մասշտաբով:

29. Մանրամասն որոնումների փուլ (1:25000-1:10000 և ավելի խոշոր մասշտաբի):

30. Հանքավայրերի հետախուզման փուլ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. А.А. Беус, С.В. Григорян - Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. М: Изд. “Недра”, 1975 г., 280с.

2. А.И. Перельман - Геохимия. М: “Высшая школа”, Изд. “Недра”, 1989 г., 528с.

3. А.П. Соловов - Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых. М: Изд. “Недра”, 1985г., 294с.

4. В.В. Аристов – Методика геохимических поисков твердых полезных ископаемых. М: Изд. “Недра”, 1984 г., 200с.

5. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М: Изд. “Недра”, 1983 г., 191с.

6. С.В. Григорян - Первичные геохимические ореолы при поисках и разведке рудных месторождений. М: Изд. “Недра”, 1987 г., 408с.

7. С.В. Григорян – Рудничная геохимия. М: Изд. “Недра”, 1992 г., 294с.

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՆԱԽԱԲԱՆ 3
1. «ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՈՐՈՆՄԱՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ» ԴԱՍԸՆԹԱՑԻ ՆԿԱՐԱԳՐԻՉՆԵՐԸ 5
2. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԻԳՐԱՑԻԱՆ 8
3. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ 13
3.1. Կիրառական երկրաքիմիայում օգտագործվող հիմնական հասկացությունները 13
3.2. Հանքավայրերի երկրաքիմիական պսակները 15
3.3. Որոնումների երկրաքիմիական մեթոդների դասակարգումը 17
4. ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ՄԵԹՈԴՆԵՐՆ ԱՐՄԱՏԱԿԱՆ ԱՊԱՐՆԵՐՈՒՄ 20
4.1. Երկրաքիմիական նմուշարկում և պսակների եզրագծում 21
5. ԱՌԱՋՆԱՅԻՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՊՍԱԿՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՄԵՏԱՂԱԿԱՆ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ԺԱՄԱՆԱԿ 25
5.1. Առաջնային երկրաքիմիական պսակները և նրանց հատկությունները 25
5.2. Պոլիֆորմացիոն պսակներ 33
5.3. Զոնալականության ուսումնասիրման մեթոդները 34
5. 4. Ցրված հանքային միներալացման գոտիների երկրաքիմիական առանձնահատկությունները 40
5.5. Կույր հանքայնացման որոնումները 42
5.6. Երկրաքիմիական անոմալիաների էրոզիոն կտրվածքի մակարդակի գնահատումը 44
6. ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ԼԻԹՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ ԵՐԿՐՈՐԴԱՅԻՆ ՊՍԱԿՆԵՐՈՎ ԵՎ ՑՐՄԱՆ ՀՈՍՔԵՐՈՎ 47
6.1. Ցրման երկրորդային պսակներ, նրանց տեսակները 47
6.2. Երկրորդային պսակների դասակարգումը 50
6.3. Որոնումների մեթոդիկան ցրման հոսքերով 54
7. ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ԱՏՄՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ 56
8. ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ՀԻԴՐՈԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ 60
9. ՈՐՈՆՈՒՄՆԵՐԻ ԿԵՆՍԱԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ 64
10. ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՈՐՈՆՈՂԱՀԵՏԱԽՈՒԶԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՏԱՐԲԵՐ ՓՈՒԼԵՐՈՒՄ 67
ԳԻՏԵԼԻՔՆԵՐԻ ՍՏՈՒԳՄԱՆ ՀԱՐՑԱՇԱՐ 73
ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ 74

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ԱՇԽԱՐՀԱԳՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԵՐԿՐԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ՖԱԿՈՒԼՏԵՏ

Գ. Ռ. ԳԱՐԵՅԱՆ

ՕԳՏԱԿԱՐ ՀԱՆԱԾՈՆԵՐԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐԻ ՈՐՈՆՄԱՆ ԵՐԿՐԱՔԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

(ՈՒՍՈՒՄՆԱՄԵԹՈԴԱԿԱՆ ՁԵՌՆԱՐԿ)

Համակարգչային ձևավորումը՝ Կ. Չալաբյանի
Կազմի ձևավորումը՝ Ա. Պատվականյանի
Հրատ. սրբագրումը՝ Ա. Գույումջյանի

Ստորագրված է տպագրության՝ 25.10.2019:
Չափսը՝ 60x84 $^{1}/_{16}$: Տպ. մամուլը՝ 4.875:
Տպաքանակը՝ 100:

ԵՊՀ հրատարակչություն
ք. Երևան, 0025, Ալեք Մանուկյան 1
www.publishing.am